

SÄHKÖYHTIÖN VERKOSTOTIEDON SOVELTUVUUS  
MAANMITTAUSLAITOKSEN MAASTOTIETOTUOTAN-  
TOON

Enni Mustaniemi

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Maanmittaustekniikka  
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikan ja liikenteen ala  
Maanmittaustekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Enni Mustaniemi	Vuosi	2017
<b>Ohjaaja(t)</b>	Sami Porsanger		
<b>Toimeksiantaja</b>	Maanmittauslaitos		
<b>Työn nimi</b>	Sähköyhtiön verkostotiedon soveltuvuus Maanmittauslaitoksen maastotietotuotantoon		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	57 + 3		

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää keskisuuren sähköyhtiön verkostotiedon soveltuvuus Maanmittauslaitoksen maastotietokannan ajantasaisuuteen. Tavoitteena on saada kuvattua tiedon tuottamiseen liittyvä prosessi sähköyhtiössä sekä tiedon laatu ja ajantasaisuus. Laadun ollessa laatumallin mukainen voidaan maastokartoitus sähköverkostolle jättää tekemättä, mikä vaikuttaa prosessin tehokkuuteen ja taloudellisuuteen. Työssä pohditaan myös parasta tiedonsiirtomenetelmää sähköyhtiöiden aineistojen osalta Maanmittauslaitoksen järjestelmiin.

Keskisuuren sähköyhtiön esimerkkinä opinnäytetyössä toimii Järvi-Suomen Energia. Järvi-Suomen Energian laatu on laatumallin mukainen, mutta ongelmana on sähköverkoston nopea muutostahti johtuen sähkömarkkinalain muutoksesta vuonna 2013. Maanmittauslaitoksen tiedonsiirtomenetelmä on toimiva, mutta sähköyhtiöiltä tulisi saada paras mahdollinen aineisto ja aineistosta olisi hyvä saada selville eri ominaisuustietoja, erityisesti sijaintitarkkuus.

Opinnäytetyöhön haastateltiin Järvi-Suomen Energian verkostoinsinööriä sekä työhön sain paljon avustusta Maanmittauslaitoksen työntekijöiltä. Avustusta työntekijöiltä tuli erityisesti sähköyhtiön aineistojenkäsittelyprosessissa, jota selvitin lähettämällä kyselyn Maanmittauslaitoksen Maastotietotuotanto-prosessin aineistotiimiläisille.

Avainsanat

maanmittaus, paikkatietojärjestelmät, sähköverkot, tiedostomuodot

Technology Communication and  
Transport  
Land Surveying  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Enni Mustaniemi	Year	2017
<b>Supervisor</b>	Sami Porsanger		
<b>Commissioned by</b>	National Land Survey of Finland		
<b>Subject of thesis</b>	Applicability of the Electricity Company's Network Information to the National Land Survey of Finland's Topographic Data Production		
<b>Number of pages</b>	57 + 3		

---

The purpose of this thesis was to find out the applicability of a medium-sized electricity company's network information to the updating of the topographic database of the National Land Survey of Finland. The aim was to describe the process in the electricity company, which is related to the production of the information and the quality and currency of the information. When the quality is in accordance with the quality model, the topographic survey can be left without doing to the electricity network, which affects the effectiveness and economy of the process. The purpose was also to find the best data transfer system for the electricity company's data to the National Land Survey of Finland's systems.

Järvi-Suomen Energia's network engineer was interviewed to the thesis. In addition a questionnaire was sent to the employees of the National Land Survey of Finland. They had worked with the data of the electricity companies. The query clarified the electricity company's data processing in the National Land Survey of Finland.

Järvi-Suomen Energia was taken as an example of a medium-sized electricity company for this thesis. Järvi-Suomen Energia's quality is in accordance with the quality model but the problem is the quick change in the electricity network due to the change of the electricity market act in 2013. The study revealed that the data transfer system of the National Land Survey of Finland is operative, but it is important to get as good as possible data from the electricity companies. It would be useful to find out the different attribute data from electricity companies data, especially position accuracy.

**Key words**                      surveying, geographic information systems, electrical power networks, file formats

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	MAANMITTAUSLAITOS .....	9
2.1	Organisaatio .....	9
2.2	Maastotietotuotanto prosessi.....	10
2.2.1	Prosessikuvaus .....	10
2.2.2	Maastotietokannan ajantasaistus .....	11
3	MAASTOTIETOJÄRJESTELMÄ.....	14
3.1	Maastotietojärjestelmä .....	14
3.2	Maastotietokanta .....	14
3.2.1	Yleistä .....	14
3.2.2	Sähköverkosto Maastotietokannassa.....	16
3.3	Kansallinen maastotietokanta.....	19
4	MAANMITTAUSLAITOKSEN MAASTOTIETOJEN LAATUMALLI .....	22
4.1	Yleistä.....	22
4.2	Ulkopuolisten aineistojen laatuvaatimukset .....	24
4.3	Sähköverkon laatuvaatimukset.....	25
5	SÄHKÖVERKOSTO SUOMESSA.....	27
5.1	Yleistä.....	27
5.2	Sähkömarkkinalaki .....	29
5.3	Järvi-Suomen Energia .....	31
5.3.1	Tietoja yhtiöstä .....	31
5.3.2	Järvi-Suomen Energian prosessi.....	32
6	SÄHKÖYHTIÖIDEN AINEISTOJEN KÄSITTELY MAANMITTAUSLAITOKSESSA .....	34
6.1	Aineiston käsittely .....	34
6.1.1	Yleistä .....	34
6.1.2	Sähkyhtiöiden lähettämät tiedostomuodot .....	35
6.1.3	Sähkyhtiöiden aineistojen sijaintitarkkuus .....	37
6.1.4	Kehitettäviä asioita sähkyhtiöiden aineistoissa .....	39
6.2	Aineistonkäsittely prosessi Maanmittauslaitoksessa .....	40
6.2.1	Aineiston ominaisuuksia .....	40

6.2.2	Aineiston käsittely 3D-Win-ohjelmistossa.....	42
6.2.3	Aineiston käsittely Jako-MTJ-ohjelmassa .....	45
6.3	Huomioon otettavat asiat sähköyhtiön aineistoja tilattaessa .....	46
6.4	Järvi-Suomen Energian aineisto.....	48
7	POHDINTA.....	50
	LIITTEET.....	57

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

2D	kaksiulotteinen
3D	kolmiulotteinen
4D	neliulotteinen
ID	identifioitavuus
KMTK	Kansallinen maastotietokanta
kV	kilovoltti
MARA	Maastotietotuotanto
MML	Maanmittauslaitos
MTJ	Maastotietojärjestelmä
MTK	Maastotietokanta
RHR	Rakennus- ja huoneistorekisteri

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheen sain Maanmittauslaitokselta Maastotietotuotannon (MARA) prosessin puolelta. Toimin vuoden 2016 toukokuusta joulukuun loppuun asti MARA-prosessissa Jyväskylässä harjoittelijana ja opinnäytetyön teko oli yksi osa harjoitteluani. Työ pohjautuu sähköverkoston jatkuvaan ja nopeaan muutokseen, jolloin Maanmittauslaitoksen kartat eivät pysy ajantasaisena sähköverkoston osalta. Sähkölinjoja siirretään pois metsistä tienvarsiin ja maakaapeloidaan. Tämä johtuu sähkömarkkinalain vuoden 2013 muutoksen aiheuttamasta paineesta, jossa sähkökatkot eivät saa olla määrättyä aikaa suurempia tietyillä alueilla.

Sähköyhtiöitä on paljon ja erikokoisia, joten sähköyhtiöitä saatavat aineistot eroavat toisistaan ja ne on varustettu erilaisilla sijaintitarkkuuksilla ja tiedostomuodoilla. Suomessa on paljon pieniä sähköyhtiöitä, joilla on vain pieni maantieteellinen alue, mutta lisäksi muutamia suuren maantieteellisen alueen omistavia yhtiöitä. Suurilla yhtiöillä on enemmän resursseja verraten pieniin yhtiöihin, mikä automaattisesti vaikuttaa aineistojen tasoon. Ominaisuustietojen saanti aineistoista vaihtelee ja kaikista tiedostomuodoista näitä ei ole mahdollista saada lainkaan. Ominaisuustietojen saanti olisi kuitenkin oleellista käytettäessä aineistoja, sillä on tärkeää tietää muun muassa, kuinka sijaintitarkkaa tieto on.

Tärkeänä osana työssä on eri sähköyhtiöiden aineistojen tutkiminen. Erityisesti tutkin Järvi-Suomen Energian aineistoja, muun muassa sen sijaintitarkkuutta ja laatua. Maastokartoitusta ei tarvitse tehdä sijaintitarkkuuden ollessa laatumallin mukainen. Kysymyksenä onkin, onko sähköyhtiön lupaus sijaintitarkkuudesta riittävä ja tarvitaanko maastotarkastuksia alueesta. Pohdittavana on myös, ehtivätkö sähköyhtiön aineistot muuttumaan liikaa Maanmittauslaitoksen aineistojen oton välissä, eli noin vuoden aikana.

Lisäksi yhtenä kysymyksenä työssä on, mitä tietoja kannattaa kysyä ottaessa yhteyttä sähköyhtiöön. On tärkeää osata kysyä oikeita kysymyksiä, että aineisto palvelisi Maanmittauslaitoksen tarkoitusta mahdollisimman hyvin. Lisäksi työssä

tutkitaan Maanmittauslaitoksen tämän hetkistä sähköyhtiöiden aineistojen siirtoa ja käsittelyä ja pohditaan, olisiko siinä jotain kehitettävää.



## 2 MAANMITTAUSLAITOS

### 2.1 Organisaatio

Maanmittauslaitos on yli 200-vuotias valtion organisaatio. Toimipaikkoja on 37 ympäri Suomea ja työntekijöitä niissä on yhteensä noin 2000. Maanmittauslaitos koostuu neljästä toimintayksiköstä, joita ovat Tuotanto, Yleishallinto, Tietotekniikan palvelukeskus ja Paikkatietokeskus (Kuvio 1). (Maanmittauslaitos 2016a.)



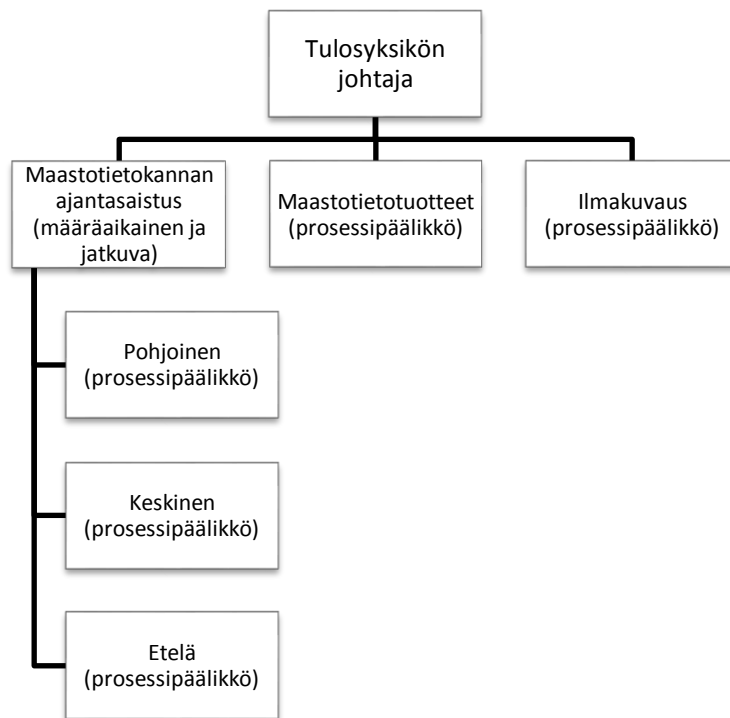
Kuvio 1. Maanmittauslaitoksen organisaatorakenne (Maanmittauslaitos 2016a)

Maanmittauslaitoksen visiona on vastata kattavasti Suomen kiinteistö- ja maastotietojärjestelmästä, olla kansainvälinen edelläkävijä paikkatietoalan tutkimuksessa, tarjota edistyksellisiä ja digitaalisia asiakaspalveluja sekä mahdollistaa tuotetun tiedon uutta kasvua yhteiskunnassa. Maanmittauslaitoksen tavoitteena onkin uudistua jatkuvasti, tuottaa hyviä asiakaskokemuksia sekä omistaa avointa tiedettä ja tietoa. (Maanmittauslaitos 2016b.)

## 2.2 Maastotietotuotanto prosessi

### 2.2.1 Prosessikuvaus

Maastotietotuotantoprosessi on yksi Maanmittauslaitoksen tuotannon seitsemästä prosessista. Prosessi vastaa maastotietokannan (MTK) ajantasaistuksesta, maastotietokannasta tehtävistä digitaalisista ja graafisista vakiotuotteista, ilmakuvaus- ja laserkeilaustuotannosta, korkeusmallin tuotannosta sekä kiintopistemittauksesta. Toimintaa johtaa tulosityksikön johtaja, jonka alaisuudessa toimii viisi prosessipäällikköä (Kuvio 2). (Maanmittauslaitos 2015.)



Kuvio 2. Maastotietotuotantoprosessi

Maastotietokannan ajantasaistuksesta vastaa kolme prosessipäällikköä, joiden vastualueet ovat jaettu pohjoiseen, keskiseen ja etelään. Kukin vastaa sekä jatkuvasta että määräaikaisesta ajantasaistuksesta vastuualueellaan. (Maanmittauslaitos 2015.)

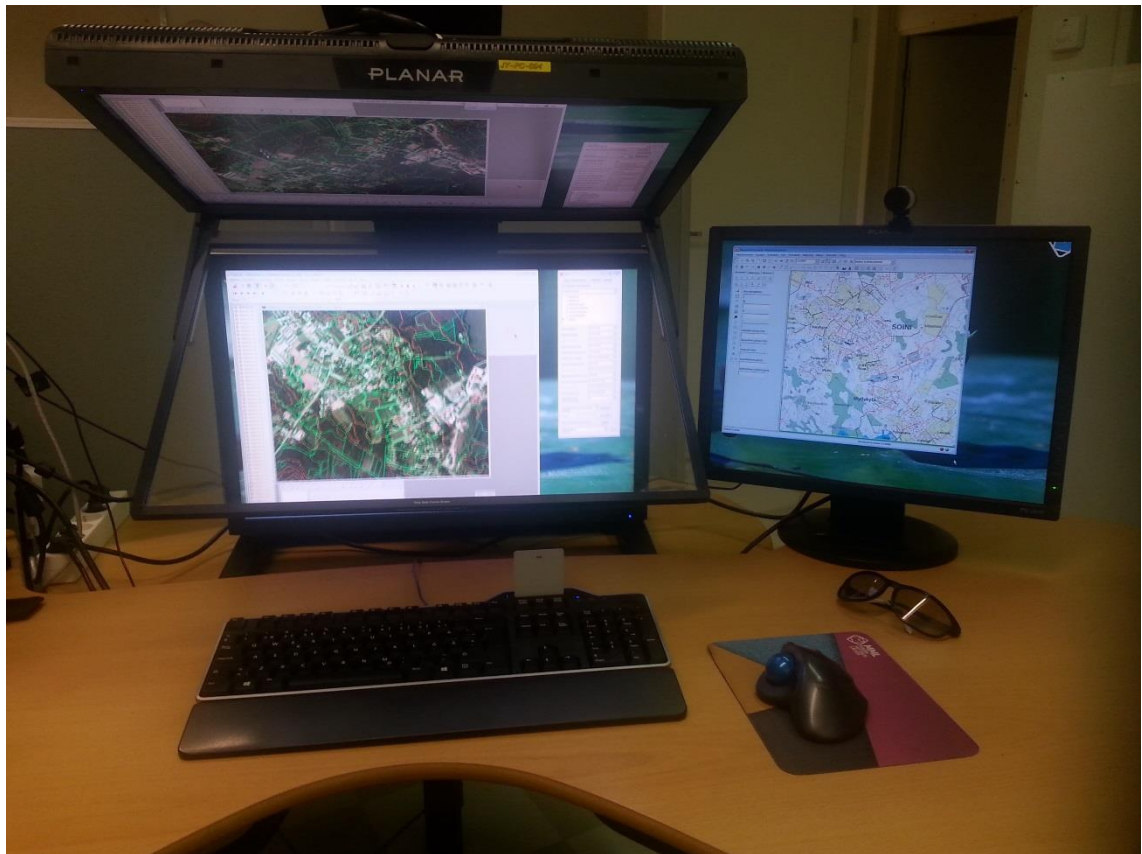
Maastotietokannan vakiotuotteiden tekemisestä vastaa yksi prosessipäällikkö. Ilmakuvaus ja laserkeilaus sekä niihin liittyvät tehtävät, kuten korkeusmallin tuotanto sekä kiintopistemittaukset, kuuluvat yhdelle prosessipäälliköistä.

Prosessipäälliköiden alaisuudessa toimivat tuotantotiimit, jotka vastaavat tuotannosta tiimisopimuksen mukaisesti. (Maanmittauslaitos 2015.)

### 2.2.2 Maastotietokannan ajantasaistus

Määräaikainen ajantasaistusprosessi alkaa ilmakuvausten suunnittelulla, joita Maanmittauslaitos koordinoi yhdessä Maaseutuviraston ja Metsäkeskuksen kanssa. Yhteistyössä luodun kuvaussuunnitelman mukaan suoritetaan ilmakuvaukset. (Nevalainen 2017.) Jokaisella karttalehdellä on oma ajantasaisuusluokitus eli jokainen Suomen alue tulee ajantasaisuuden alle, alueesta riippuen, 3–10 vuoden välein (Maanmittauslaitos 2016c, 5). Tätä luokitusta ei kuitenkaan enää nykyisin täysin noudateta, sillä ilmakuvassuunnitelmaa ohjaa myös Maaseutuviraston ja Metsäkeskuksen tarpeet (Nevalainen 2016). Tulossopimuksen edellyttämä määräaikaisen ajantasaistuksen määrä vuodessa on 54 000 km<sup>2</sup> (Aalto 2015).

Ilmakuvauksista laaditaan stereomallit. Stereomallit käydään läpi koko kuvausalueelta EspaCity-ohjelmalla (Kuvio 3). Stereotöissä kiinnitetään huomiota tapahtuneisiin muutoksiin sekä tarkennetaan jo olemassa olevia tietoja kartalta. Ajantasaistuksessa otetaan huomioon muun muassa tiet, rakennukset ja pellot sekä karttanimiä ja selitteitä laitetaan tarvittaessa parempiin paikkoihin. Apuna ajantasaistuksessa käytetään muun muassa laserkeilausaineistoa, jonka avulla saadaan esimerkiksi ojat ja pellonreunat oikeille paikoilleen sekä Rakennus- ja huoneistorekisterin (RHR) tietoja rakennusten paikoissa. Stereotyössä laitetaan huomautelippuja epäselviin kohtiin maastotarkistajalle. Stereotyön valmistuttua tuotantosuunnitelma rekisteröidään maastotietokantaan. (Aalto 2015.)



Kuvio 3. Espä työasema liitettyä Jako/MTJ-ohjelmaan

Stereotöiden jälkeen tehdään maastotarkastus, jossa käydään läpi huomauteliput. Maastotöitä varten laaditaan uusi tuotantosuunnitelma Jako/MTJ-ohjelmaan, jonne maaston muutokset voidaan laittaa. Ennen maastoon lähtöä käsitellään ja varmistetaan aineisto ja tehdään aineistonsiirto 3D-Win ohjelmaan. (Aalto 2015.) Maastotarkastajalla on mukana maastossa Trimble Geo 7X -maastolaite, johon on kiinnitetty laseretäisyysmittari sekä Panasonic FZ-G1 -tabletti, jossa on käytössä 3D-Win ohjelmisto. Laseretäisyysmittarilla saa mitattua maastossa uusia kohteita, kuten rakennuksia tai esimerkiksi sähköpylvään. (Herronen 2015, 41.) Kun maastotyöt on tehty, tuodaan tiedot Maanmittauslaitoksen Jako/MTJ-ohjelmaan ja tehdään vielä tarvittavat muokkaukset. Kun työ on valmis, se rekisteröidään. (Aalto 2015.)

Maastotietokannan ajantasaistuksessa tehdään myös ylläpitoa alueilta, joilta on tehty vasta muutama vuosi sitten määräaikainen ajantasaistus, mutta alueelta on

kuitenkin tullut uusi ilmakuvaus. Ylläpitotyö on muuten samanlainen kuin määräaikaisen ajantasaistuksen työ, mutta siinä ei tehdä maastokartoitusta. (Nevalainen 2016.)

Jatkuvassa ajantasaistuksessa päivitetään teitä ja rakennuksia sekä hallintorajoja (Maanmittauslaitos 2016d). Vihjetietoa näihin saadaan muun muassa kuntien kantakartta-aineistoista ja Liikennevirastolta (Väisänen 2015). Jatkuvassa ajantasaistuksessa hyödynnetään myös ne kuvat, joista ei ole saatavilla stereomalleja. Lisäksi Maanmittauslaitokselle voi lähettää karttapalautteita, joita korjataan jatkuvassa ajantasaistuksessa. (Aalto 2015.)

Maastotietotuotantoprosessissa toimii myös aineistotiimi, joka muodostuu jatkuvan ajantasaistuksen tekijöistä. Aineistotiimissä käsitellään Maanmittauslaitoksen ulkopuolisia aineistoja. Aineistoja tulee muilta organisaatioilta kuten kunnilta, Metsäkeskukselta, Metsähallinnolta, Metsäyhtiöltä, Liikennevirastolta, sähkönjakeluyhtiöltä, Fingridiltä, Suomen ympäristökeskukselta, Elinkeino-, liikenne- ja ympäristö-keskuksilta, Vapolta, Gasumilta, Museovirastolta, Puolustusvoimilta sekä suunnittelufirmoilta ja paikkatietoalan yrityksiltä. Lisäksi tiimi on yhteydessä myös muiden tuotannon aineistotiimeihin ja tekee niiden kanssa yhteistyötä. (Väisänen 2015.)

Aineistotiimi hankkii tarvittavat digitaaliset aineistot MARA-prosessiin eli määräaikaisen ja jatkuvan ajantasaistuksen kohteisiin, kuten rakennuksiin, sähkölinjoihin ja tiestöön. Tiimi hoitaa myös ulkopuolisten aineistojen käsittelyn sekä aineistojen tallennuksen ja jatkolähettyksen. Aineiston käsittelijällä täytyy aina olla tieto aineiston laadusta sekä sen sisällöstä. (Väisänen 2015.)

### 3 MAASTOTIETOJÄRJESTELMÄ

#### 3.1 Maastotietojärjestelmä

Maastotietojärjestelmä (MTJ) on tieto-, palvelu- ja toimintakokonaisuus, joka toimii kansallisen paikkatietoinfrastruktuurin perustana. Sen avulla voidaan hallita, jakaa ja tuottaa perusmaastotietoa ja -karttoja. MTJ on julkisen hallinnon perustietovaranto, muun muassa väestö- sekä yhteisö- ja yritysrekisterin ohella. Maastotietojärjestelmä mahdollistaa perusrekisteritietojen liittämisen todelliseen maantieteelliseen ympäristöön kartoissa, paikkatietoanalyyseissa ja erilaisissa sähköisissä asiointipalveluissa. Perustana MTJ:llä toimivat nykyiset tietovarannot, lainsäädäntö, julkisen hallinnon suositukset sekä standardit. (Maa- ja Metsätalousministeriö 2010, 8,9.)

Maastotietojärjestelmään kuuluvat valtakunnallinen koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä sekä maastotietokanta ja siihen liittyvät tiedonhallintajärjestelmät. Lisäksi MTJ sisältää maastotietokantaan kerätyt tietoaineistot- ja tuotteet sekä MTK:n ylläpitoa varten ylläpidetyt palvelut vihjetietojen saamiseksi. Maastotietojärjestelmään kuuluvat myös ne tieto- ja palvelutuotteet, joita MTJ:n hallinnoija tuottaa maastotietokannasta sen käyttöön saattamiseksi ja käytettävyyden helpottamiseksi. (Maa- ja Metsätalousministeriö 2015, 9.)

Maastotietojärjestelmä mahdollistaa yleisen paikkatietojen käyttöönoton eri toimialoilla, esimerkiksi Liikennevirastossa ja Puolustusvoimissa. Myös esimerkiksi pelastustoimessa, ympäristöhallinnossa, opetuksessa ja kriisivalmiudessa käytetään valtakunnallisia maastotietoja. (Maa- ja Metsätalousministeriö 2010, 10.)

#### 3.2 Maastotietokanta

##### 3.2.1 Yleistä

Maanmittauslaitoksen maastotietokanta on maastotietojärjestelmän tärkeä ja keskeinen osa ja on koko Suomen kattava maastoa kuvaava aineisto. Maastotietokantaa käytetään karttatuotteiden raaka-aineena, rakentamisen suunnitte-

lussa, kaavoituksissa ja erilaisissa ympäristöön liittyvissä tutkimuksissa ja seurannoissa. Mittakaava maastotietokannassa on 1:5000-1:10000. (Maanmittauslaitos 2016d.)

Maastotietokantaa ylläpidetään Jako/MTJ-sovelluksella, joka perustuu Small-world GIS -paikkatieto-ohjelmistoon (Maanmittauslaitos 2016c, 4). MTK:n kohteet on jaettu loogisiin osakokonaisuuksiin. Kohteilla on yhteyksiä, niin oman, kuin eri ryhmän kohteisiin. Esimerkiksi muuntajan ja sähkölinjan täytyy olla aina yhteydessä toisiinsa. Kohteet on jaoteltu maastotietokannassa seuraavalla tavalla:

1. Tiestö
2. Rautatiestö
3. Vesikulkuväylästä
4. Johtoverkosto
5. Maasto/1
6. Maasto/2
7. Rakennukset
8. Korkeussuhteet
9. Erityiskäyttöalueet
10. Suojelukohteet
11. Hallinnollinen jaotus
12. Kiintopisteet
13. Paikannimet
14. Selitteet
15. Karttasymbolit
16. Taajaan rakennetut alueet
17. Osoitepisteet
18. Muut kohteet (Maanmittauslaitos 2016c, 5)

### 3.2.2 Sähköverkosto Maastotietokannassa

Sähköverkosto on yksi johtoverkoston osa. Johtoverkosto sisältää johtomaiset energian ja eri olomuotoisten aineiden siirtoon tarkoitetut verkot ja niihin liittyvät laitteet. Johtoverkosto on jaoteltu eri kohderyhmiin seuraavalla tavalla:

- Muuntaja
- Muuntoasema
- Putkijohdon symboli
- Putkijohto
- Suurjännitelinjan pylväs
- Sähkölinja
- Sähkölinjan symboli
- Vedenottamo
- Vesitorni (Maanmittauslaitos 2016c, 6)

Näistä kohteista sähkölinja, sähkölinjan symboli, suurjännitelinjan pylväs, muuntaja ja muuntoasema kuuluvat sähköverkostoon. Sähkölinja on kiinteä sähkön johtamiseen tarkoitettu johto- tai kaapeliyhteys. Kaikki yli 110 kilovoltin (kV) sähkölinjat kuvataan maastotietokannassa. Haja-asutusalueella kuvataan myös 20–110 kV:n ilmajohdot. Lisäksi maastotietokannassa kuvataan kaikki yli 20 kV:n vedenalaiset kaapelit. Sähköverkko tallennetaan loogisena verkkona, aina silloin kun se on mahdollista. Maakaapeleita ei tallenneta maastotietokannassa. Sähkölinjalle, jonka jännite on 110 kV tai sitä suurempi, tallennetaan suurjännitelinjan pylväs pisteenä. Sähkölinja varustetaan sähkölinjan symbolilla kartografisesti sopiviin kohtiin keskimäärin kilometrin välein. Näin ollen karttajulkaisussa on helppompaa löytää sähkölinjat. (Maanmittauslaitos 2016c, 32–33.)

Muuntaja on sähköverkon kiinteä laite, jolla muutetaan sähkövirran jännitettä. Kaikki vähintään 20 kV sähkölinjaan liittyvät muuntajat kuvataan MTK:ssa (Kuvio 4). (Maanmittauslaitos 2016c, 30–31.)





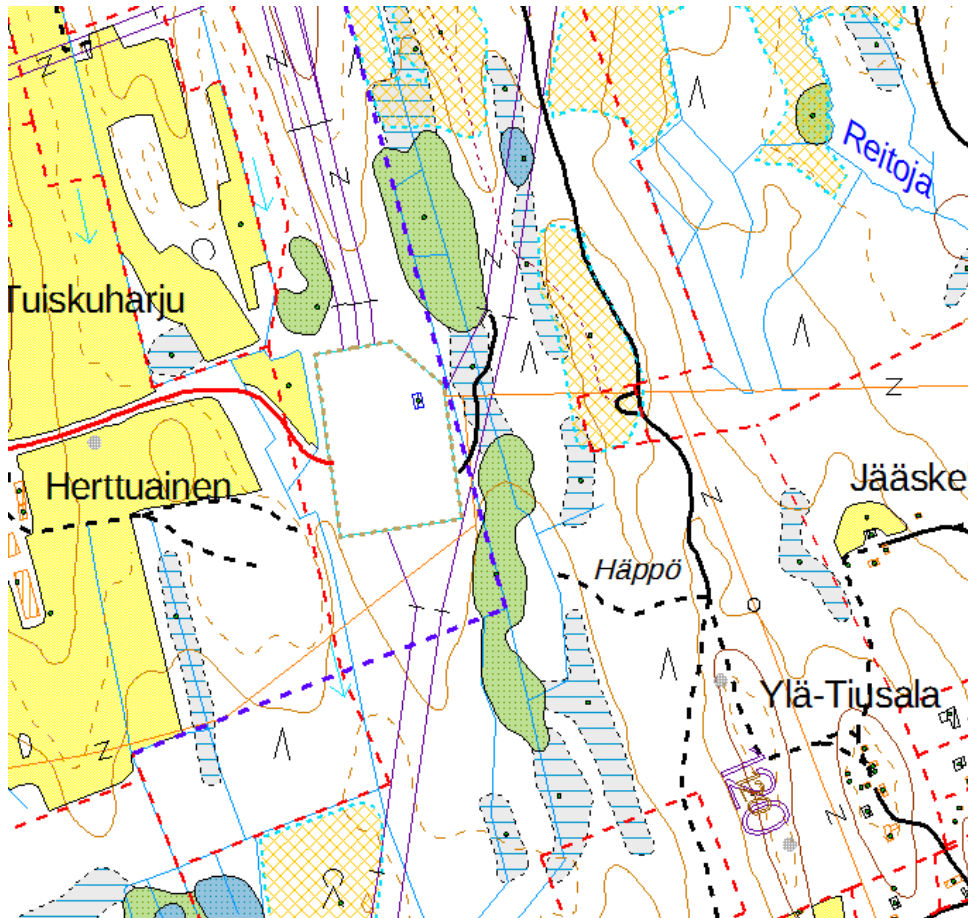
Kuvio 4. Maastotietokanassa kuvattava 20 kV pylväsmuuntamo (Kärnä 2015)

Kuitenkaan pieniä koppimuuntajia ei kuvata (Kuvio 5). Isot ja merkittävät muuntajarakennelmat, jotka eivät kuitenkaan ole rakennuksia, kuvataan muuntaja-kohteena, vaikkeivat olisikaan yhteydessä sähkölinjaan. Muuntaja tallennetaan pisteenä rakennelman keskipisteen mukaisesti. (Maanmittauslaitos 2016c, 31.)



Kuvio 5. Koppimuuntamo, ei kuvata maastotietokanassa (Mäki 2009)

Muuntoasema on aidattu kenttä, joka sisältää sähkön muuntamiseen ja jakeluun käytettäviä laitteita. Kaikki muuntoasemat kuvataan maastotietokannassa. Muuntoaseman reunaviiva tallennetaan sulkeutuvana viivana ympäröivän aidan kohdalle (Kuvio 6). Muuntoaseman reunaviiva kuvataan lisäksi aitana. (Maanmittauslaitos 2016c, 31.)



Kuvio 6. Visulahden muuntoasema maastotietokannassa

Muuntoaseman alueella olevat rakennukset ja rakennelmat tallennetaan erikseen. Muuntoasemaviiva katsotaan osaksi sähköverkkoa ja muuntoasemaviiva voi yhdistyä sähkölinjoihin. Sähkölinjoja ei kuitenkaan kuvata maastotietokannassa muuntoaseman sisällä erikseen. (Kuvio 7; Maanmittauslaitos 2016c, 31.)



Kuvio 7. Visulahden muuntoasema (Järvinen 2013)

### 3.3 Kansallinen maastotietokanta

Kansallinen maastotietokanta (KMTK) on laaja hanke, joka tapahtuu yhteistyössä kuntien, valtionhallinnon eri organisaatioiden sekä yksityisen sektorin kanssa. Se on osa hallitusohjelmaan liittyvää Digitalisoidaan julkiset palvelut kärkihankeen osakokonaisuutta, jota kutsutaan nimellä Julkisen hallinnon yhteinen paikkatietoalusta. Paikkatietoalustahanke käynnistyi vuoden 2017 alussa. Hankkeessa toteutetaan julkisen hallinnon yhteinen paikkatietoalusta, jonka avulla eri toimijat voivat tuoda keräämiään paikkatietoja osaksi yhteiskäyttöistä tietovarantoa ja tämän myötä saattaa paikkatiedot tarjolle eri käyttötarkoituksiin. (Valtioneuvosto 2017.) Hankkeen tavoitteena on tuoda julkishallinnon keskeiset paikkatietoaineistot paremmin saataville ja alusta tarjoaa jatkossa myös INSPIRE-direktiivin mukaiset palvelut. Hanke koostuu kahdeksasta osahankkeesta, joista yksi on KMTK (Kuvio 8). Ensimmäisen vaiheen on tarkoitus valmistua tammikuussa 2019. (Maa- ja Metsätalousministeriö 2017.)

## Paikkatietoalustahanke (MMM)

### Osakokonaisuudet



Kuvio 8. Paikkatietoalustan osakokonaisuudet (Maanmittauslaitos 2017)

Tavoitteena KMTK:ssa on luoda Suomeen yhtenäinen ja nykyajan tarpeita vastaava digitaalinen tietokanta, jossa on oleellimmat paikkatiedot. Tavoitteena ei ole siis luoda kokonaan uusia paikkatietoja, vaan pikemminkin yhdistää jo olemassa olevia tiedontuottajien ylläpitämiä paikkatietoja. KMTK muodostuu erilaisista projekteista ja työpaketeista, joissa suoritetaan käytännön työ. (Maanmittauslaitos 2016e.)

Tämän hetken kaksiulotteisesta (2D) maailmasta siirrytään kolmiulotteiseen (3D) maailmaan, ainakin rakennusten osalta. Tämä mahdollistaa kaupunkimallien luomisen. (Maanmittauslaitos 2016e.) KMTK:ssa osasta kohteista tulee myös nelikulotteisia (4D), jolloin jokainen kohde saa yksilöivän tunnuksen, minkä avulla historiatietojen hallinnointi ja tietojen yhdistely mahdollistuvat. (Maanmittauslaitos 2016f.)

Virtuaalinen ja kolmiulotteinen suunnittelu helpottaa kuntalaisten osallistumista suunnitteluun (Maanmittauslaitos 2016e). Se lisää myös asiakastytyvyyttä ja

aineistojen käyttöä, sillä ne ovat saatavilla helposti yhdestä paikasta. Päällekkäinen työ vähentyy ja toiminta tehostuu, kun toimijat voivat keskittyä omaan ydinosaamiseensa. (Maanmittauslaitos 2016f.)

KMTK perustuu avoimeen lähdekoodiin, mikä mahdollistaa useiden eri yritysten osallistumisen sen kehittämiseen. Tämä auttaa välttämään ohjelmalisenssimaksuja ja mahdollista toimittajarippuvuutta. Tietojen ylläpito KMTK:ssa tai KMTK:aan liittyminen on tiedontuottajille ilmaista. (Maanmittauslaitos 2016f.)

Yksi osa-alue hankkeessa on miettiä, mitkä ovat olennaisia kohteita maastotietokannassa, onko jotain, mitä pitäisi ottaa pois ja onko taas jotain, mitä pitäisi lisätä. Esimerkiksi sähköverkoston kohdalla olennainen kysymys voisi olla, pitäisikö myös maakaapelit tai erillisten koppimuuntajien näkyä maastotietokannassa. Maakaapeleiden näkymisessä yleisesti kaikille olisi oma riskinsä, sillä niitä ei kuitenkaan saa täysin sijaintitarkasti kartalle, joten ihmiset saattaisivat liikaa luottaa karttaan ja kaivaa ilman lupaa. Lisäksi aihe sisältää turvallisuuspoliittisia riskejä. Sähköyhtiötkään eivät kannata maakaapeleiden kuvaamista kaikille riskien vuoksi (Huttunen 2016a). Tässä asiassa voitaisiinkin miettiä, kuvattaisiinko kohde näkyviin vain tietylle ryhmälle.

Lisäksi voidaan pohtia, pitäisikö alle 20 kV linjoja kuvata. Myös muiden toimijoiden tarpeita sähköverkoston osalta tulee pohtia ja tarkastella, sillä esimerkiksi Metsä Group on perustanut sähköverkostolle oman paikkatietojärjestelmän, sillä peruskartat eivät olleet tarpeeksi tarkkoja heille (Ilkka 2015). KMTK:ssa mietitään myös, miten tietoja olisi kustannustehokkainta kerätä ja ylläpitää. Monen organisaation, yhtiön tai yrityksen ei siis ole järkevää tehdä samoja asioita, vaan yhden toimijan on järkevintä hoitaa kokonaisuudessaan yksi osa-alue. (Maanmittauslaitos 2016f.)



## 4 MAANMITTAUSLAITOKSEN MAASTOTIETOJEN LAATUMALLI

### 4.1 Yleistä

Maanmittauslaitoksen maastotietojen laatumallissa kuvataan eri laatutekijöiden mittausta sekä sitä, mistä tekijöistä numeeristen maastotietojen laatu muodostuu. Laatumallissa annetaan myös laatuvaatimukset numeerisessa karttatuotannossa käytettäville maastotiedoille. (Maanmittauslaitos 1995, 4.) Laatumallia muutettiin vuonna 2004 niin, että kohteiden sijaintitarkkuudelle asetetaan tuotantoprosessin sisäinen tavoite ja ulkoinen asiakaslupaus. Sisäinen tavoite on, että 95 prosenttia kohteista on sijaintitarkkuudeltaan parempia kuin laatumallissa määritellyt raja-arvot. Ulkoinen asiakaslupaus taas on, että kohteiden sijainnin keskivirheet ovat parempia kuin laatumallin raja-arvot. (Maanmittauslaitos 2004.)

Laatumallissa maastotiedot jaetaan laatuluokkiin A ja B, perustuen sijaintitarkkuuteen (Maanmittauslaitos 1995, 5). Vuodesta 2008 asti koko maastotietokanta on ollut A-laatuluokan mukainen (Väisänen 2017). Useimmiten laatuluokan A tiedot kerätään stereokojekartoituksella, kun taas luokan B tiedot ovat kerätty digitoimalla graafisista peruskartoista (Maanmittauslaitos 1995, 5).

Maastotietojen laatuvaatimukset asetetaan sijaintitarkkuudelle, kuvailevalle ominaisuustiedolle, kattavuudelle, ajantasaisuudelle, ajoittavalle ja yksilöivälle ominaisuustiedolle sekä eheystiedolle. Sijaintitiedon laatu muodostuu koordinaatti-, geometria- ja topologiatiedon laadusta. Koordinaattitiedon laatu on kohteen sijaintikeskivirhe, joka kuvaa pisteen tasosijainnin keskivirhettä. Keskivirhe määrittyy identifiointiluokan (ID) mukaan, eli kuinka tarkasti kohteiden sijainti on yleensä osoitettavissa maastossa, sekä sijainnin määrittämismenetelmän perusteella (Taulukko 1). Geometriatiedon laatu kuvaa, kuinka hyvin kohteen geometrinen kuvaus on yhteneväinen kohteen kanssa. Topologiantiedon laatu taas kuvaa sen, kuinka hyvin geometriset kohteet on sovitettu tietokannassa yhteen. (Maanmittauslaitos 1995, 6–9, 11.)

Taulukko 1. Identifiointiluokat (Maanmittauslaitos 1995, 8)

ID	IDENTIFIOITAVUUS
1	Kohteen sijainnin identifioitavuus on erinomainen. Tyypillisesti kohde on pistemäinen ihmisen tekemä kohde.
2	Kohteen sijainnin identifioitavuus on hyvä. Tyypillisesti kohde on joko pistemäinen tai viivamainen ihmisen tekemä kohde.
3	Kohteen sijainnin identifioitavuus on tyydyttävä.
4	Kohteen sijainnin identifioitavuus on heikko. Tyypillisesti kyseessä on luonnonkohde.

Kuvailevan ominaisuustiedon laadulla tarkoitetaan sitä, kuinka suuri osuus kohteiden kuvailevista ominaisuustiedoista on oikein. Sen tunnuslukuna käytetään AQL-lukua, mikä tarkoittaa kuvailevaa tietoa sataa yksikköä kohden (Taulukko 1). (Maanmittauslaitos 1995, 10.)

Taulukko 2. Kuvailevien ominaisuustietojen AQL-luvut (Maanmittauslaitos 1995, 12)

AQL	TARKOITAA
1	yksi virheellinen kuvaileva tieto sataa yksikköä kohden
4	neljä virheellistä kuvailevaa tietoa sataa yksikköä kohden
15	viisitoista virheellistä kuvailevaa tietoa sataa yksikköä kohden

Kattavuuden laadulla kuvataan sitä, miten kattavasti maaston kohteet ovat havaittu tai tallennettu tietokantaan kohdemallin mukaisesti. Kohdemalli määrittelee, mitä tietoja Maanmittauslaitos maastosta kerää. Kattavuuden laadussa tarkastellaan, miten paljon kohteita puuttuu tietokannasta sekä sitä, kuinka paljon tietokannassa on sellaisia kohteita, joita ei ole maastossa. Myös kattavuutta kuvataan AQL-luvulla, mikä tarkoittaa kohdemallin mukaisia puuttuvia kohteita sataa yksikköä kohden (Taulukko 2). (Maanmittauslaitos 1995, 6,12.)

Taulukko 3. Kattavuuden AQL-luvut (Maanmittauslaitos 1995, 13)

AQL	TARKOITAA
1	yksi puuttuva kohdemallin mukainen kohde sataa yksikköä kohden
4	neljä puuttuvaa kohdemallin mukaista kohdetta sataa yksikköä kohden
15	viisitoista puuttuvaa kohdemallin mukaista kohdetta sataa yksikköä kohden

Ajantasaisuuden laadulla tarkoitetaan sitä, miten hyvin tarkasteltava kohdejoukko toteuttaa sille asetetun ajantasaisuustavoitteen, joka ilmaistaan ajantasaistamisvälinä vuosissa. Ajoittavan tiedon laadulla tarkoitetaan aineistopäiväyksen oikeellisuutta eli sitä, miten hyvin voidaan määrittää se ajankohta, jonka mukaisina kohteiden tiedot tietokannassa ovat. Peruskartasta digitoiduilla kohteilla aineistopäiväys on joko kartan ilmakuvausvuosi, kartoitusvuosi tai ajantasaistusvuosi. Kartoituksella kerättyjen kohteiden aineistopäiväys on maastotarkastusvuosi vuosittain ajantasaistetuilla kohteilla. Viiden vuoden välein ajantasaistetuilla kohteilla se on ilmakuvaus- tai maastotarkastusvuosi. Muista tietolähteistä kerättyjen kohteiden osalta aineistopäiväys on tiedontuottajan ilmoittama hetki. (Maanmittauslaitos 1995, 6, 11–12.)

Yksilöivän tiedon laadulla tarkoitetaan sitä, kuinka suuri osuus tietokannan kohteista on luokiteltu oikeaan kohdemallin mukaiseen kohdetyyppiin. Tietojen eheydellä kuvataan sitä, täyttääkö tietokantaan kerätyt kohteet tarvittavat vaatimukset. (Maanmittauslaitos 1995, 10.)

#### 4.2 Ulkopuolisten aineistojen laatuvaatimukset

Ulkopuolisista aineistoista, kuten esimerkiksi sähköyhtiön aineistoista, on selvitettävä kattavuus, ulottuvuus, tietosisällön määrittelyt, ajantasaisuus, sijaintitarkkuus, koordinaattijärjestelmä sekä se, ovatko tiedot graafisia vai numeerisia. Tiedoista tulee myös selvittää, ovatko tiedot MML:n kohdemallin mukaisia, tai mahdollisesti johdettavissa MML:n kohdemallin mukaisiksi kohteiksi sekä tuleeko yhteensovittamisongelmia muiden aineistojen kanssa. Kun aineistoja hyödynnetään, tulee huomioida niiden käytön luovutusehdot sekä vaihtoehtoiset tiedonkeruumenetelmät sekä niiden kapasiteetti. (Maanmittauslaitos 1995, 29.)

Ennen aineiston käyttöönottoa tulee vastuuhenkilön tarkistaa ja hyväksyä laatuominaisuuden sijainti- ja ominaisuustiedoille sekä kohteiden kattavuudelle ja ajantasaisuudelle asettamat vaatimukset. Jos asetetut vaatimukset täyttyvät vain osittain, täytyy vastuuhenkilön luovutusehtojen neuvottelun yhteydessä sopia aineiston päivityksen työnjaosta aineiston omistajan kanssa. (Maanmittauslaitos 1995, 29.)



Ulkopuolisten aineistojen laatua ja kattavuutta ei saa huonontaa, muuttaessa niitä maastotietojärjestelmän kohdemallin edellyttämään muotoon. Myös aineistojen käytöstä aiheutuvia kustannuksia on seurattava erittäin tarkasti. (Maanmittauslaitos 1995, 29.)

#### 4.3 Sähköverkoston laatuvaatimukset

Sähköverkoston laatuvaatimukset on määritelty Maanmittauslaitoksen laatumallissa (Taulukko 4). Kaikkien sähköverkoston sijaintitarkkuuden tulisi olla A-laatumallin mukaisia, eli tallennettu maastotietokantaan kolmen metrin tarkkuudella. Muuntajan kattavuuden AQL-luku on 15 eli maastotietokannassa saa olla 15 puuttuvaa muuntajaa 100 muuntajaa kohden. Muuntoaseman, sähkölinjan ja suurjännitelinjan pylvään kattavuuden AQL-luku on neljä eli maastotietokannassa on sallittu neljä puuttuvaa kohdetta sataa yksikköä kohden.

Taulukko 4. Sähköverkoston laatuvaatimukset (Maanmittauslaitos 1995, 16)

KOHDERYHMÄ Kohde -ominaisuustieto <i>sallittu arvo</i>	ID- luokka	SIJAINITARKKUUS (m) laatuluokittain		KUIVAILEVAN TIEDON OIKEELLISUUS (AQL)	KATTAVUUS suhteessa kohdemalliin (AQL)	TIEDON ALKUPE- RÄ (jos muu kuin maas- to)
		A	B			
<b>Muuntaja</b>	2	3	12.5		15	
<b>Muuntoasema</b>	2	3	12.5		4	
<b>Suurjännitelinjan pylväs</b>	2	3	12.5		4	
- suunta						
<b>Sähkölinja</b>					4	
- vertikaalisuhde				1		
<i>pinnan alla</i>						
<i>pinnan yllä</i>						
- jänniteluokka				1		
<i>jakelujännite</i>	2	3	12.5			
<i>suurjännite</i>	2	3	12.5			

Sähkölinjojen jänniteluokan kuvailevan ominaisuustiedon AQL-luku on yksi, eli on sallittu yksi virheellinen sähkölinjan jänniteluokan kuvaus sadan sähkölinjan

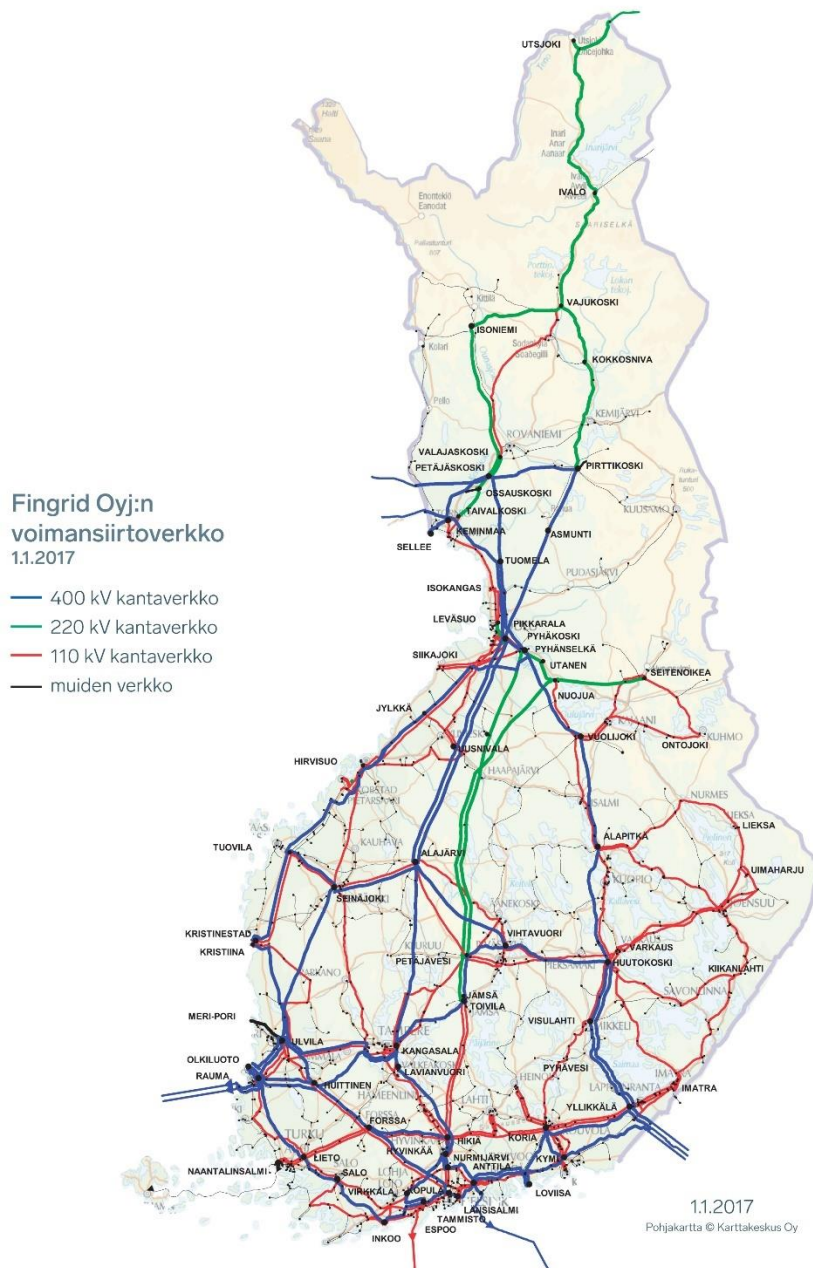
jänniteluokan kuvauksesta. ID-luokka on muuntajilla, muuntoasemalla ja suurjännitelinjan pylvällä kaksi, eli niiden identifioitavuus on hyvä sekä kohteet ovat helposti havaittavissa maastosta. (Maanmittauslaitos 1995, 16.)

Laatumallin antamia vaatimuksia sähköyhtiöiden aineistojen kohdalta on tutkittu nykyisin ilmakuviin ja maastotarkastusten avulla. Kattavuutta on tutkittu maastotarkastuksilla ja paikallistuntemuksella sekä uusilla ilmakuvilla. Ominaisuustietojen laatua on puolestaan tutkittu maastotarkastusten avulla. Sähköyhtiöiden aineistojen laatua korjataan tekemällä viivojen yhdistämisä ja solmuttumisia, jotta se sopisi maastotietokantaan. (Väisänen 2016.)

## 5 SÄHKÖVERKOSTO SUOMESSA

### 5.1 Yleistä

Sähköverkko koostuu valtakunnallisesta 110–400 kV:n kantaverkosta, josta huolehtii Fingrid Oyj, erillisistä 110 kV:n alueverkoista sekä paikallisten sähköyhtiöiden hallitsemista 0.4–70 kV:n jakeluverkoista (Energiavirasto 2016). Kantaverkko huolehtii Suomen päävoimansiirrosta (Fingrid 2017).



Kuvio 9. Suomen kantaverkko (Fingrid 2017)

Suomessa on nykyisin noin 80 sähköjakeluverkon haltijaa sekä 13 suurjännitteisen jakeluverkon haltijaa (Energiavirasto 2016; Kuvio 10). Suurimpia sähköjakelunverkkoyhtiöitä asiakasmäärältään ovat Caruna Oy, Elenia Oy ja Helen Sähköverkot Oy (Energiavirasto 2015). Suurin osa sähköjakeluverkon haltijoista on pieniä yhtiöitä, joilla on hallussa vain pieni maantieteellinen alue. Nämä pienet yhtiöt toimivat usein vain yhden kunnan alueella ja palvelevat muutamaa tuhatta asiakasta. Isoimmat yhtiöt ulottuvat usein usean kunnan alueelle ja saattavat toimia monellakin erillisellä alueella, kuten Caruna Oy. Poikkeuksena on kuitenkin suurten kaupunkien yhtiöt, kuten Helen Sähköverkko Oy, jossa maantieteellinen alue ei ole suuri, mutta asiakasmäärä taas on. Suurin osa Suomen jakeluverkkoyhtiöistä on kunnan tai kuntaenemmistöisen osakeyhtiön omistuksessa. (Energiateollisuus 2014.)



Kuvio 10. Sähkøyhtiöiden maantieteelliset alueet (Yle 2013)

Sähköverkon ylläpitoon tarvitaan Energiaviraston myöntämä verkkolupa. Verkonhaltijoilla on verkon ylläpito- ja kehittämisvelvollisuus, sähkönkäyttöpaikkojen ja

tuotantolaitosten liittämismääräyksiä sekä sähkönsiirtovelvollisuus. He myös vastaavat sähköverkon kunnosta ja sähkön laadusta. Jakeluverkonhaltijalla on aina tietty maantieteellinen vastuualue, johon vain määrätty yhtiö saa rakentaa jakeluverkkoa. (Energiavirasto 2016.)

## 5.2 Sähkömarkkinalaki

Sähkömarkkinalain tavoitteena on turvata käyttäjälle sähkön toimintavarmuus, kilpailukykyinen sähkön hinta ja kohtuulliset palveluperiaatteet tehokkaasti, varmasti ja ympäristöystävällisesti toimivilla kansallisilla ja alueellisilla sähkömarkkinoilla sekä Euroopan unionin sisämarkkinoilla. Tämä on tarkoitus suorittaa terveellä ja taloudellisella kilpailulla ja tasapuolisilla palveluperiaatteilla. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 1:1 §.)

Sähkömarkkinalaki muuttui elokuussa 2013, jossa määrättiin sähköverkon toimintavarmuudesta. Tämä on aiheuttanut sähköyhtiöissä paineen siirtää sähkölinjoja teiden varsiin ja muuttaa niitä maakaapeleiksi. Maakaapeloinnin määrän odotetaan kasvavan vuoden 2019 loppuun mennessä 44 prosenttiin. Vuonna 2014 kaapeloinnin määrä oli 29 prosenttia. (Energiateollisuus 2014.) Lakimuutos on vaikuttanut siihen, että monet yhtiöt ovat joutuneet nostamaan sähkön siirron perusmaksuja, sillä maakaapelointia ja siirtoja joudutaan tekemään paljon ja nopealla tahdilla ja se kasvattaa kustannuksia. Esimerkiksi Järvi-Suomen Energiassa sähkön siirron maksut kasvavat kerrostaloasujalla noin 3,3 euroa kuukaudessa ja omakotiasujalla noin 7 euroa kuukaudessa. (Energia uutiset 2016.)

Suurjännitteisen jakeluverkon toiminnan laatuvaatimuksena on, että verkko täyttää järjestelmävastaavan kantaverkonhaltijan asettamat verkon käyttövarmuutta ja luotettavuutta koskevat vaatimukset. Verkon toiminta ei saisi myöskään häiriytyä sähköjohtojen päälle kaatuvista tai johtokadulla kasvavista puista. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 6:50 §.)

Jakeluverkon osalta muutos velvoittaa, että vuoden 2028 loppuun mennessä jakeluverkon vioittuminen myrskyn tai lumikuorman seurauksena ei saisi asema-kaava alueella aiheuttaa yli kuuden tunnin sähkönjakelukeskeytystä eikä haja-

asutusalueella yli 36 tuntia kestäväää sähköjakelukeskeytystä. Poikkeuksia ovat olosuhteet, joissa käyttöpaikka sijaitsee saarella, johon ei ole siltaa tai muuta vastaavaa kiinteää yhteyttä tai säännöllisesti liikennöitävää maantielauttayhteyttä. Lisäksi, jos käyttöpaikan vuotuinen sähkönkulutus on ollut kolmen edellisen kalenterivuoden aikana enintään 2500 kilowattituntia ja investointien kustannukset olisivat käyttöpaikan osalta poikkeuksellisen suuret etäisen sijainnin vuoksi, jakeluverkkoa ei tarvitse muuttaa. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 6:51§.)

Vaatimusten on täytyttävä viimeistään vuoden 2019 loppuun mennessä vähintään 50 prosentilla jakeluverkon käyttäjistä ja viimeistään vuoden 2023 loppuun mennessä 75 prosentilla jakeluverkon kaikista käyttäjistä. Vapaa-ajan asuntoja ei kuitenkaan lasketa tähän mukaan. Sähköjakeluverkonhaltijat voivat hakea Energiamarkkinavirastolta painavista syistä täytäntöönpanoaikaa 75 prosentin toteutumisessa vuoden 2025 loppuun asti ja erittäin painavista syistä vuoden 2028 loppuun asti. Sata prosenttista jakeluverkon muutosta koskevaa täytäntöönpanoaikaa voidaan jatkaa painavista syistä vuoden 2032 loppuun asti ja erittäin painavista syistä vuoden 2036 loppuun asti. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 17:119 §.)

Täytäntöönpanoajan jatkamisen edellytyksenä on, että jakeluverkonhaltija on osoittanut, että säädettyjen vaatimusten täyttäminen edellyttää jakeluverkonhaltijalta lain voimaantuloajan tilanteen mukaan määritettynä jakeluverkonhaltijoiden keskiarvoa merkittävästi suuremman osuuden keski- ja pienjännitejohtojen muuttamista ilmajohdoista maakaapeleiksi. Lisäksi jakeluverkonhaltija joutuu vaatimusten täyttämiseksi uusimaan ennenaikaisesti merkittävän määrän jakeluverkkoa. Hakemus täytäntöönpanoajan jatkamisesta on tehtävä viimeistään 31. päivänä joulukuuta 2017. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 17:119 §.) Jakeluverkonhaltijoiden on tehtävä kahden vuoden välein kehittämissuunnitelma siitä, kuinka nämä vaatimukset suoritetaan kussakin yhtiössä (Sähkömarkkinalaki 588/2013 6:52.1§).

## 5.3 Järvi-Suomen Energia

### 5.3.1 Tietoja yhtiöstä

Järvi-Suomen Energia on osa Suur-Savon Sähkö -konsernia (Kuvio 11). Konserni muodostuu emoyhtiö Suur-Savon Sähköstä sekä tytäryhtiöistä Järvi-Suomen Energiasta, Punkavoima Oy:stä sekä Keri-Energia Oy:stä. Järvi-Suomen Energia vastaa konsernissa energian siirrosta eli sähköverkoston suunnittelusta, rakennuttamisesta, käytöstä sekä kunnossapidosta. (Järvi-Suomen Energia 2013.) Suur-Savon Sähkö Oy on 59 prosenttisesti kuntaomistuksessa. Muita konsernin omistajia ovat yhteisöt ja yritykset, jotka omistavat 30 prosenttia, seurakunnat, jotka omistavat viisi prosenttia ja yksityiset omistajat, jotka omistavat kuusi prosenttia. (Huttunen 2016a.)



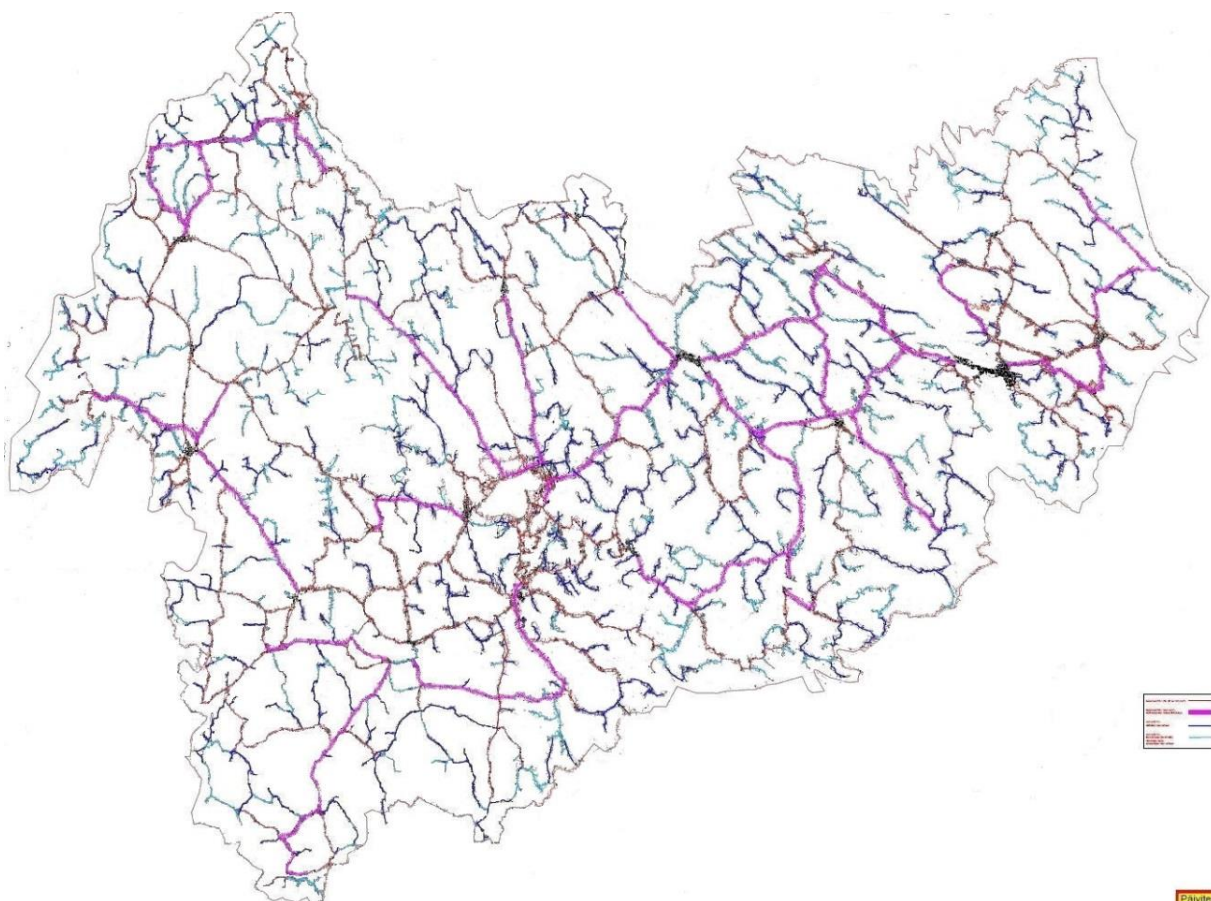
Kuvio 11. Järvi-Suomen Energian toiminta-alue (Järvi-Suomen Energia 2016)

Järvi-Suomen energia huolehtii 28 000 kilometristä sähköverkkoa. Energiaa yhtiö tarjoaa yli 100 000 taloudelle. Yhtiössä työskentelee 33 henkilöä. (Järvi-Suomen Energia 2016.)



### 5.3.2 Järvi-Suomen Energian prosessi

Järvi-Suomen Energiassa, niin kuin muissakin sähköyhtiöissä nykyisin, siirretään sähkölinjoja teiden varsiin ja maakaapeleiksi. Yhtiö aloitti sähköverkoston saneeraamisen metsistä teiden varsiin jo 1990-luvun alussa. Taajamien maakaapelointihanke aloitettiin vuonna 2012, jonka on tarkoitus olla valmiina 2020. Tämän jälkeen kaapelointihankkeita aloitetaan laajamittaisemmin myös haja-asutusalueella. Yhtiö on luonut tavoitesähköverkkokartan, joka pyritään toteuttamaan vuoteen 2028 mennessä (Kuvio 12). Järvi-Suomen Energia on kuitenkin hakenut vuoden 2028 täytäntöönpanoajasta lisäaikaa vuoteen 2036. (Huttunen 2016a.) Kuviossa 12 punaisella ja aniliininpunaisella on kuvattu maakaapelit sekä sinisellä ja vaaleansinisellä ilmajohdot. Tavoitesähköverkkokartta on siis malli sähköverkostosta, johon pyritään. Se toimii perustana eri projektien toteuttamiseen.



Kuvio 12. Järvi-Suomen Energian tavoitesähköverkko (Huttunen 2016b)

Suunnittelu- ja verkkotietojen ylläpito tulee konsulttityönä Rejrelsiltä Järvi-Suomen Energialle (Huttunen 2016a). Järvi-Suomen Energia budjetoi ja aikatauluttaa



projekteja, joista tilataan sähkötekniiset suunnitelmat Rejrelsiltä. Rejrels tekee projektin alueen mukaisen alustavan sähkötekniisen suunnitelman, josta yhtiö antaa palautetta ja tarvittavia muutosehdotuksia. Tämän jälkeen Rejrels viimeistelee suunnitelman. (Huttunen 2016b.)

Rejrelsin suunnitelman pohjalta projektille tehdään kilpailutus. Valittu urakoija tekee työhön maastosuunnittelun ja hankkii tarvittavat maanomistaja- ja viranomaisluvut. Tämän jälkeen voidaan aloittaa rakentaminen. Kun rakentaminen on tehty, voidaan tehdä verkon käyttöönotto. Rejrels dokumentoi ja ylläpitää Järvi-Suomen Energian verkkotietoja. Viimeisenä vaiheena projekti hyväksytään ja tehdään viranomaisraportointi Energiavirastolle. (Huttunen 2016b.)

## 6 SÄHKÖYHTIÖIDEN AINEISTOJEN KÄSITTELY MAANMITTAUSLAITOKSESSA

### 6.1 Aineiston käsittely

#### 6.1.1 Yleistä

Maanmittauslaitos käsittelee nykyisin noin 50 sähköyhtiön aineistoja (Maanmittauslaitoksen aineistotiimi 2016). Aineistot eroavat niin sijaintitarkkuudeltaan, tiedostomuodoiltaan kuin ominaisuustiedoiltaan. Aineistojen eroavaisuus johtuu pääosin yhtiön koosta ja siellä käytettävissä olevista resursseista.

Maanmittauslaitoksessa sähköyhtiöiden aineistoja käsitellään 3D-Win ohjelmalla. Se on kotimainen maastomittaustiedon tuottamiseen ja käsittelyyn tarkoitettu Windows-ohjelmisto, jota tuottaa 3D-system Oy. Tiedostoja voidaan lukea ja kirjoittaa monissa eri formaateissa, ohjelman oman tiedostomuodon lisäksi. (3D-system Oy 2016.) Maanmittauslaitos on valinnut 3D-Winin ohjelmistokseen, koska se soveltuu erinomaisesti aineistojen muokkaukseen ja formaattimuunnoksiin sekä on tuttu ohjelma monelle työntekijälle. Lisäksi ohjelma on suomalainen, joten yhtiön kanssa on helppo olla yhteistyössä. Vuosittaisissa yhteispalaverissa voidaan antaa kehitysehdotuksia ohjelmistolle, liittyen Maanmittauslaitoksen omiin tarpeisiin ja huomattuihin puutteisiin. (Väisänen 2017.)

Maanmittauslaitoksen sähköaineistojen käsittelyä tutkin lähettämällä kyselyn aineistotiimiläisille (Liite 1). Vastauksista tuli hyvin selville yhtiöiden eroavaisuudet verkoston sijaintitarkkuudessa, muuttuneiden kohteiden lähettämisessä ja ominaisuustiedoissa. Aineistot tulevat sähköyhtiöiltä pääasiallisesti joko kerran vuodessa tai tilaamalla tarpeen mukaan (Turpeinen 2016). Kuitenkin periaatteena on ottaa vuosittain aineistoa yhtiöstä. Suurimmalta osalta yhtiöistä aineiston saaminen on ilmaista, joiltakin yhtiöiltä tämä tietojen saaminen maksaa sovitun summan. Summa muodostuu lähinnä aineiston irrottamisen ja toimittamiseen liittyvistä kustannuksista. (Väisänen 2017.)

Sähköyhtiöiden aineistoja ladataan Maanmittauslaitoksessa niin määräaikaisen, kuin jatkuvankin ajantasaistuksen puolella. Tavoite kuitenkin olisi, että muutokset vietäisiin jatkuvan työnä ennen määräaikaisten tuotantosuunnitelmien luomista. Tällöin stereokartoittaja voisi vielä tarkistaa sähköverkoston tuoreelta ilmakuvalta, tietäen kuitenkin, että verkostotieto on ajantasaista tietoa. Lisäksi maastokartoitus tulisi myöhemmin alueelta, joten huomautelippuja voisi laittaa epäselviin kohtiin. Jos alueet eivät ole määräaikaisen tuotannon alueelta, huomautelippuja ei juurikaan lisätä ja maastokäyntejä pyritään välttämään. (Väisänen 2016.)

### 6.1.2 Sähköyhtiöiden lähettämät tiedostomuodot

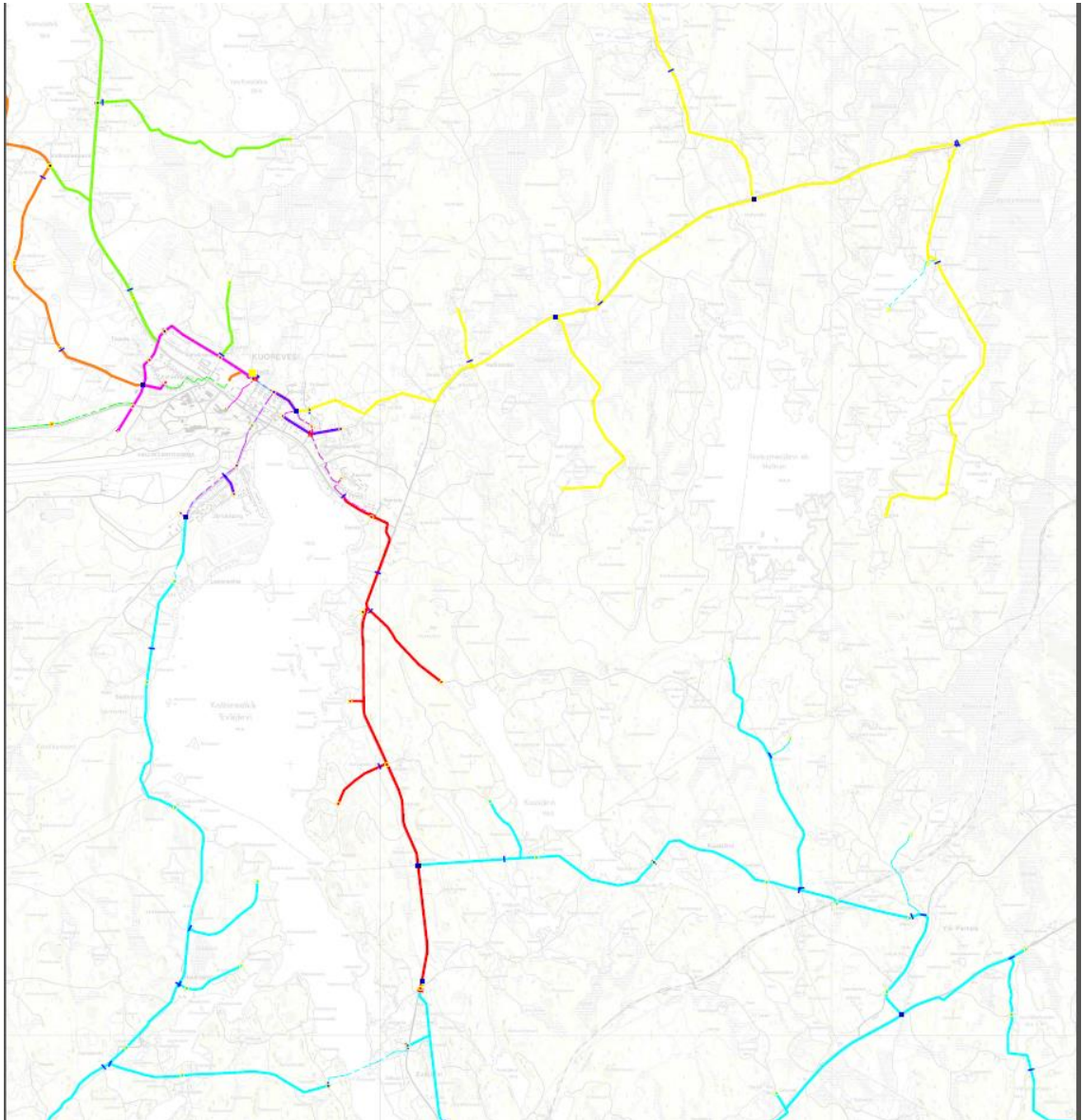
Tiedostomuotoja, mitä sähköyhtiöt lähettävät Maanmittauslaitokselle, on viittä erilaista: DXF, DWG, PDF, MID/MIF ja SHP (Maanmittauslaitoksen aineistotiimi 2016). Helpoin tiedostomuoto käsitellä on paikkatietoformaatti SHP tai MID/MIF, sillä viivoissa ja pisteissä on omat ominaisuutensa, mitkä auttavat aineiston muokkauksessa ja käsittelyssä. Esimerkiksi suurjännitelinjalla ja maakaapelilla on eri ominaisuustieto, joten koska Maanmittauslaitos ei kuvaa maakaapeleita, osataan ominaisuustiedon perusteella erotella maakaapelit pois aineistosta. (Väisänen 2016.)

Paikkatietoformaatteja on helpompi muokata kuin CAD-formaatteja, joita ovat DXF ja DWG (Väisänen 2016). Kuitenkin vain harva yhtiö lähettää tietoja SHP- tai MID/MIF- formaatissa ja suurin osa yhtiöistä lähettää aineistot joko CAD-formaateissa tai PDF-tiedostona. Tämä johtunee siitä, että sähköyhtiöiden sähköverkkoon liittyvät suunnitelmat tehdään CAD-pohjaisilla sovelluksilla, joten CAD-aineistojen irrottaminen on helpompaa ja luonnollisempaa. (Väisänen 2017.)

CAD-formaateista parempana pidetään DWG-formaattia, jossa aineiston saa jaettua paremmin osiin ja eri tasoihin, esimerkiksi saadaan eroteltua ilmajohdot ja maakaapelit (Annunen 2016; Kempainen 2016; Turpeinen 2016). DXF-formaattissa aineistoa ei pysty jakamaan muuta kuin värien mukaan ja viivat saattavat koostua useammasta eri osasta. Tämä aiheuttaa usein ongelmia yhtenäisen ja eheän geometrian luomiselle. Myös symbolikohteet, kuten muuntajat, muodostuvat usein lukuisista eri viivoista, kaarista ja pisteistä. Maastotietokantaan viedään

kuitenkin vain kohteen keskipiste ja sen poimiminen voi aiheuttaa ongelmia. DXF-formaatissa aineistoa lähettävät yhtiöt ovat usein jakaneet kohteet omiksi tiedostoiksi, kuten esimerkiksi muuntajat ja sähkölinjat. Kuitenkin myös DXF-muotoinen aineisto on kelvollista maastotietokannan päivitykseen, mikäli aineisto on jaettu MTK:n kohdemallin mukaisesti ja on geometrisesti eheää. (Väisänen 2017.)

Huonoin tiedostomuodoista maastotietokannan päivityksen näkökulmasta on PDF. PDF-tiedosto on käytännössä kuva ilman sijainti- tai ominaisuustietoja ja sitä ei voi käytännössä muokata lainkaan. Suurin osa pienistä yhtiöistä lähettää aineistonsa PDF-muodossa (Kuvio 13). PDF-muotoa käytetään enemmänkin vihetietona sähköverkostosta. PDF-tiedosto on mahdollista esitellä myös maastotietokannan taustaksi, jolloin voidaan digitoida tiedoston päälle. Tämä ei ole kuitenkaan tarkkaa tietoa ja vaatii siten vielä varmistusta sähkölinjojen paikoista stereokuvilta ja maastotarkastuksilla. (Väisänen 2016.)



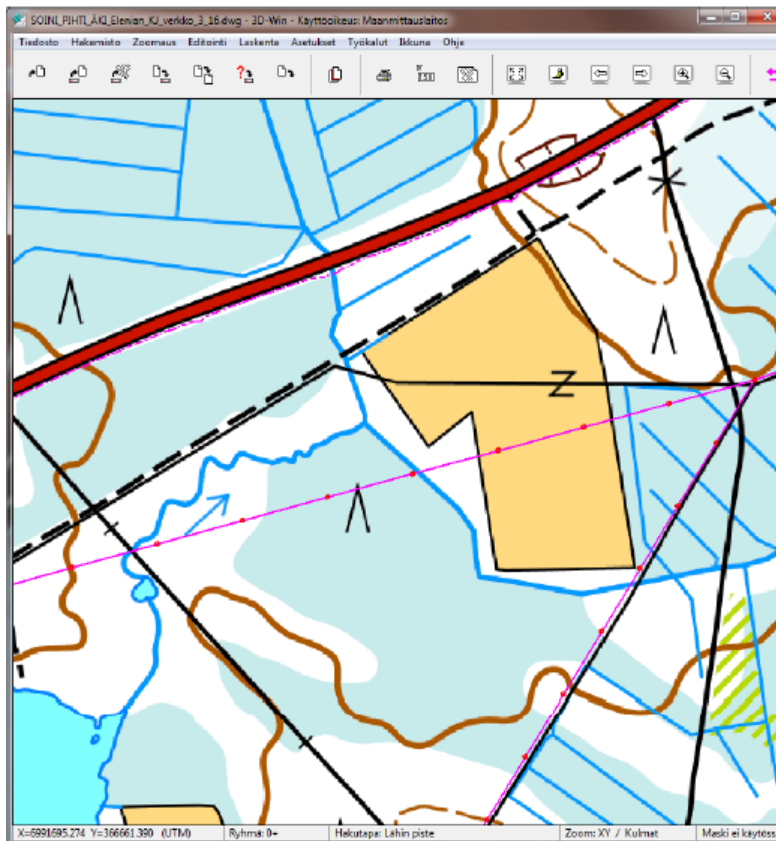
Kuvio 13. Esimerkki sähköyhtiön PDF-tiedostosta (Maanmittauslaitos 2016g)

### 6.1.3 Sähköyhtiöiden aineistojen sijaintitarkkuus

Sijaintitarkkuudet ovat joissakin yhtiöissä lähes kokonaan Maanmittauslaitoksen laatumallin mukaisia ja geometria on vietävissä maastotietokantaan sellaisenaan. Joissakin yhtiöissä taas aineiston sijaintitarkkuus ei noudata laatumallissa vaadittua tarkkuutta ja aineistoa käytetään enemmänkin vihjetietona, ja sähköverkon geometria on tällöin poimittava esimerkiksi ilmakuvilta tai maastomittauksena. (Väisänen 2017.)

Sähköyhtiöiden sijaintitarkkuus on suurimmaksi osaksi hyvä ja uudet linjat mitataan lähes kaikissa sähköyhtiöissä sijaintitarkasti. Poikkeuksia kuitenkin löytyy ja

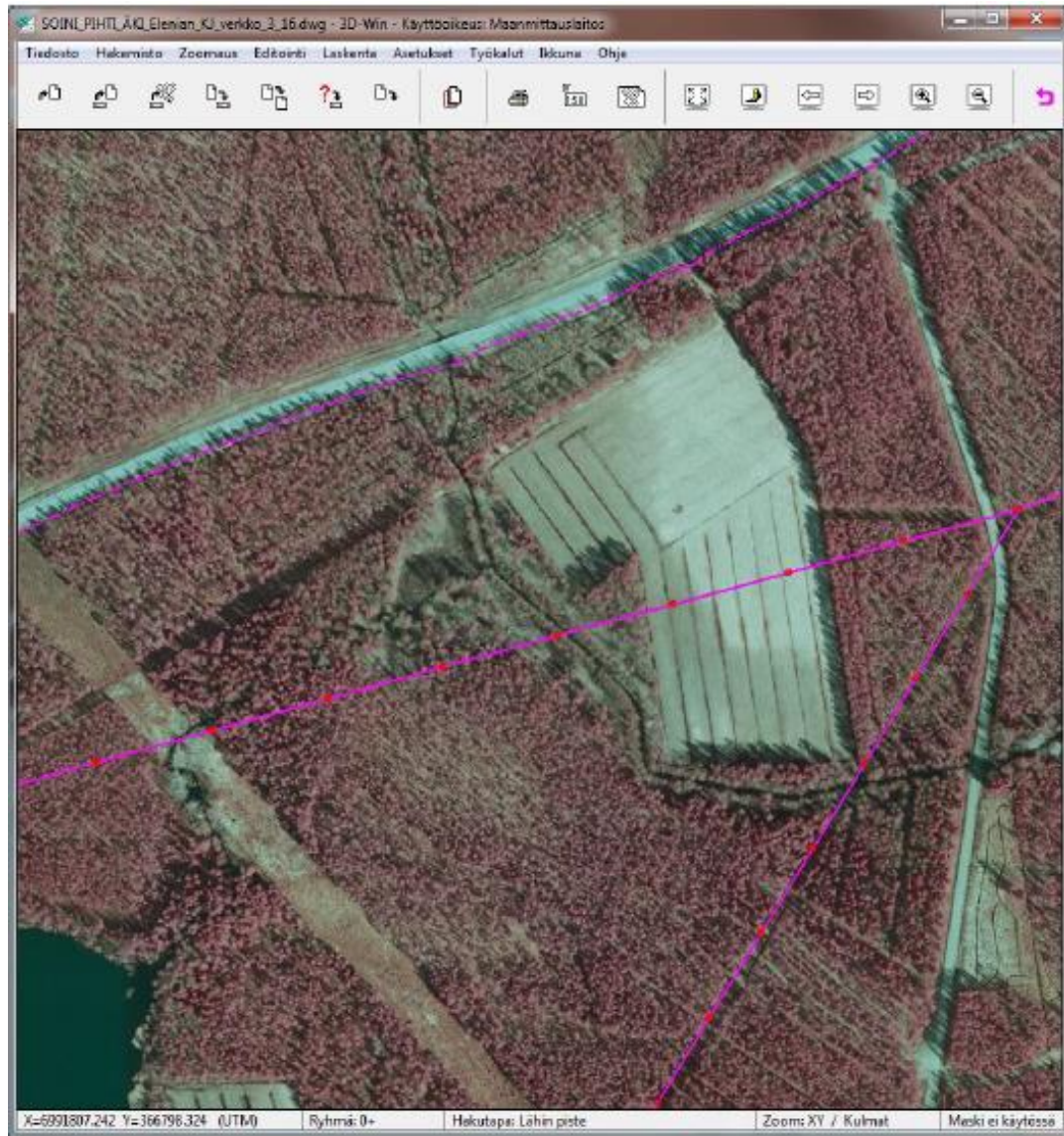
ongelmana on usein se, ettei ole tietoa, mikä tiedoista on sijaintitarkkaa ja mikä taas ei. Vanhat linjat on saatettu digitoida paperikartoilta, jolloin sijainti on epätarkka. (Turpeinen 2016.) Kuitenkin monissa yhtiöissä on aloitettu mittaamaan myös vanhoja linjoja, jolloin myös vanhat linjat saavat tarkan sijaintitarkkuuden. Sijaintitarkkuus saattaa vaihdella suurestikin jopa yhden sähköyhtiön aineiston sisällä (Väisänen 2016). Kuvioista voi nähdä sähköyhtiön aineiston ja stereokuvaalta kartoitetun sijaintitarkkuuden eron (Kuvio 14).



Kuvio 14. Maanmittauslaitoksen sijaintitarkka kohde MTK:ssa

Ilmakuvasta näkee selkeästi sähkölinjan kulun aukosta (Kuvio 15). Saman yhtiön aineistossa oli kuitenkin myös sijaintitarkkaa tietoa. Tärkeää sähköyhtiön aineistoissa olisikin tietää, mikä tiedoista on mitattu ja millä sijaintitarkkuudella ja mikä tiedoista taas ei ole mitattu. Näin ollen kaikkia verkoston osia ei tarvitsisi tarkistaa, vaan voitaisiin keskittyä vain epätarkkojen tietojen tarkistamiseen.





Kuvio 15. Ilmakuva alueesta

#### 6.1.4 Kehitettäviä asioita sähköyhtiöiden aineistoissa

Sähköyhtiöiden aineistojen käsittelyä helpottaisi, jos yhtiö pystyisi lähettämään pelkästään muuttuneet kohteet. Suurin osa sähköyhtiöistä ei nykyisin pysty toimittamaan pelkästään muuttuneita kohteita eli vain niitä kohteita, jotka ovat vuoden aikana muuttuneet siitä kerrasta, kun Maanmittauslaitos edellisen kerran on ottanut tiedot. Kaikilta yhtiöiltä tätä mahdollisuutta ei ole vielä edes kysytty. Mahdollisuus muuttuneiden kohteiden toimittamisesta riippuu siitä, onko sähköyhtiöiden käytössä olevilla ohjelmistoilla kohteiden erottaminen mahdollista. Ohjelmistosta riippuu myös epätarkkojen ja tarkkojen kohteiden erottelu, muuntajien erot-

telu sekä ominaisuustietojen saatavuus aineistosta. Monilla ohjelmilla tämä saataisi olla kuitenkin mahdollista, mutta työlästä, jolloin sähköyhtiöt eivät suorita toimenpidettä. (Väisänen 2017.)

Sähköyhtiöiden ja Maanmittauslaitoksen välisessä yhteistyössä kehitettävää olisi siinä, että sähköyhtiöltä saataisiin tieto, millä tarkkuudella aineisto on kerätty ja millä työvälillä (Yli-Jurva 2016). Maanmittauslaitoksen olisi hyvä tehdä myös sopimus sähköyhtiöiden kanssa, että sähköyhtiöt toimittaisivat kerran vuodessa muuttuneet kohteet Maanmittauslaitokselle sen jälkeen, kun he ovat saaneet tallennettua aineistot omiin järjestelmiinsä. Toinen vaihtoehto olisi, että aineistot olisivat rajapinnassa josta Maanmittauslaitos voisi irrottaa ajantasaisen aineiston tarvittaessa. (Turpeinen 2016.)

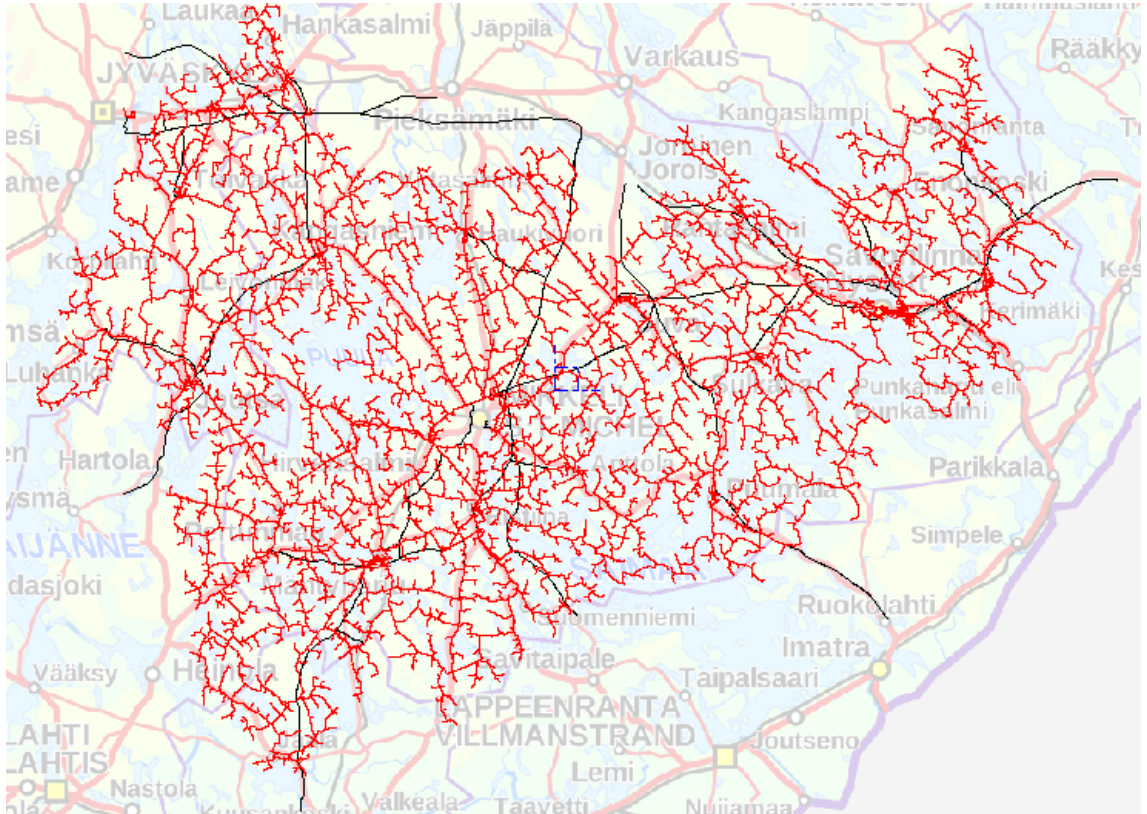
Tärkeää on myös tietää, minkälaista tietoa Maanmittauslaitos haluaa ja missä muodossa. Oikea yhteyshenkilö on hyvä löytää sähköyhtiöstä, jonka kanssa pystytään miettimään molemminpuolisesti toimiva tehokas ja helppo prosessi. Tärkeää olisi siis, että prosessi palvelisi myös sähkönjakeluyhtiötä. Turhaa työtä tulisi välttää, että saataisiin vain oleellinen tieto. (Väisänen 2016.) Aineistosta olisi hyvä saada myös ominaisuustiedot helposti irti, esimerkiksi onko ilmajohto vai maakaapeli. Lisäksi kun koko sähköyhtiön alue olisi kerran ajantasaistettu, niin sen jälkeen saataisiin vain muutostiedot sähköyhtiöltä. (Sintonen 2016.)

## 6.2 Aineistonkäsittely prosessi Maanmittauslaitoksessa

### 6.2.1 Aineiston ominaisuuksia

Järvi-Suomen Energian Maanmittauslaitokselle lähettämä sähköverkosto-aineisto on SHP-formaatissa ja jaoteltuna neljään eri tiedostoon: 110 kV sähkölinjoihin, muuntamoihin, sähköasemiin sekä alle 110 kV sähkölinjoihin. Kuviossa punaisella alle 110 kV sähkölinjat ja mustalla 110 kV sähkölinjat. (Kuvio 16.)





Kuvio 16. Järvi-Suomen Energian sähköverkosto

Maanmittauslaitoksen maastotietokannan saa ladattua taustalle 3D-Winiin WMS-rajapintapalvelun kautta. Aineistoa käsitellään niin, että muodostetaan erilliset tiedostot lisättävistä sekä poistettavista sähkölinjoista.

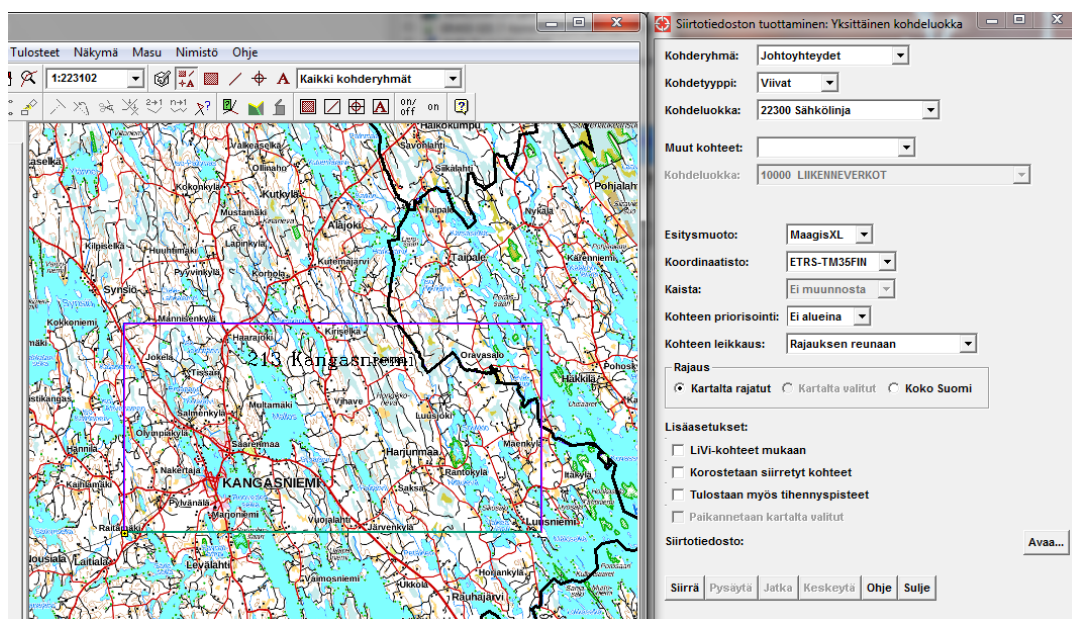
Aineistossa on mukana ominaisuustiedot. Ominaisuustietojen perusteella alle 110 kV:n sähkölinjat saadaan jaettua ilmajohtoihin, maakaapeleihin ja vesikaapeleihin. Tässä opinnäytetyössä käytin tiedoston ominaisuustietojen jakamisessa QGIS-ohjelmistoa, sillä käytettävissäni olevassa 3D-Winin versiossa tiedostojen sisään lukijassa oli virhe. Uudemmallalla 3D-Win versiolla ominaisuustietojen jakaminen olisi kuitenkin onnistunut. Ominaisuustiedoissa Type\_ ominaisuus kertoo, onko viiva maakaapeli, ilmajohto vai vesikaapeli. Numero yksi tarkoittaa ilmakeppeliä, numero kaksi maakaapeliä ja numero kolme vesikaapeliä. Kuviossa on kyseessä siis maakaapeli (Kuvio 17). Lisäksi tässä aineistossa oli Type\_ ominaisuustiedoissa numero nolla, jossa oli muutama linja kuvattuna, mutta se oli dokumentointivirhe. Section\_Fe kertoo johdon jänniteominaisuuksista.

Kj-reiit	
SECTION_FE	21
(Johdettu)	
(Toiminnot)	
SECTION_FE	21
SECTION_LI	3
NETWORK_TY	2
TYPE_	2
INSTALLATI	0

Kuvio 17. Ominaisuustiedot

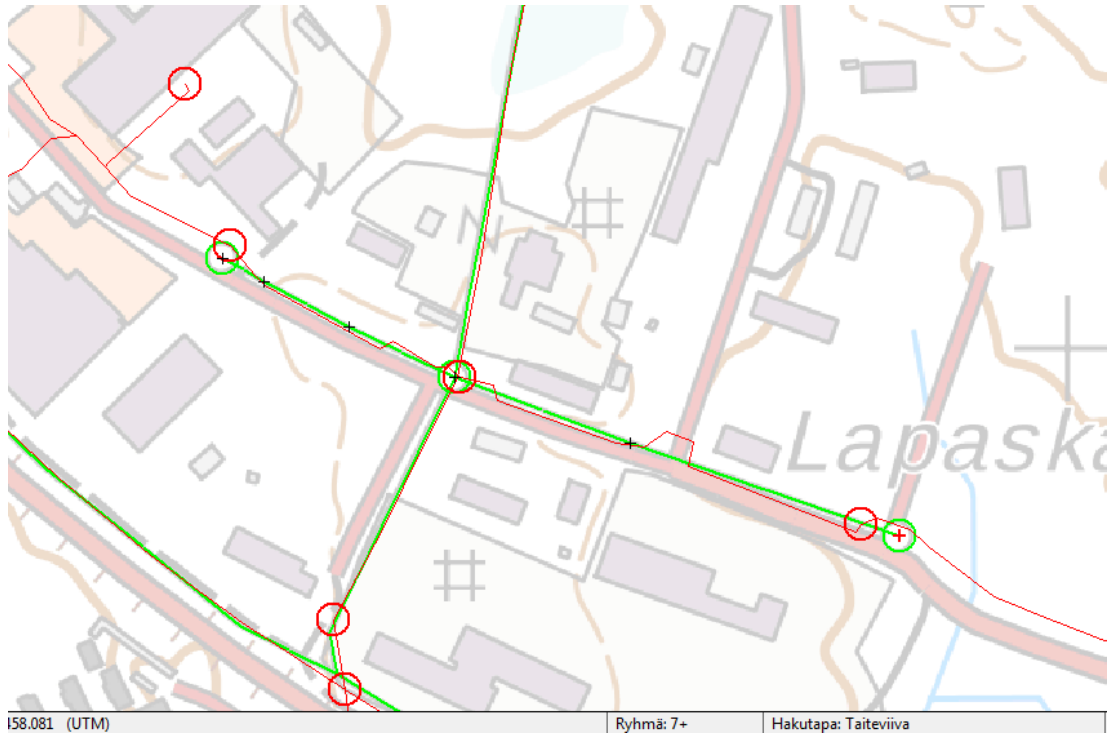
### 6.2.2 Aineiston käsittely 3D-Win-ohjelmistossa

Aineistoa käydään läpi valitsemalla jokin tietty alue, esimerkiksi karttalehti. Jako/MTJ:ssä tehdään Maanmittauslaitoksen aineistosta siirtotiedosto valitusta alueesta, jotta voidaan verrata päällekkäin niin sähköyhtiön kuin Maanmittauslaitoksen omaa aineistoa (Kuvio 18). Tässä seuraavassa esimerkissä tutkin Kangasniemen keskustan ympäristöä.



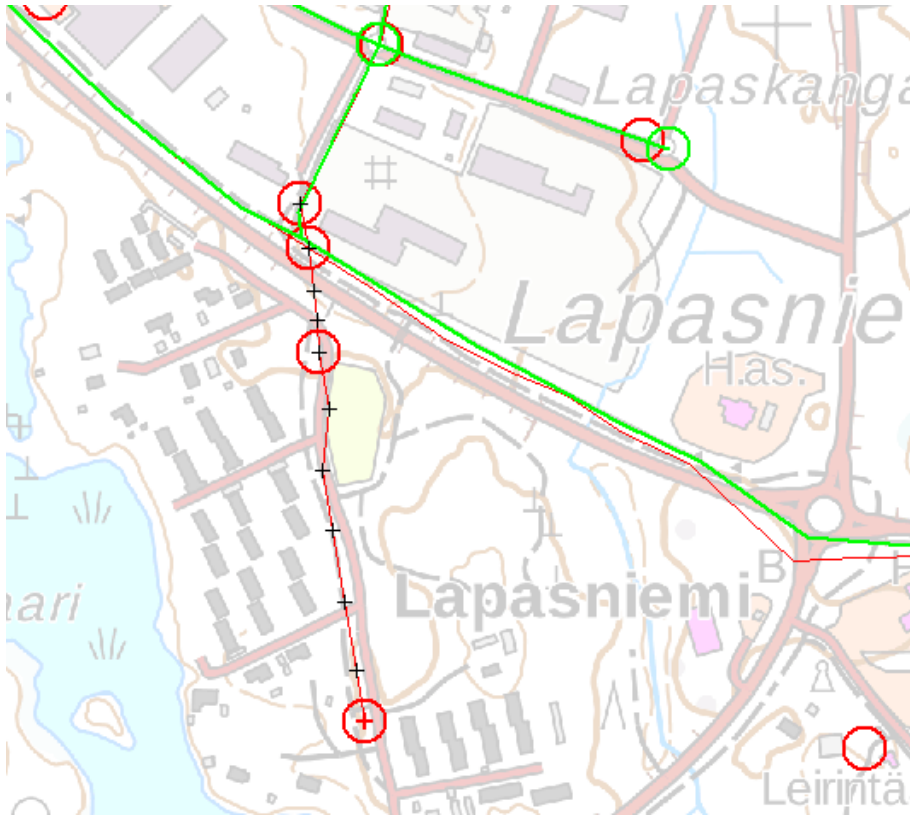
Kuvio 18. Siirtotiedoston luonti sähkölinjoista Jako/MTJ ohjelmalla

Sähkölinjoja vertaillaan viiva kerrallaan Maanmittauslaitoksen ja sähköyhtiön aineistojen kesken. Viivoista katsotaan poistettavat ja lisättävät kohteet. Poistettavat kohteet ovat joko poistuneita sähkölinjoja tai maakaapeloituja kohteita (Kuvio 19).



Kuvio 19. Esimerkki poistettavasta, maakaapeloidusta kohdasta

Lisättävät kohteet ovat uusia rakennettuja linjoja, yleensä metsistä teiden varsiin siirrettyjä (Kuvio 20). Sähköverkosto-aineiston läpikäynnissä 3D-Win-ohjelmalla on hyvä hyödyntää maski toimintoa. Maskiin voi lisätä pisteitä ja lopuksi, kun on katsonut tiedostosta esimerkiksi kaikki poistettavat kohteet, voi maskista lisätä pisteet helposti uuteen tiedostoon. Maski on nopeampi käyttää kuin se, että jokainen uusi piste lisättäisiin heti uudelle tasolle. Viivoja editoidaan katkaisemalla niitä tarpeellisista kohdista.



Kuvio 20. Esimerkki lisättävästä kohteesta

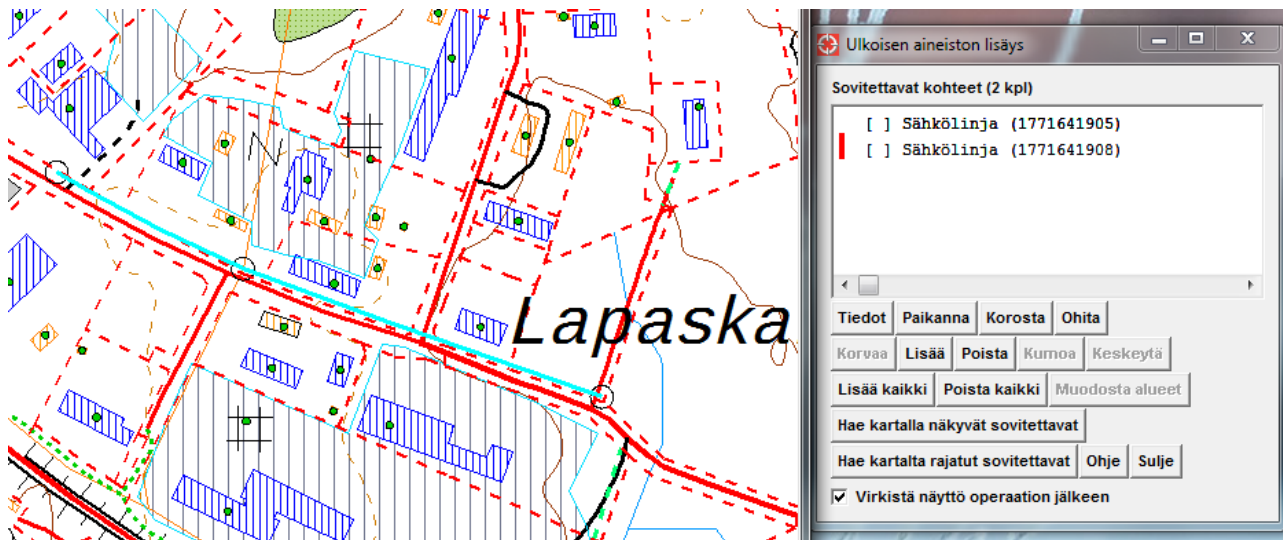
Kun kaikki poistettavat tai lisättävät kohteet on käyty läpi, tehdään vielä tiedoston tarkistus, jossa poistetaan tuplapisteet ja yhdistetään viivat. Lisättäville viivoille ja pisteille on muutettava Maanmittauslaitoksen maastotietokohteiden käsikirjan mukaiset kohdeluokat, jotta tiedosto sopii maastotietokantaan (Taulukko 5).

Taulukko 5. Sähköverkoston kohdeluettelo (Maanmittauslaitos 2016c, 106, 110)

Kohde Kohdeluokka	Kohderyhmä	Kohde- tyyppi	Koh- der.	Kohde - luokka
<a href="#">Muuntaja</a>	Johtoverkosto	Piste	48	22100
<a href="#">Muuntoasema</a>	Johtoverkosto	Viiva	28	22200
<a href="#">Suurjännitelinjan pylväs</a>	Johtoverkosto	Piste	48	22392
<a href="#">Sähkolinja</a>	Johtoverkosto	Viiva	28	22300
Sähkolinja, suurjännite (MAA-GIS)	Johtoverkosto	Viiva	28	22311
Sähkolinja, jakelujännite (MAA-GIS)	Johtoverkosto	Viiva	28	22312
<a href="#">Sähkolinjan symboli</a>	Johtoverkosto	Piste	48	
Suurjännitelinjan symboli	Johtoverkosto	Piste	48	22394
Jakelujännitelinjan symboli	Johtoverkosto	Piste	48	22395

### 6.2.3 Aineiston käsittely Jako-MTJ-ohjelmassa

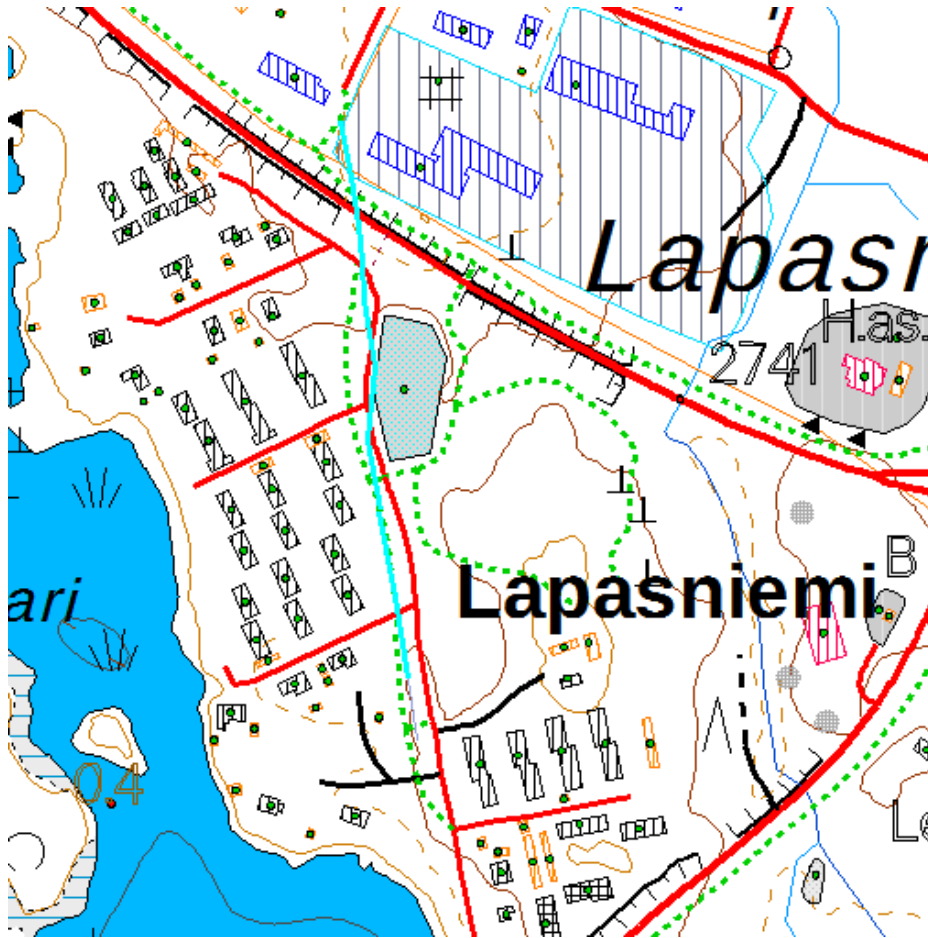
Lisättävien ja poistettavien kohteiden tiedostojen tekemisen jälkeen 3D-Win-ohjelmassa, tiedosto kirjoitetaan Jako/MTJ-sovellukseen sopivaksi Maagis-muotoon. Jako/MTJ-ohjelmassa luodaan ensiksi uusi jatkuvan ajantasaistuksen työ. Tämän jälkeen ladataan tiedosto MTK-laturin kautta työhön. Kun tiedosto on saatu ladattua, paikannetaan ladatut kohteet näkyviin. Poistettavat kohteet poistetaan maastotietokannasta ja sähköyhtiön aineisto toimii siinä vihjetietona (Kuvio 21).



Kuvio 21. Poistettava kohde Jako/MTJ:ssä

Lisättävät kohteet sovitetaan Maastotietokantaan (Kuvio 22). Kun kaikki tarvittavat kohteet on lisätty ja poistettu, työ rekisteröidään maastotietokantaan





Kuvio 22. Lisättävä kohde Jako/MTJ:ssä

### 6.3 Huomioon otettavat asiat sähköyhtiön aineistoja tilattaessa

Otettaessa yhteyttä sähköyhtiöön olisi hyvä ottaa tietoja muun muassa aineiston sijaintitarkkuudesta, muuttuneista kohteista ja ominaisuustiedoista. Sijaintitarkkuuden tulisi olla laatumallin mukainen eli noin kolmen metrin luokkaa. Jos tarkkuus on vaatimuksen alle, voidaan geometria viedä maastotietokantaan sellaisenaan. Jos se on taas yli, käytetään aineistoa vihjetietona ja geometria on mitattava jollain muulla tavalla, kuten ortokuvilta, stereotyöskentelynä tai maastossa. (Väisänen 2017.)

Sähköyhtiölle voi ehdottaa, olisiko muuttuneita kohteita mahdollista poimia esimerkiksi aikarajauksella. Ominaisuustiedoista tulisi ottaa selville, onko sähköyhtiön aineistossa niitä ja jos on, niin mitä ne tarkoittavat eli on pyydettävä selitykset ominaisuustiedoista ja ominaisuustietojen arvoista. (Väisänen 2017)

Myös yhtiön lähettämä tiedostomuoto tulee ottaa selville ja ehdottaa ensisijaisesti joko paikkatietoformaatteja SHP tai MID/MIF, tai sitten suunnitteluformaatteja DXF tai DWG. Jos yhtiö lähettää aineistonsa DXF-muodossa, olisi hyvä saada se erillisinä tiedostoina MTK:n kohdeluokituksen mukaisesti. Laadin kaksi eri listaa, jonka voi laittaa sähköpostin saatesanoiksi otettaessa yhteyttä sähköyhtiöön (Liite 2).

Kun tilataan sähköyhtiöltä aineistoa, on huomioitava tiedostomuoto, missä yhtiö on lähettänyt ennen aineistonsa. Jos sähköyhtiön lähettämä tiedostomuoto on ollut ennen PDF, on kysyttävä eri kysymyksiä, kuin jos tiedostomuoto on ollut SHP, MID/MIF, DWG tai DXF. Aineiston ollessa PDF, tulee yhtiöltä kysyä, olisiko heillä mahdollisuutta lähettää aineistonsa vektorimuodossa, kuten SHP, MID/MIF, DWG tai DXF- muodossa. Jos tämä ei ole mahdollista, on PDF aineistosta hyvä saada mahdollisimman hyödyllinen, ja yhtiöltä kannattaa kysyä, olisiko mahdollista erotella esimerkiksi maa- ja vesikaapelit, ilmajohdot sekä koppimuuntajat kuvaan eri väreillä.

Sähköyhtiön aineiston ollessa DXF, DWG, MID/MIF tai SHP, yhtiöiltä voi kysyä, olisiko aineistosta mahdollista saada erikseen tiedostona tai tasona vain muuttuneet kohteet. Mikäli tämä ei ole mahdollista, kysytään, olisiko mahdollista saada irti tiedostona tai tasona Maanmittauslaitoksen kohdeluokituksen mukaiset kohteet tai onko tuo tieto ominaisuuksien avulla poimittavissa aineistosta, eli 20 kV ja siitä yli olevat sähkölinjat, joista vain ilmajohdot, vesikaapelit, pylväsmuuntajat ja muuntoasemat. Lisäksi aineistossa olisi hyvä olla erikseen vielä maakaapelit ja koppimuuntajat.

Aineiston sijaintitarkkuus tulee selvittää ja se, millä laitteella sähköverkosto on mitattu. Olisi hyvä selvittää myös, milloin kaikki edellisen vuoden muutokset sähköverkosta on tallennettuna yhtiön aineistossa, jolloin tiedettäisiin, mikä on paras aika ottaa Maanmittauslaitokselle aineistot. Lisäksi tulee ottaa selville, mitä ominaisuustietoa aineisto sisältää. Esimerkiksi olisiko kohteesta mahdollista saada selville sen sijaintitarkkuus tai jänniteluokka.

#### 6.4 Järvi-Suomen Energian aineisto

Järvi-Suomen Energian aineistoa selvitin haastattelemalla Järvi-Suomen Energian verkostoinsinööriä (Liite 3). Järvi-Suomen Energian aineisto on 90 prosenttisesti 30 senttimetrin sijaintitarkkaa. Vanhojen linjojen sijaintitarkkuus saattaa olla kymmenen metriä. Vuoden 2017 keväällä sähköyhtiön aineisto on 99 prosenttisen sijaintitarkkaa Maanmittauslaitoksen maastotietokantaan, jolloin loput vanhat sähkölinjat mitataan. (Huttunen 2016a.)

Järvi-Suomen Energia mittaa sähköverkon suunnitteluvaiheessa RTK-laitteella. Jos pylvään sijainti muuttuu suunnittelusta, se käydään mittaamassa uudelleen. (Huttunen 2016b.) Mittauksissa yhtiö käyttää Trimblen mittausvälineitä. Sähköyhtiön aineistossa on eroteltu, millä tarkkuudella mikäkin tieto on mitattu, joten uudella ohjelmalla olisi mahdollista saada tämäkin tieto mukaan aineistoon. Toisaalta tätä tietoa ei tarvitse sitten enää, kun tieto on täysin sijaintitarkkaa. (Huttunen 2016a.)

Kaikki ominaisuustiedot löytyvät Järvi-Suomen Energian aineistosta erikseen. Yhtiön aineistosta löytyy erikseen muun muassa pylväät ja sähköverkot verkko-tyypeittäin jaoteltuna voimajännitteen mukaan. Lisäksi sähköverkot jaotellaan ilma-, vesi- ja maakaapeleihin. Muuntamot ovat jaoteltu pylväs, puisto ja kiinteistömuuntajiin. (Huttunen 2016a.)

Järvi-Suomen Energialla on tapahtumassa ohjelmistomuutos keväällä 2017, jolloin yhtiö siirtyy tämän hetkisestä Smallworld-alustaisesta Powergrid-ohjelmasta Esri- alustaiseen Titanium-ohjelmaan. Ohjelman vaihdoksen myötä yhtiö saa monia etuja. Urakoitsijat käyttävät myös Esri-alustaista ohjelmaa ja lisäksi lisensointi on helpompaa. Ruuhka-aikoina ohjelmalla voi olla enemmän käyttäjiä ja taas rauhallisempina aikoina vain osa työntekijöistä voi käyttää ohjelmaa. Powergrid-lisenssejä oli vain tietty määrä ja ruuhka-aikoina toimiminen oli haastavaa. (Huttunen 2016a.)

Ohjelman vaihdoksen myötä tulee mahdolliseksi erotella Maanmittauslaitoksen kohdeluokituksen mukaiset kohteet erikseen. Tämän hetkisellä Powergridillä se



saattaisi olla mahdollista, mutta vaatisi taustalle työtä. Uudessa ohjelmassa kohteiden erottaminen on helpompaa. (Huttunen 2016a.)

Uusien aineistojen tuleminen urakoitsijalta kestää nykyisin kuukaudesta neljään kuukauteen. Aineiston käsittelyssä ja dokumentoinnissa kestää aikaa. Tulevaisuudessa tarkoituksena on saada suoraan maastosta ajantasaista tietoa, eli mitattu tieto siirtyisi heti aineiston käsittelijän ohjelmistoon. Paras aika Maanmittauslaitokselle ottaa tiedot olisi maaliskuu– huhtikuu, jolloin kaikki edellisen vuoden verkostot olisi saatu kantaan. (Huttunen 2016a.)

Järvi-Suomen Energia käyttää Maanmittauslaitoksen aineistoja pohjakarttaan, johon heidän mielestään riittää vuoden välein sähkölinjojen päivitys. Sähköyhtiölle ei ole väliä, näkyisikö Maanmittauslaitoksen aineistossa esimerkiksi koppimuuntajia, mutta yhtiöllä on kuitenkin mahdollisuus toimittaa aineistot tarvittaessa. (Huttunen 2016a.)

## 7 POHDINTA

Sähköyhtiöiden aineistot eroavat paljon toisistaan. Sähköverkostoaineistoja lähetetään eri tiedostomuodoissa, joita ovat PDF, DWG, DXF, SHP tai MID/MIF. Tiedostomuotojen erilaisuus johtuu sähköyhtiön käyttämistä ohjelmistoista ja yhtiö lähettääkin aineistoa tiedostomuodossa, missä aineisto on helpointa ja kustannustehokkainta irrottaa.

Aineistojen sijaintitarkkuus vaihtelee sähköyhtiöiden aineistossa suuresti ja vielä suurimman osan yhtiöiden aineistoja ei voi käyttää ilman maastotarkastuksia, sillä ne eivät ole laatumallin mukaisesti sijaintitarkkoja. Epätarkkuus sijainnissa johtuu muun muassa siitä, että linja on digitoitu vanhalta kartalta, eikä sitä ole sen jälkeen mitattu. Myös GPS-kaluston mittaustarkkuus ei ole välttämättä kaikissa yhtiöissä aina Maanmittauslaitoksen laatumallin vaatimalla tasolla. Epätarkkoja kohteita sisältävissä aineistoissa olisi tärkeää tietää, mikä kohta aineistosta on sijaintitarkkaa ja mikä ei, jotta osattaisiin kohdentaa maastotarkastukset oikeaan paikkaan. Aineistojen erilaisuuden vuoksi tulee kiinnittää huomiota siihen, mitä sähköyhtiöiltä kysytään halutessa aineistoja. Tärkeintä on saada tietoa paikalla olevista ja poistuneista ilmajohdoista, vesikaapeleista ja pylväsmuuntajista.

Järvi-Suomen Energian aineisto täyttää kuitenkin sijaintitarkkuusvaatimukset ja aineistossa ei ole havaittu Maanmittauslaitoksen työntekijöiden kokemuksella suuria poikkeamia maastossa. Maanmittauslaitos ottaa kuitenkin pääsääntöisesti sähköyhtiöiltä vain kerran vuodessa aineistoa, joten aineisto kerkeää muuttamaan paljon sähkömarkkinaalaista johtuvan sähköverkoston nopean muutostahdin vuoksi. Tästä johtuen myös Järvi-Suomen Energian aineistot saattavat muuttua paljonkin vuoden aikana.

Voi siis pohtia, ovatko muutokset kuitenkaan niin suuria Järvi-Suomen Energian alueella vuoden aikana, että niitä varten tulisi tehdä erillisiä maastotarkastuksia. Kuitenkaan Maanmittauslaitoksen resurssit eivät anna myöten useammin kuin kerran vuodessa tehtäville aineistosiiroille, eikä ylimääräisille maastotarkastuksille ole aikaa. Pelkästään muuttuneiden kohteiden lähettäminen sähköyhtiöstä helpottaisi Maanmittauslaitoksen työmäärää, jolloin olisi ehkä mahdollista ottaa

esimerkiksi kaksi kertaa vuodessa tiedot sähköyhtiöltä. Kuitenkaan taas tämä ei ole välttämättä sähköyhtiön edun mukaista, eikä sähköyhtiöllä ole välttämättä edes niin resursseja tähän, kuin aikaakaan. Rajapinta olisi yksi mahdollinen vaihtoehto, mutta tällöin rajapinnan ylläpitäminen tulee olla myös sähköyhtiön edun mukaista.

Kuitenkin laatumallin mukaan saa olla esimerkiksi viisitoista puuttuvaa muuntajaa 100 muuntajaa kohden ja tämä vaatimus kuitenkin täyttynee. Jos alue on määräaikaisen ajantasaistuksen alla, jotkin sähköverkoston muutokset tulee havaittua maastotarkastusten yhteydessä. Uskoisin yksityisille henkilöille riittävän tämän hetkisen Maanmittauslaitoksen maastotietokannan ajantasaisuuden sähköverkoston osalta, mutta esimerkiksi isommat metsäyhtiöt saattaisivat tarvita nopeampaa ja ajantasaisempaa päivitystahtia. Esimerkiksi Metsä Group on perustanut sähköverkostolle oman paikkatietojärjestelmän, sillä peruskartat eivät olleet tarpeeksi tarkkoja heille. Tulisikin tarkastella eri käyttäjien tarpeita tulevaisuudessa Kansallista Maastotietokantaa rakentaessa.

Tämän hetkinen Maanmittauslaitoksen tiedonsiirtomenetelmä on mielestäni toimiva. 3D-Win on helppokäyttöinen ja toimiva ohjelma, joka lukee hyvin monia eri tiedostomuotoja. Lisäksi Maanmittauslaitoksella on mahdollisuus tehdä kehitysehdotuksia ohjelmistoon, joten puutteita huomatessa siihen on mahdollista saada korjaus. Itse tiedonsiirtokäsittelyssä ja ohjelman käytössä en löytänyt mitään kehitettävää, mutta sähköyhtiöltä tulee ottaa parhaat mahdolliset aineistot, mitä sähköyhtiöiden resursseilla saa. Aineistojen ottamisvaiheessa tulee siis kysyä kaikki tarpeelliset kysymykset, kuten onko aineistosta saatavilla ominaisuuksietoja, kuinka sijaintitarkka aineisto on sekä milloin kaikki edellisen vuoden muutokset ovat aineistossa.

Uskoisin tulevaisuudessa sähköyhtiöiden aineistojen käsittelyn tulevan helpommaksi teknologian uudistuessa sähköyhtiöissä niin mittalaitteiston, kuin tietokoneohjelmistojen ja -järjestelmien myötä. Näiden avulla tiedosta tulee sijaintitarkempaa ja uusien ohjelmistojen myötä tietojen irrotus on helpompaa ja aineistosta tulee myös tätä myötä laadukkaampia. Kuitenkin toisaalta nämä muutokset tarvitsevat rahaa ja näistä muutoksista tulisi olla hyötyä myös itse sähköyhtiölle.

Tästä johtuen pienemmillä yhtiöllä nämä muutokset tulevat luultavimmin kestä-  
mään vuosia.

Opinnäytetyötä tehdessä opin lisää Maanmittauslaitoksen maastotietokannan ajantasaistamisesta sekä opin ulkoisten aineistojen lisäämisestä ja laadun tarkis-  
tamisesta maastotietokantaan sopivaksi. Työn myötä ymmärrän enemmän sen,  
kuinka tärkeää on, että eri organisaatioiden välillä on vuorovaikutusta ja osataan  
selvittää jokaisen vahvuudet ja osaamisalueet. Yhteistyö on tärkeää, sillä monen  
ei kannata tehdä samaa työtä päällekkäin. Esimerkiksi ei ole järkeä, että sähkö-  
yhtiöt ja Maanmittauslaitos kävisivät kummatkin mittaamassa saman sähköpyl-  
vään.

KMTK ja koko paikkatietoalusta hanke muuttaa maastotietokannan digitaalisem-  
maksi ja myös sähköverkoston osalta jotkin muutokset saattavat olla tarpeellisia.  
Esimerkiksi voidaan pohtia olisiko hyvä kuvata myös alle 20 kV sähkölinjoja, maa-  
kaapeleita tai koppimuuntajia. Näitä pohtiessa tulee ottaa huomioon mahdolliset  
riskit sekä muiden toimijoiden tarpeet. Nähtäväksi kuitenkin jää, mitä sähköver-  
koston kartalla näkymisen osalta tulevaisuudessa tapahtuu. KMTK selvittää tätä  
jonkin verran ja järjestelmän valmistumisen myötä myös muutosten tekemisestä  
tulee helpompaa.

## LÄHTEET

3D-system Oy 2016. 3D-Win. Viitattu 12.12.2016. <http://www.3d-system.fi/index.php/3d-win>

Aalto, P. 2015. Maastotietokannan ajantasaistus. Powerpoint-esitys. Viitattu 14.11.2016.

Annunen, J. 2016. Opinnäytetyö kysely. Sähköposti [enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi](mailto:enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi). 15.11.2016. Tulostettu 13.12.2016.

Energiateollisuus 2014. Sähköverkkoyhtiöt. Viitattu 20.11.2016. [http://energia.fi/perustietoa\\_energia-alasta/energiaverkot/sahkoverkot/sahkoverkkoyhtiot](http://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiaverkot/sahkoverkot/sahkoverkkoyhtiot)

Energiauutiset 2016. Aikaistetut investoinnit lisäävät kustannuksia. Viitattu 13.12.2016. <http://www.energiiauutiset.fi/sahkoverkot/aikaistetut-investoinnit-lisaavat-kustannuksia.html>

Energiavirasto 2015. Sähköverkkotoiminnan tekniset tunnusluvut vuodelta 2015. Excel-taulukko. Viitattu 10.2.2017. <https://www.energiavirasto.fi/muut-tilastot>

Energiavirasto 2016. Sähkönverkon haltijat. Viitattu 20.11.2016. <http://www.energiavirasto.fi/sahkoverkon-haltijat>

Fingrid 2016. Voimansiirtoverkko. Viitattu 13.12.2016. <http://www.fingrid.fi/fi/yhtio/esittely/voimansiirtoverkko/Sivut/default.aspx>

Herronen, M. 2015. Maanmittauslaitoksen maastokartoitusmenetelmän uudistaminen. Lapin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Maanmittaustekniikka.

Huttunen, A. 2016a. Järvi-Suomen Energia. Verkostoinsinöörin haastattelu. 3.11.2016.

Huttunen, A. 2016b. Sähkøyhtiövierailusta. Sähköposti [enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi](mailto:enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi) 12.12.2016. Tulostettu 13.12.2016.

Ilkka 2015. Sähköjohtojen sijainti nyt Metsä Groupin järjestelmissä. Julkaistu 29.10.2015.

Järvinen, J. 2013. 400 kV Lähikuva aukinaisesta Yllikkälän johdon erottimesta maadoitusveitsineen Visulahden muuntoasemalla. Viitattu 19.12.2016.

<http://calm.iki.fi/tolpat/kuva/6648>

Järvi-Suomen Energia 2013. Suur-Savon Sähkö -konserni. Viitattu 13.12.2016.

<https://www.jseoy.fi/Tietoa1/Suur-Savon-Sahko--konserni/>

Karhunen, S. 2016. Opinnäytetyö kysely. Sähköposti enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi 15.11.2016. Tulostettu 13.12.2016.

Kemppainen, J. 2016. Opinnäytetyö kysely. Sähköposti enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi 2.11.2016. Tulostettu 13.12.2016.

Kärnä, M. 2015. 20/0,4 kV Pylväsmuuntamo, jossa Elin merkkinen muuntaja ja yksi lähtö vielä avojohdoilla. Viitattu 19.12.2016. <http://calm.iki.fi/tolpat/kuva/9314>

Maa- ja metsätalousministeriö 2010. Maastotietojärjestelmä kovaan käyttöön Yleisten kartastotöiden strategia 2011–2020. Viitattu 25.11.2016.

[http://mmm.fi/documents/1410837/1721030/MMMJulkaisu\\_2010\\_4\\_Maastotietojarjestelma.pdf/3f118f9a-9e56-4b8e-8145-f7aef3e959e8](http://mmm.fi/documents/1410837/1721030/MMMJulkaisu_2010_4_Maastotietojarjestelma.pdf/3f118f9a-9e56-4b8e-8145-f7aef3e959e8)

–2015. Maastotietojärjestelmä 2030-selvitys. Loppuraportti. Viitattu 10.12.2016.

[http://mmm.fi/documents/1410837/1801204/Maastotietojarjestelma\\_2030\\_-selvitys\\_Loppuraportti\\_28.2.2015.pdf/8cc9d977-e8a4-41ec-bd98-42b8207b6ed2](http://mmm.fi/documents/1410837/1801204/Maastotietojarjestelma_2030_-selvitys_Loppuraportti_28.2.2015.pdf/8cc9d977-e8a4-41ec-bd98-42b8207b6ed2)

–2017. Julkisen hallinnon yhteinen paikkatietoalusta. Viitattu 2.3.2017.

<http://mmm.fi/paikkatietoalusta>

Maanmittauslaitoksen aineistotiimi 2016. Aineistot. Excel-taulukko. Viitattu 13.12.2016.

Maanmittauslaitos 1995. Maastotietojen laatumalli. Viitattu 30.11.2016.

[http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/default/files/Maastotietojen\\_laatumalli.pdf](http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/default/files/Maastotietojen_laatumalli.pdf)

–2004. Laatumallin tulkintaohje. Word-tiedosto. Viitattu 10.12.2016.

- 2015. Johtamisen käsikirja. Maanmittauslaitoksen intra-sivu. Viitattu 16.12.2016.
- 2016a. Organisaatio. Viitattu 12.11.2016. <http://www.maanmittauslaitos.fi/toiminta/organisaatio>
- 2016b. Strategia. Viitattu 12.11.2016. <http://www.maanmittauslaitos.fi/toiminta/organisaatio/strategia>
- 2016c. Maanmittauslaitoksen maastotietokohteet. Viitattu 16.12.2016. <http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/default/files/maastotietokohteet.pdf>
- 2016d. Maastotietokanta. Viitattu 13.11.2016. <http://www.maanmittauslaitos.fi/digituotteet/maastotietokanta>
- 2016e. Kansallinen maastotietokanta (KMTK) -hanke. Viitattu 13.11.2016. <http://kmtk.maanmittauslaitos.fi/node/2>
- 2016f. Usein kysytyt kysymykset (UKK). Viitattu 28.11.2016. <http://kmtk.maanmittauslaitos.fi/usein-kysytyt-kysymykset-ukk>
- 2016g. Kuoreveden Sähkön PDF-tiedosto. Viitattu 28.11.2016.
- 2017. KMTK osaksi Julkisen hallinnon yhteistä paikkatietoalustaa. Viitattu 3.3.2017. <http://kmtk.maanmittauslaitos.fi/kmtk-osaksi-julkisen-hallinnon-yhteist%C3%A4-paikkatietoalustaa>
- Mäki, P. 2009. 20 kV Vesistökaapelin loppupäässä koppimuuntamo. Viitattu 19.12.2016. <http://calm.iki.fi/tolpat/kuva/3784>
- Nevalainen, P. 2016. Opinnäytetyö kysymyksiä. Sähköposti [enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi](mailto:enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi) 7.12.2016. Tulostettu 8.12.2016.
- Nevalainen, P. 2017. Opinnäytetyö. Sähköposti [enni.mustaniemi@gmail.com](mailto:enni.mustaniemi@gmail.com) 17.2.2017. Tulostettu 18.2.2017.
- Sintonen, P.2016. Opinnäytetyö kysely. Sähköposti [enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi](mailto:enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi) 24.11.2016. Tulostettu 13.12.2016.
- Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588.

Turpeinen, R. 2016. Opinnäytetyö kysely. Sähköposti enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi 17.11.2016. Tulostettu 13.12.2016.

Valtioneuvosto 2017. Julkisen hallinnon yhteinen paikkatiedon palvelualustahanke. Viitattu 2.3.2017. <http://valtioneuvosto.fi/hanke?selectedProjectId=24802>

Väisänen, M. 2015. Ulkopuolisten aineistojen hyödyntäminen Maanmittauslaitoksen ajantasaisuudessa. Powerpoint- esitys. Viitattu 16.12.2016.

Väisänen, M. 2016. Opinnäytetyö kysely. Sähköposti enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi 3.11.2016. Tulostettu 13.12.2016.

Väisänen, M. 2017. Opinnäytetyö. Sähköposti enni.mustaniemi@gmail.com 7.2.2017. Tulostettu 8.2.2017.

Yle 2013. Katkesivatko sähköt? Katso kartalta alueesi sähkösiirtoyhtiö ja yhteystiedot. Viitattu 3.12.2016. <http://yle.fi/uutiset/3-6938546>

Yli-Jurva, I. 2016. Opinnäytetyö kysely. Sähköposti enni.mustaniemi@maanmittauslaitos.fi 2.11.2016. Tulostettu 13.12.2016.



## LIITTEET

- Liite 1. Sähköpostikysely Aineistotiimiläisille
- Liite 2. Sähköyhtiöön lähetettävä lista huomioitavista asioista
- Liite 3. Järvi-Suomen Energian vierailun 3.11.2016 kysymykset

## Liite 1.

1. Mitkä sähköyhtiöt kuuluvat vastuullesi?
2. Tulevatko aineistot sähköyhtiöltä systemaattisesti (tilaamalla vai millä tavalla?) ja kuinka usein aineistoja tulee? Maksavatko aineistot/työ?
3. Mikä sähköyhtiön aineiston tiedostomuodoista on helpoin ja paras käsitellä? Miksi? Onko geometria- ja ominaisuustiedoissa kehitettävää?
4. Ladataanko aineistot MA-tusuissa vai YP-työnä? Ladataanko aineistoa myös muualle kuin MA-alueille?
5. Mikä on sähköyhtiön lupaus sijaintitarkkuudesta? Pitääkö sijaintitarkkuus paikkansa kokemusten perusteella?
6. Voiko sähköyhtiö toimittaa vain muuttuneet kohteet?
7. Onko erikseen määritelty epätarkat ja tarkat kohteet? Onko kohteita eroteltu toisistaan, esimerkiksi koppi- ja pylväsmuuntajat? Onko aineistossa ominaisuustiedot mukana?
8. Miten olette tutkineet sitä, että täyttääkö sähköyhtiöiden aineistot laatumallissa asetetut laatuvaatimukset?
9. Missä olisi eniten kehitettävää sähköyhtiöiden kanssa tehtävässä yhteistyössä?
10. Missä vaiheessa (MA/YP) ja mille alueille lataisit johtotietoja, jos päättäisit prosessin kehittämisestä?

Liite 2.

**PDF-muodossa tietonsa lähettävälle yhtiölle:**

Haluaisimme Maanmittauslaitoksella selvittää aineistostanne seuraavat asiat:

Olisiko aineistonne mahdollista saada DXF, DWG tai SHP -muodossa? Jos teillä ei ole siihen mahdollisuutta, niin voisiko aineistoonne erotella esimerkiksi maa- ja vesikaapelit, sähkölinjat sekä koppi- ja pylväsmuuntajat eri väreillä?

Milloin teillä on kaikki edellisen vuoden muutokset sähköverkosta aineistossanne?

**SHP, MID/MIF, DWG, DXF- muodossa tietonsa lähettävälle yhtiölle:**

Haluaisimme Maanmittauslaitoksella selvittää aineistostanne seuraavat asiat:

Olisiko aineistostanne mahdollista saada irti vain muuttuneet kohteet edellisestä aineiston otostamme (esimerkiksi aikarajoituksella)?

Olisiko aineistostanne mahdollista saada irti erikseen Maanmittauslaitoksen kohdeluokituksen mukaiset kohteet eli 20 kV ja siitä yli olevat sähkölinjat, vesikaapelit, pylväsmuuntajat ja muuntoasemat? Lisäksi aineistossa voisi olla erillisenä tiedostona/tasona maakaapelit ja koppimuuntajat.

Mikä on lupauksenne sijaintitarkkuudesta aineistostanne? Millä laitteilla mittaatte aineistonne?

Milloin teillä on kaikki edellisen vuoden muutokset sähköverkosta aineistossanne?

Onko aineistostanne saatavilla ominaisuustietoja? Muun muassa sijaintitarkkuuden osalta (kuinka tarkka mikäkin kohde on) sekä jänniteluokan osalta.

## Liite 3.

Minkälainen on sähköverkoston suunnitteluprosessi? Mitä alihankkijoita käytätte rakennuksessa ja kartoituksessa?

Mitä kohteita tietokannassa on ja mitä ominaisuustietoja näihin liittyy? Mikä järjestelmä teillä on käytössä? Miten nopeasti uudet sähköverkoston muutokset tulevat teidän aineistoon?

Mitä kaikkia kohteita keräätte?

Olisiko aineistosta mahdollista erotella Maanmittauslaitoksen kohdeluokituksen mukaiset kohteet (ilmajohdot 20 kV ja siitä yli, pylväsmuuntajat, vesikaapelit)? Onko mahdollista saada tieto poistuneista kohteista? Olisiko jatkossa mahdollista saada vain muuttuneet kohteet?

Kuinka tarkalla laitteella sähkölinjat mitataan, kuinka monta kertaa ja missä vaiheessa? Mitä sähköverkoston osia ei ole mitattu GPS:llä (90% oli mitattu)? Voiko mitatun ja mittaamattoman tiedon erotella ominaisuustietojen perusteella?

Käytättekö Maanmittauslaitoksen aineistoja? Jos käytätte, niin missä tarkoituksessa? Mitä te haluaisitte Maanmittauslaitoksen aineistoista, pitäisikö esimerkiksi koppimuuntajat kuvata tai maakaapelit? Olisiko teillä tarvetta saada tieto, kun aineisto on päivitetty maastotietokantaan ja pitäisikö tietoja päivittää nopeammin kuin vuosittain?