

Tomi Tapanainen

VERKOSTOJEN DOKUMENTOINTI  
PALVELUNTARJOAJAN  
NÄKÖKULMASTA

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Huhtikuu 2014




MAMK

University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b> 7.4.2014		
<b>Tekijä(t)</b> Tomi Tapanainen	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Sähkötekniikan koulutusohjelma		
<b>Nimeke</b> Verkostojen dokumentointi palveluntarjoajan näkökulmasta			
<b>Tiivistelmä</b>  Työn toimeksiantajana toimi Lappeenrannan Verkonrakennus Oy, joka halusi selvittää verkostojen dokumentointia palveluntarjoajan näkökulmasta. Yritys tarjoaa tytäryhtiöilleen sekä ulkopuolisille yrityksille kartoitus- ja dokumentointipalveluja sekä näiden lisäksi näyttöpalvelua.  Työn tarkoituksena oli käydä läpi verkostojen dokumentointiprosessia, tutustua kartoituksessa ja dokumentoinnissa käytettäviin laitteisiin sekä ohjelmistoihin. Tämän lisäksi oli tarkoitus myös perehtyä itse näyttöön.  Työ toteutettiin käymällä läpi itse kartoitustapahtuma ja tämän jälkeen tapahtuva dokumentointi sekä tutustuttiin dokumentoinnissa käytettäviin ohjelmistoihin. Itse näyttö, näytössä käytettävä laite sekä näytössä ilmenevät ongelmat olivat pääpiirteittäin entuudestaan tuttuja.  Opinnäytetyön tuloksena saatiin käytyä läpi pääpiirteittäin verkostojen dokumentointi palvelua tarjoavan yrityksen näkökulmasta. Työn aikana tuli ilmi muutama mahdollinen kehityskohde.			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Kartoitus, dokumentointi, satelliittipaikannus			
<b>Sivumäärä</b> 27 + 4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Kieli</b> Suomi</td> <td style="width: 50%;"><b>URN</b></td> </tr> </table>	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>
<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>		
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Jorma Pekkanen	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Lappeenrannan Verkonrakennus Oy		

## DESCRIPTION

 <b>MAMK</b> University of Applied Sciences		<b>Date of the bachelor's thesis</b> 7.4.2014
<b>Author(s)</b> Tomi Tapanainen	<b>Degree programme and option</b> Electrical engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Documentation of grids from the perspective of the service provider		
<b>Abstract</b> <p>This thesis was commissioned by Lappeenrannan Verkonrakennus Oy. The company provides mapping-, documentation- and viewing service.</p> <p>The purpose of this work was to study the mapping- and documentation process. The work also explored devices and software used in mapping and documentation. Moreover the work studied viewing.</p> <p>The work was made by going through the mapping process and the following documentation and software used in documentation. Viewing, viewing device and their problems were already known.</p> <p>As the result of thesis, the documentation of grids was discovered from the viewpoint of the service provider. A couple of development projects were found out during the process.</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b>		
<b>Pages</b> 27 + 4	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b> Mapping, documentation, satellite location		
<b>Tutor</b> Jorma Pekkanen	<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Lappeenrannan Verkonrakennus Oy	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	LAPPEENRANNAN ENERGIA OY .....	2
2.1	Lappeenrannan Verkonrakennus Oy .....	3
2.2	Lappeenrannan Energiaverkot Oy .....	3
2.3	Lappeenrannan Lämpövoima Oy .....	4
2.4	Historia .....	4
3	VERKOSTOJEN DOKUMENTOINTIPROSESSI.....	4
3.1	Liittymän tilaaminen.....	4
3.2	Verkoston nykytilanteen selvittäminen .....	5
3.3	Uuden liittymän rakentaminen .....	5
3.4	Kartoitus .....	5
3.4.1	Kartoituksessa käytettävät laitteet.....	7
3.4.2	Kartoituksessa ilmenevät ongelmat .....	9
3.5	Vienti järjestelmään .....	10
4	VERKOSTOJEN NÄYTTÖPROSESSI.....	10
4.1	Näyttö .....	10
4.2	Käytettävät laitteet .....	12
4.2.1	Kaapeleiden sekä putkistojen etsiminen .....	13
4.3	Ongelmat.....	17
5	KÄYTETTÄVÄT OHJELMISTOT .....	17
5.1	3D Win.....	17
5.2	Tekla Gis.....	18
5.3	Tekla Nis.....	19
5.4	Leica-muunnos .....	20
5.5	Power Grid.....	20
6	DOKUMENTOINTI.....	21
6.1	Sähkö .....	21
6.2	Kaukolämpö/maakaasu .....	22
6.3	Vesi.....	24
7	SOPIMUKSET.....	24
8	POHDINTA .....	24

LÄHTEET .....	26
---------------	----

## LIITTEET

- 1 Tekla Gis
- 2 Power Grid
- 3 Tekla Nis kaukolämpö/maakaasu
- 4 Tekla Nis vesi

## 1 JOHDANTO

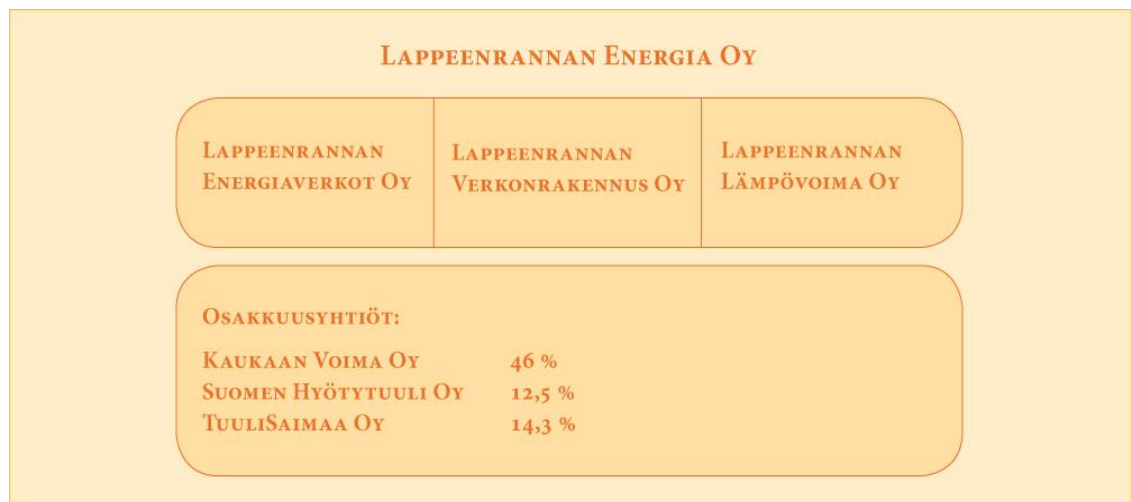
Opinnäytetyön aiheena on verkostojen dokumentointi palvelun tarjoajan näkökulmasta. Työn toimeksiantajana toimi Lappeenrannan Verkonrakennus Oy. He tarjoavat tytäryhtiöilleen sekä ulkopuolisille yrityksille kartoitus-, dokumentointi- ja näyttöpalvelua.

Työssä tullaan syventymään sähkö- ja vesiverkon kartoitukseen, niissä esiintyviin haasteisiin sekä perehdytään kartoitettujen tietojen dokumentointiin sekä niissä käytettäviin ohjelmiin. Työssä tullaan myös perehtymään kaukolämpö- ja maakaasuverkon dokumentointiin. Niiden kartoittamisen hoitaa ulkopuolinen urakoitsija. Näiden lisäksi työssä tutustutaan myös itse näyttöön, siinä käytettävään laitteeseen sekä näytössä ilmeneviin haasteisiin. Työn lopussa selvitetään, edellyttääkö jokin laki tai asetus sähkö-, vesi-, maakaasu- tai kaukolämpöverkon kartoittamista ja dokumentointia. Tämän lisäksi tutustutaan myös karttapalvelusta saataviin karttoihin ja selvennetään itse karttoja sekä niissä esiintyviä värejä ja piirrosmerkkejä.

Työn tavoite on käydä läpi nykyiset kartoitus- ja dokumentointiprosessit, niissä käytettävät ohjelmistot sekä tuoda esille mahdollisia kehityskohteita.

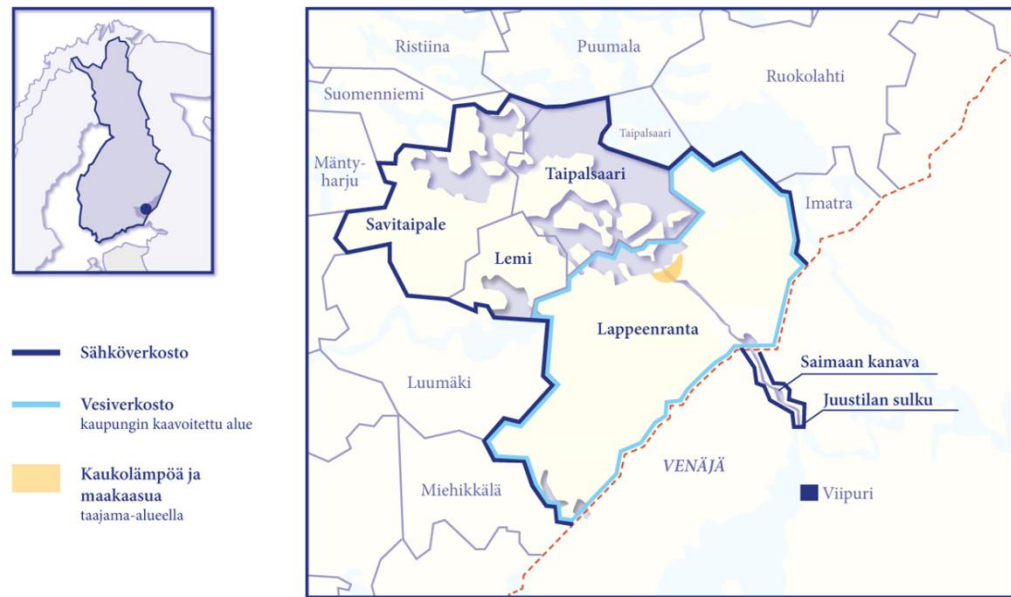
## 2 LAPPEENRANNAN ENERGIA OY

Lappeenrannan kaupunki omistaa kokonaisuudessaan Lappeenrannan Energia Oy:n (konserniyhtiö). Lappeenrannan Energia Oy:n vastuulle kuuluu kaukolämmön, maakaasun, sähkön ja veden jakelu sekä lisäksi edellä mainittujen myynti. Lappeenrannan Verkonrakennus Oy on yksi kolmesta tytäryhtiöstä. Kaksi muuta tytäryhtiötä ovat Lappeenrannan Lämpövoima Oy sekä Lappeenrannan Energiaverkot Oy. Kuvasta 1 selviää yhtiön rakenne. /1./



**KUVA 1. Yhtiön rakenne /2/**

Yrityksen toiminta-alueeseen (kuva 2) kuuluu Lappeenrannan, Lemmin, Taipalsaaren ja Savitaipaleen sähköverkot. Lappeenrannan asemakaavoitetulla alueella yrityksen vastuulle kuuluu myös vesiverkko, johon sisältyy puhdas käyttövesi-, hulevesi- ja jätevesiverkko. Näiden lisäksi myös maakaasun- ja kaukolämmönverkot kuuluvat yrityksen vastuulle./1./



**KUVA 2. Yrityksen toiminta-alue /2/**

### 2.1 Lappeenrannan Verkonrakennus Oy

Lappeenrannan Verkonrakennus Oy on perustettu vuonna 2006. Se tarjoaa palveluitaan konsernin muille yhtiöille sekä ulkopuolisille yrityksille. Palveluita, joita Lappeenrannan Verkonrakennus Oy tarjoaa, ovat sähkö-, vesi-, hulevesi-, jätevesiverkon, katuvalaistuksen sekä liikennevalojen rakentamis- ja kunnossapitotyöt. Myös edellä mainittujen verkkojen kartoitus ja dokumentointi kuuluu yritykselle, siinä tapauksessa jos se on ollut rakentamassa kyseistä verkkoa. /3./

### 2.2 Lappeenrannan Energiaverkot Oy

Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n vastuuseen kuuluu, että jokaisella asiakkaalle tulee vettä, sähköä sekä lämpöä. Myös viemäröintien toimivuuden varmistaminen kuuluu yritykselle. Sen tehtävänä on myös huolehtia verkkojensa ylläpitämisestä sekä kehittämisestä. Lappeenrannan Energiaverkot Oy:n päätoimiset tehtävät ovat verkostojensa suunnittelu, rakennuttaminen, ylläpito sekä käyttö. /4./

Lappeenrannan Energiaverkot Oy on perustettu 2006, jolloin sen alaisuuteen siirrettiin sähkön, kaukolämmön sekä maakaasun jakeluverkostot. Yrityksen vastuulle kuuluu kaukolämpö- ja maakaasuverkkojen dokumentointi. Maaliskuun alussa 2011 Lappeenrannan Energia Oy ja Lappeenrannan Vesi Oy fuusioituivat, jolloin Lappeenrannan



Energiaverkoille siirtyi Lappeenrannan Vesi Oy:n omistuksessa olleet puhtaan käyttöveden, jäteveden ja huleveden verkostot sekä niihin liittyvät laitteistot. /4./

### **2.3 Lappeenrannan Lämpövoima Oy**

Lappeenrannan Lämpövoima Oy tuottaa asiakkailleen sähköä, kaukolämpöä, höyryä sekä vettä. Tämän lisäksi yritys puhdistaa jätevettä, jota syntyy kuluttajilta. Lämpövoima Oy:n vastuulle kuuluu viidentoista lämpökeskuksen ja kolmen höyrykeskuksen ylläpito sekä käyttö. Lappeenrannan Lämpövoima Oy omistaa Mertaniemessä kaksi voimalaitosta Mertaniemi 1 ja Mertaniemi 2, jotka tuottavat sähköä ja kaukolämpöä. /5./

### **2.4 Historia**

Kaikki alkoi vuonna 1901, kun päätettiin perustaa sähkölaitos Lappeenrantaan. Vuonna 1929 siirryttiin tasasähköstä vaihtosähköön sekä Imatran vesivoimalaitokselta aloitettiin sähkön siirto Lappeenrantaan. Kaukolämpö toiminta aloitettiin Lappeenrannassa 1966. Lappeenranta oli ensimmäisten joukossa kaukolämmön käyttöönotossa. Lappeenrannan Mertaniemessä sijaitsevat voimalaitokset Mertaniemi 1 aloitti toimintansa 1975 ja Mertaniemi 2 vuoden myöhemmin. Maakaasun toimittaminen aloitettiin ensimmäisille asiakkaille vuonna 1983. Kaukolämmön osuuden kasvaessa huomattavasti, päätettiin vuonna 1982 muuttaa sähkölaitos nimi energialaitokseksi. Energialaitos yhtiöitettiin Lappeenrannan kaupungin omistamaksi osakeyhtiöksi vuonna 2003, jolloin myös ostettiin Lappeenrannan Lämpövoima Oy, joka siirtyi Lappeenrannan Energia Oy:n yhdeksi tytäryhtiöksi. /6./

## **3 VERKOSTOJEN DOKUMENTOINTIPROSESSI**

### **3.1 Liittymän tilaaminen**

Pääsääntöisesti verkoston rakentamisprosessi alkaa siitä, kun asiakas tilaa uuden liittymän. Liittymä voi olla sähkö-, vesi-, maakaasu- tai kaukolämpöliittymä. Asiakas tilaa liittymän asiakaspalvelusta, joka toimittaa tilauksen eteenpäin. Asiakaspalvelusta tilaus siirtyy suunnittelijoille ja heiltä aikanaan rakennuspuolen päälliköille, jotka laittavat varsinaisen uuden liittymän rakentamisen käytäntöön.

### **3.2 Verkoston nykytilanteen selvittäminen**

Liittymätilauksen saapuessa asiakaspalvelusta suunnittelijoille suunnittelijat alkavat selvittää nykyistä verkon tilaa. Aluksi selvitetään, pystytäänkö hyödyntämään nykyistä olemassa olevaa verkkoa vai joudutaanko rakentamaan kenties uutta verkkoa. On myös mahdollista, että nykyisen verkon vahvistaminen riittää, jotta nykyinen verkko tulee kestäväksi uuden liittymän liittymisen verkkoon.

### **3.3 Uuden liittymän rakentaminen**

Suunnittelijoiden suunniteltua uuden liittymän toteuttamistavan suunnitelma saapuu rakennuttamisesta vastaaville päälliköille. He laittavat varsinaisen uuden liittymän rakentamisen käytäntöön.

Sähkö-, vesi, kaukolämpö- sekä maakaasuverkon rakennusvaiheen kaivutyöt hoidetaan ulkopuolisten urakoitsijoiden avulla. Lappeenrannan Verkonrakennus Oy:llä on omat asentajat, jotka hoitavat sähkö- ja vesiverkon rakentamiseen liittyvät työt. Kaukolämpö- ja maakaasuverkkojen rakentamisesta vastaa ulkopuolinen urakoitsija.

### **3.4 Kartoitus**

Lappeenrannan Verkonrakennus Oy:llä on kaksi omaa kartoittajaa, jotka hoitavat kartoitukset. Heidän vastuulleen kuuluu sähkö- sekä vesiverkon kartoittaminen.

Verkoston kartoittaminen tapahtuu pääsääntöisesti siinä vaiheessa, kun kaivannossa oleva uusi verkko on näkyvillä. Joissakin tapauksissa sähköverkkoa pystytään kartoittamaan myös verkon ollessa jo maan alla. Tällöin kartoittaminen tapahtuu ensin kaapelitutkalla paikantamalla kaapeli. Kaapelitutkan avulla merkitään kaivettu kaapeli maastoon ja tämän jälkeen otetaan tiedot ylös GPS:llä taikka takymetrillä. Uutta verkkoa kaivavan maansiirtoyrityksen täytyy ottaa yhteyttä suoraan kartoittajiin, jotka tulevat hoitamaan uuden verkoston kartoituksen.

Vesiverkkoa kartoitetaan alueilla mihin rakennetaan uutta verkkoa sekä tarpeen tullen kartoitetaan jo olemassa olevaa verkkoa. Vesiverkosta talteen otettavia tietoja ovat

putken sijainti, rakennusvuosi ja materiaali. Putken materiaalina käytetään nykypäivänä pääsääntöisesti muovia ja valurautaa. Myös kaivojen sijainnit, kaivojen materiaali sekä venttiilien sijainnit (talo- ja linjaventtiilit) otetaan ylös. Viettokaltevuus saadaan kahden eri kaivon perusteella eli otetaan molemmista kaivoista lähtöjen korot ylös, joiden perusteella saadaan määritettyä viettokaltevuus. Korolla tarkoitetaan putken korkeutta suhteessa merenpintaan. Vesiputken korko otetaan vesiputken päältä, kun taas jätevesiputken korko otetaan virtaavan materiaalin virtauspinnasta, jolloin saadaan kaadot ja kaatosuunnat selville. Tiedot otetaan ylös joko GPS:llä tai takymetrillä. Kun tiedetään, että putki tulee kulkemaan viistosti jompaankumpaan suuntaan, ja toisessa päässä ei ole kaivoa, niin silloin joudutaan ottamaan korkotietoja useammasta kohdasta putkea. /7./

Sähköverkkoa kartoitetaan Lappeenrannan, Taipalsaaren, Savitaipaleen sekä Lemmin alueilla. GPS:llä tai takymetrillä verkostosta ylös otettavia tietoja ovat kaapelityyppi, eli onko se alumiini- vai kuparikaapelia sekä pien-, keski- vai suurjännitekaapeli. Kaapelin poikkipinta, jakokaappien, muuntamoiden, itse kaapeleiden, valaisinpylväiden, suojaputkien päiden sekä jatkojen sijainnit otetaan myös ylös edellä mainituilla laitteilla.

Kaukolämpö- ja maakaasuverkostosta ylös otettavia tietoja GPS:llä tai takymetrillä ovat itse putken sijainti ja korkeus sekä putken tyyppistä selviää sen materiaali, halkaisija sekä käytetty eristemateriaali. Myös venttiilien, kaivojen, liitoskohtien, tassaaimien, vaaka- ja pystytaitteiden, muuntokappaleiden, kiintopisteiden sekä suojaputkien päiden sijainnit otetaan ylös. Tasaimet ovat niin sanottuja haitareita, jotka ottavat putkiston lämpenemisestä aiheutuvat lämpöliikkeet vastaan. Muuntokappaleilla voidaan yhdistää kaksi eri putkityyppiä toisiinsa. Maakaasuverkossa muuntokappaletta käytetään ruostumattomanteräksen sekä muoviputken liitoskohdassa. Kiintopiste on betonivalu, joka valetaan kaukolämpöputken ympärille ja tällä tavoin estetään putken liikkuminen liitoskohdan läheltä. /8./

Kaukolämpö- ja maakaasuverkon kartoittamisen ja kaivutyöt hoitaa ulkopuolinen urakoitsija. He toimittavat kartoittamansa verkon tiedot dokumentointiin. Dokumentoinnissa aliurakoitsijan kartoittaja yhdessä dokumentoitsijan kanssa siirtää kartoitetun tiedon tietokoneelle. Tietokoneelle syötettyjen tietojen perusteella dokumentoija editoi tulevan verkon ja syöttää sen järjestelmään.

### 3.4.1 Kartoituksessa käytettävät laitteet

Kartoituksessa käytettäviä laitteita ovat nykypäivänä GPS ja takymetri. Myös perinteistä mittanauhaa sekä etäisyyslaseria käytetään. Viimeksi mainituilla laitteilla otetaan lähinnä etäisyyksiä jostakin kiinteästä kohteesta esimerkiksi rakennuksen seinästä mitattavaan kohdepisteeseen. Etäisyyslaseria voidaan käyttää myös syvien kaivojen syvyyksien määrittämisessä /7/.

Kartoittajien käytössä on tällä hetkellä Trimble R8 -GNSS-laite sekä erillinen maastotietokone (kuva 3), jonka lisäksi heille on juuri tullut myös mallisarjan seuraava Trimble R10 -GNSS-laite. Yleiskielessä satelliittimittauksesta käytetään lähinnä termiä GPS (Global Positioning System), joka on lähes jokaiselle tuttu käsite, mutta tänä päivänä voidaan käyttää myös termiä GNSS (Global Navigation Satellite System). GNSS-tekniikkaa tukevat laitteet käyttävät perinteisen satelliittipaikannuksen lisäksi muitakin satelliittipaikannusjärjestelmiä. Suomessa on yli sata GNSS-tukiasemaa, joita ylläpitää Trimnet. Näiden lisäksi Trimnetillä on yksi laskentakeskus, joka sijaitsee Vantaalla. Kartoittajien käytössä olevat Trimble R8 ja Trimble R10 paikallistavat sijaintinsa perinteisen satelliittiverkon lisäksi vielä erillisistä GNSS-tukiasemista, jolloin tarkkuus on huomattavasti parempi ja varmempi. /7; 9; 10./



**KUVA 3. Kartointu Trimble R8 -GPS/GNSS-laitteella**

Kartoituksessa käytetään myös takymetriä. ”Takymetri on mittauksessa käytettävä mittalaite, jolla mitataan säteittäisesti eli polaarisesti pisteiden sijainteja kojeeseen nähden. Takymetri on kehittynyt teodoliitista, jota sen perusrakenne kaukoputkineen ja lukemakehineen edelleen vastaa.” Kartoittajien käytössä on Trimble 5605 S DR200 -robotitakymetri (kuva 4). Takymetriä käytetään lähinnä silloin kun GPS:llä ei saada kartoitettua. Takymetrillä kartoitettaessa tarvitaan itse takymetri sekä sauva, johon on kiinnitetty prisma. Robotitakymetrillä kartoitettaessa kartoittaja pärjää yksin, koska robotitakymetri seuraa sauvan päässä olevaa prismaa jatkuvasti. /7; 11./



**KUVA 4. Trimble 5605 S DR200 -robottitakymetri**

### **3.4.2 Kartoituksessa ilmenevät ongelmat**

GPS:llä kartoitettaessa yksi hyvin yleinen ongelma on tällä hetkellä paikoin heikko signaali. Tällöin laite ei saa yhteyttä tarpeeksi moneen tukiasemaan, jolloin tarkkuus ei ole riittävä, eikä laite suostu mittaamaan. Signaalia heikentävät korkeat betoniset rakennukset sekä puusto. On myös huomattu, että joissakin paikoissa laite ei saa yhteyttä tukiasemiin, vaikka signaalia heikentäviä tekijöitä ei ole lähistöllä. /7./

Toinen hyvin yleinen ongelma on ollut verkoston peittäminen ennen kartoitusta eli maansiirtourakoitsija on peittänyt kartoitettavan verkon osan ennen kuin kartoittaja on ehtinyt paikalle. Sähköverkon puolella kartoitus onnistuu joissakin tapauksissa vaikka kaapeli on jo peitetty. Vesiverkon puolella kartoittaminen jälkikäteen on hankalampaa, koska putkien tarkkaa sijaintia on lähes mahdotonta selvittää, jos ne eivät kulje suoraan esimerkiksi kaivosta kaivoon. Kaivosta kaivoon menevien putkien sijainti sekä korkotiedot saadaan selvitettyä kaivoista lähtevien lähtöjen perusteella. /7./

### **3.5 Vienti järjestelmään**

Sähkö- ja vesiverkoston maastossa kartoitetut tiedot siirretään ensiksi kartoituslaitteen muistista tietokoneen muistiin. Tämän jälkeen avataan 3D Win -ohjelmisto, johon käydään hakemassa tallennettu tieto. 3D Win -ohjelmalla käsitellään kartoitettu tieto. Tiedon käsittelyn jälkeen käsitelty tieto muutetaan Xcity-muotoon, jonka jälkeen Xcity-muodossa oleva tiedosto avataan Teklan Xcity, nykyisin Tekla Gis -ohjelmassa. Viimeinen editointi tehdään Tekla Gis -ohjelmalla. Vesipuolella lopullinen editointi tehdään Tekla Nis -ohjelmalla, joka on muuten samanlainen kuin Tekla Gis, mutta suunniteltu nimenomaan vesipuolelle. /7./

Kaukolämpö- ja maakaasuverkon kartoitustiedot toimittaa ulkopuolisen urakoitsijan kartoittaja. GPS:llä kartoitetut tiedot syötetään suoraan Tekla Nis -ohjelmaan, jossa sitä editoidaan. Tekla Nis -ohjelmasta on olemassa oma versio kaukolämmölle/maakaasulle. Takymetrillä kartoitetut tiedot joudutaan ajamaan ensin Leica-muunnos ohjelmasta. Tämän jälkeen tiedot siirretään muunnosohjelmasta Tekla Nis -ohjelmaan, jossa lopullinen editointi tehdään. /12./

## **4 VERKOSTOJEN NÄYTTÖPROSESSI**

### **4.1 Näyttö**

Lappeenrannan Energiaverkot Oy ylläpitää karttapalvelua, josta saa selville maan alla olevien kaapeleiden ja putkistojen sijainnit sekä niiden ominaisuudet. Yritys ylläpitää myös sopimuskumppaneiden verkkojen sijaintitietoja. Ylläpidettäviä sopimuskumppaneiden verkkoja ovat liikennevalo-, katuvalo- sekä tietoliikenneverkot. /13./

Yksityisen henkilön tai yrityksen on varmistettava ennen maansiirtotöiden aloittamista, että maan alla ei ole vahingoittuvia sähkö- taikka telekaapeleita eikä myöskään vesi-, viemäri-, kaukolämpö taikka maakaasuputkistoa. Edellä mainitun asian huomioiden jättäminen voi vahinkotapauksessa aiheuttaa yksityiselle henkilölle merkittävän turvallisuusriskin sekä yritykselle huomattavan suuren taloudellisen riskin. /13./

Maan alla olevien kaapeleiden tai putkistojen vahingoittamisesta seuraa urakoitsijalle lasku, jos hän ei ole ottanut etukäteen selvää mitä kaapeleita tai putkistoja maan alla sijaitsee. Vaikka urakoitsija olisi tilannut kartat kaivu alueelta, mutta jättänyt näytön tilaamatta ja hän vahingoittaa kaapeleita tai putkistoja on hän korvausvelvollinen. Siinä tapauksessa, jos urakoitsijalle annetussa kartassa on virhe tai näyttäjä merkannut kaapelin tai putkiston väärään paikkaan, on näyttöpalvelua tarjoava yritys korvausvelvollinen.

Karttapalvelusta saa varmistuksen, onko kaivu alueella vahingoittuvia kaapeleita taikka putkistoja. Sieltä voidaan tilata myös kaapelitutkalla tehtävä näyttö. Tutkalla voidaan paikantaa ja merkata maanalaiset sähkö- sekä tietoliikennekaapelit. Myös maakaasu- ja kaukolämpöputkistojen merkitseminen kuuluu näytön piiriin. Maakaasuputkistojen merkitseminen kaapelitutkalla on mahdollista vain silloin, kun putkiston läheisyyteen on asennettu erillinen tunnistinlanka. /13./

Vesiverkon putkistoja ei pääsääntöisesti näytetä vaan niistä annetaan kartta, josta selviää putkistojen sijainnit. Vesiputkistojen näyttäminen on lähes mahdotonta yrityksen käytössä olevalla kaapelitutkalla, koska putkistot sijaitsevat hyvin syvällä maaperässä, jolloin niihin ei saada kunnollista signaalia sekä nykypäivänä käytettävän putkiston materiaalin ollessa muovia, jota käytössä oleva tutka ei tunnista. Joissakin tapauksissa vanhojen rautaisten putkistojen etsiminen on mahdollista. Tämä edellyttää kuitenkin, että putkistoon saadaan syötettyä kunnollinen signaali.

Kartat kaivualueelta tulisi tilata kolme päivää etukäteen. Kartat voidaan käydä noutamassa karttapalvelusta henkilökohtaisesti, mutta on myös mahdollista, että ne lähetetään tilaajan sähköpostiin. /13./

Näyttöpalvelu on maksutonta, kun näyttö kohdistuu yrityksen omaan taikka sopimus-kumppaneiden verkkoon. On myös mahdollista tilata näyttö jonkun muun omistukses-



sa olevaan verkkoon. Tällöin näyttöpalvelu on maksullista. Oman taikka sopimus-  
kumppaneiden verkkojen uusintanäytöistä, joissa joudutaan näyttämään sama alue  
toiseen kertaan, peritään erillinen maksu. /13./

Varsinainen näyttö tapahtuu siihen suunnitellulla kaapelitutkalla. Pääsääntöisesti näy-  
tössä on myös apuna karttapalvelusta tulostettu kartta, joka kertoo maanalaisten put-  
kistojen sekä kaapeleiden sijainnit. Kaapelitutkan ja kartan avulla näyttäjä merkitsee  
maastoon kaapeleiden ja putkistojen sijainnit maalaamalla. Jos näyttö ei onnistu josta-  
kin syystä kaapelitutkalla, voidaan näyttö suorittaa GPS:llä tai takymetrillä. Tämä  
edellyttää kuitenkin, että kaapelista tai putkesta on olemassa tarkat koordinaatit. Myös  
maanalle jääneiden venttiilien ja kaivojen sijainnit on mahdollista merkata GPS:llä tai  
takymetrillä, jos niistä on olemassa tarkat koordinaatit.

#### **4.2 Käytettävät laitteet**

Ainoa näytössä käytettävä laite on kaapelitutka. Näyttäjien käytössä oleva kaapelitut-  
ka Metrotech VM-810 (kuva 5) koostuu lähettimestä, vastaanottimesta sekä erilaisista  
lisälaitteista. Lähetin lähettää signaalia 83 kHz:n taajuudella etsittävään kaapeliin,  
jonka vastaanotin tunnistaa /7/.



**KUVA 5. Kaapelitutka Metrotech VM-810**

#### 4.2.1 Kaapeleiden sekä putkistojen etsiminen

Kaapeleita on mahdollista etsiä kolmella eri tavalla, joita ovat induktiivisesti ilman pihtiä, induktiivisesti pihdillä tai suoralla kytkennällä. Ensimmäisessä tavassa kaapelia etsitään induktiivisesti ilman pihtiä. Tässä etsintätavassa lähetin asetetaan poikittain etsittävään kaapelin nähden (kuva 6). Tällä etsintätavalla lähetin lähettää signaalia etsittävään kaapeliin sekä myös muihin lähistöllä oleviin kaapeleihin sekä putkistoihin. Tämä on epäluotettavin tapa etsiä kaapeleita, koska signaali voi ”hypätä” myös muihin lähistöllä oleviin kaapeleihin taikka putkistoihin. Vastaanottimen avulla etsitään kaapelin sijainti maastosta. Lähettimen ja vastaanottimen välillä täytyy olla riittävän suuri etäisyys, koska lähetin ja vastaanotin voivat olla yhteydessä toisiinsa ilman kautta. /14./



**KUVA 6. Ensimmäinen tapa etsiä kaapeleita**

Toisesta kaapelin etsintätavasta käytetään nimitystä induktiivisesti pihdin avulla /14/. Tässä etsintätavassa etsittävän kaapelin ympärille laitetaan pihti (kuva 7). Pihdin toinen pää kiinnitetään lähettimeen. Tämä on toiseksi paras tapa etsiä kaapeleita, koska tällä tavalla signaali pysyy varmemmin etsittävässä kaapelissa. Tätä etsintä tapaa käytettäessä täytyy kaapelin molempien päiden olla maadoitettuja. Kaapelin sijainti etsitään vastaanottimen avulla.



**KUVA 7. Toinen tapa etsiä kaapeleita**

Kolmannesta etsintätavasta käytetään nimitystä suora kytkentä. Tästä etsintätavasta käytetään myös nimitystä galvaaninen. /14./. Tätä etsintätapaa voidaan käyttää vain silloin, kun etsittävä kaapeli on molemmista päistä kytkemättä. Tässä etsintätavassa johdon toinen pää kytketään lähettimeen ja punainen hauenleuka kytketään etsittävän kaapelin yhteen johtimeen ja musta hauenleuka kytketään maahan pistettävään maapiikkiin. Tämän jälkeen lähetin laitetaan päälle ja vastaanottimen avulla etsitään kaapelin sijainti maastosta. Tämä on paras tapa etsiä kaapeleita, koska tällä tavalla lähetin lähettää signaalia vain etsittävään kaapeliin.



**KUVA 8. Kolmas tapa etsiä kaapeleita**

Maakaasu- ja kaukolämpöputkia etsittäessä lähetin asetetaan etsittävän putken päälle kuten kuvassa 6 ja tämän jälkeen vastaanottimen avulla etsitään etsittävä putkisto. Maakaasuputkistoja voidaan jossakin tapauksissa etsiä myös lisälaitteen avulla (kuva 9).



**KUVA 9. Maakaasuputken etsiminen lisälaitteella**

Lähettimeen liitettävä lisälaitte voidaan kytkeä maakaasutolpissa oleviin pistorasioihin. Pistorasian napoihin on kytketty maakaasuputken lähistölle sijoitetun tunnistinlangan päät.

### 4.3 Ongelmat

Lähettimen lähettäessä radiosignaalia etsittäväan kaapeliin pääsee signaalia mahdollisesti kiertämään maadoitusjohtoa pitkin muihin lähellä oleviin kaapeleihin, koska kaapeleilla on yhteinen maadoituspiste. Kaukolämpöputkistojen ja tietoliikennekaapeleiden ollessa myös maadoitettuja pääsee signaali kiertämään myös niihin. Joissakin tapauksissa signaali voi myös ”hypätä” maakaasuputken läheisyyteen sijoitettuun tunnistinlankaan. Nämä edellä mainitut asia hankaloittavat näyttöä, koska signaali saattaa ”hypätä” kesken kaiken johonkin toiseen kaapeliin taikka putkeen.

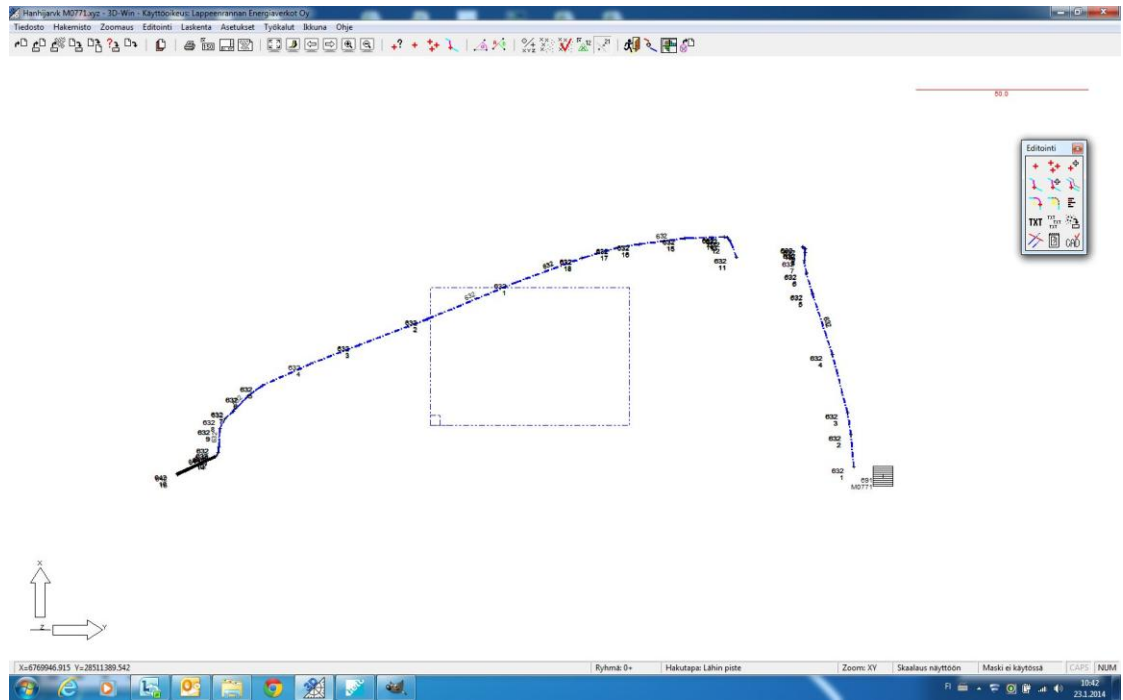
Kaupunkialueella, jossa on paljon sähkö- ja telekaapeleita, näyttäjän täytyy olla erittäin tarkkana, että hän seuraa koko ajan etsimäänsä kaapelia taikka putkea. Kaapelitutkan signaali ”hyppää” kaapelista taikka putkesta toiseen hyvinkin helposti ja tällöin seurauksena on väärän kohteen merkitseminen.

Kaapelin taikka putken syvyydellä on myös vaikutusta kuuluvuuteen. Mitä lähempänä maanpintaa kaapeli taikka putki on, sitä voimakkaampi signaali siitä heijastuu vastaanottimeen ja täten se ”kuuluu” paremmin. Pääsääntöisesti kaapelit ovat pinnemmassa kuin kaukolämpöputket, joten kaapelien täytyisi kuulua paremmin, mutta kaukolämpöputkessa olevan metallin määrä on suurempi, jolloin se erottuu pääsääntöisesti selvemmin.

## 5 KÄYTETTÄVÄT OHJELMISTOT

### 5.1 3D Win

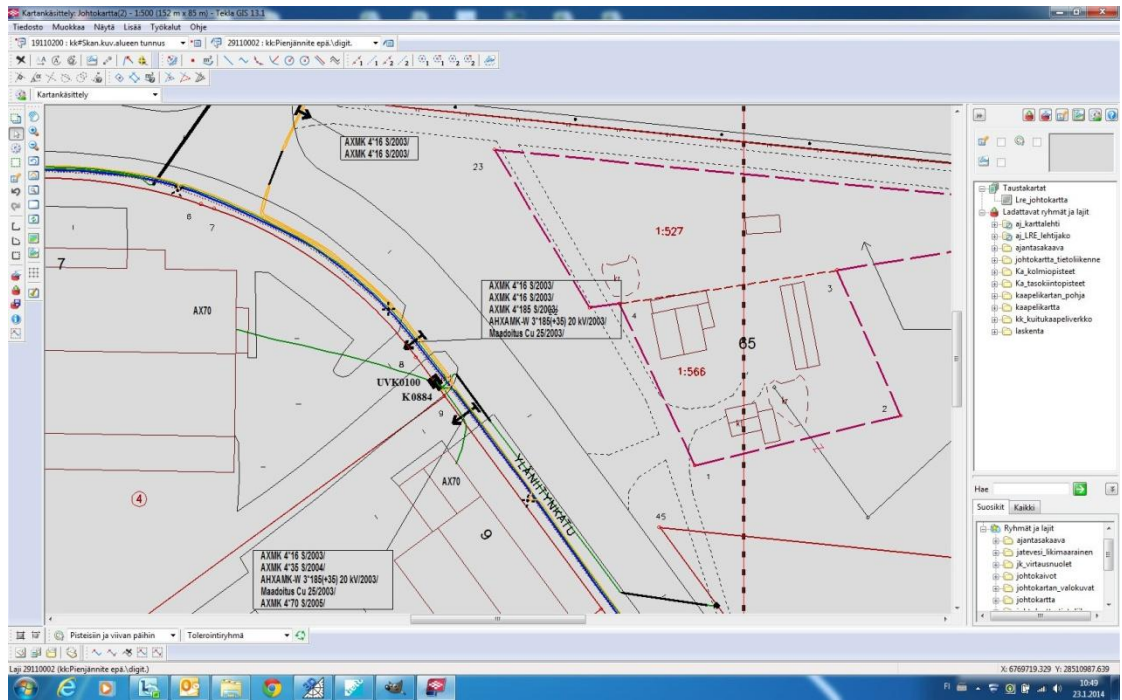
3D Win -ohjelmaa käytetään sähkö- ja vesiverkon kartoitustietojen editointiin. Sillä voidaan myös editoida kaikenlaista muutakin kartoitettua tietoa. Ohjelmassa yhdistetään kartoitetut pisteet toisiinsa (kuva 10), jolloin siitä syntyy kaapeli- tai putkireitti. Kartoitusvaiheessa venttiileille, kaivoille, jakokaapeille, kaapelijatkoille sekä muuntamoille annetaan oma koodi. Kun kartoitettu tieto ajetaan 3D Win -ohjelmaan, piirtyy esimerkiksi jakokaapin symboli automaattisesti. /7; 15./



**KUVA 10. 3D Win -ohjelma /7/**

## 5.2 Tekla Gis

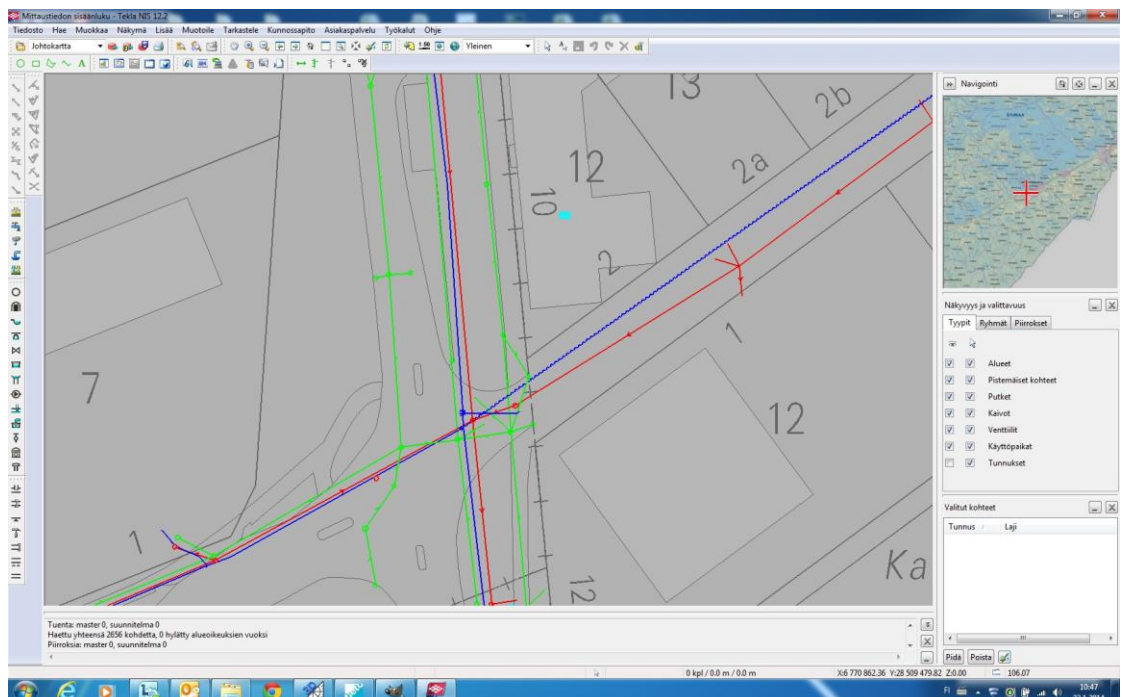
Tekla Gis -ohjelma (kuva 11) on suunniteltu käytettäväksi sähköpuolelle. Aiemmin ohjelma oli Tekla Xcity -nimellä. Ohjelmalla tehdään lopullinen kartoitustietojen editointi. Ohjelmalla merkitään kaapelille tyyppi, jännitetaso eli onko se pien-, keski- vai suurjännitekaapeli, asennusvuosi, kaapelin omistaja sekä mittaustapa. Mittaustavalla tarkoitetaan kartoitustapaa, eli onko se kartoitettu takymetrillä, GPS:llä, kaapelitutkalla kuuntelemalla vai kartasta digitoimalla. Karttadigitoinnissa vanha kuva on taustalla ja uuteen kuvaan verkko piirretään vanhan kuvan mukaan. Jakokaapeille, muuntamoille sekä ulkovalaistuskeskuksille merkitään tunnukset, esimerkiksi jakokaapeille K 1234, muuntamoille M 0001 tai ulkovalaistuskeskuksille UVK 001. Poikkileikkaus taulukoiden lisääminen tehdään myös kyseisellä ohjelmalla eli siitä selviää, mitä kaikkia kaapeleita kyseisessä kaapeliniipussa kulkee tai minkätyyppinen kyseinen kaapeli on. /7; 15./



**KUVA 11. Tekla Gis -ohjelma (sähkö) /7/**

### 5.3 Tekla Nis

Tekla Nis -ohjelma (kuva 12) on hyvin pitkälle samanlainen kuin Tekla Gis -ohjelma, mutta se on suunniteltu vesipuolelle. Siinä tehdään myös lopullinen kartoitustietojen editointi. Ohjelmalla merkitään putkelle asennusvuosi, materiaali, halkaisija sekä mitaustapa. Myös venttiilien koot merkitään ylös. /7; 15./



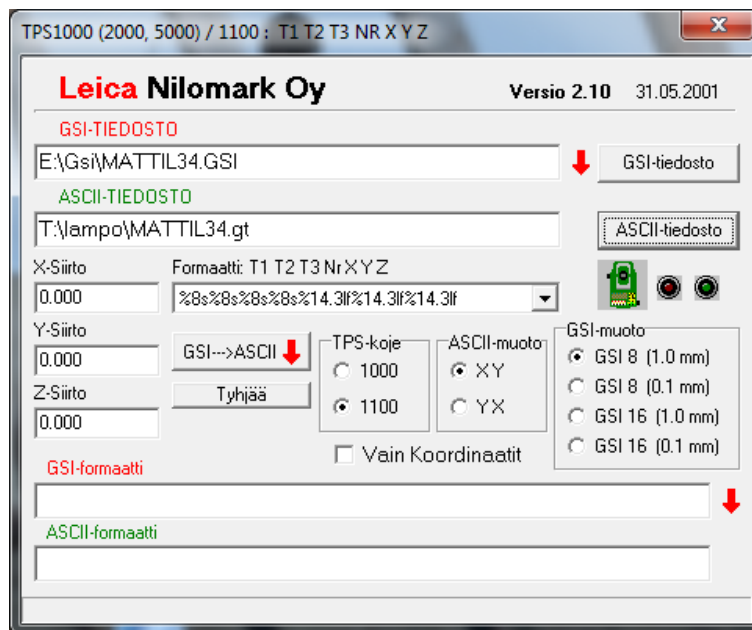
**KUVA 12. Tekla Nis -ohjelma (vesi) /7/**



Tekla Nis -ohjelmasta on olemassa vielä oma versionsa kaukolämmölle ja maakaasulle. Kaukolämpö- ja maakaasuverkot sijaitsevat samassa karttapohjassa. Ohjelmalla merkitään esimerkiksi putkiston rakennusvuosi, käyttöönottopäiväys, putken tyyppi, mittaustapa sekä kaukolämpökaivoille merkitään numerotunnukset. Lisäksi merkitään liittymä ja liittymätunnus. /12/.

#### 5.4 Leica-muunnos

Leica-muunnosohjelmaa (kuva 13) tarvitaan, kun ulkopuolisen urakoitsijan toimittama kartoitustieto joudutaan kääntämään Tekla Nis -ohjelmalle ymmärrettäväksi /12/. Ohjelmaa tarvitaan siinä tapauksessa, kun ulkopuolisen urakoitsijan kartoittama maakaasu- tai kaukolämpöverkon kartoitus on suoritettu takymetrillä. Kartoitustieto on eri tiedostomuodossa kuin mitä Tekla Nis -ohjelmisto käyttää.



**KUVA 13. Leica-muunnosohjelma /12/**

#### 5.5 Power Grid

Power Gridistä käytetään usein termiä PG. PG:ssä näkyy Lappeenrannan Energia-verkkojen käytössä oleva sähköverkko. Ohjelmassa näkyy myös käytössä olevat ja käytöstä poistetut kaapelit. Ohjelmassa ei näy katuvalo-, liikennevalo- eikä tietoliikennekaapeleita myöskään maadoituskupareita ole kyseisessä ohjelmassa. PG-ohjelmassa näkyy myös käytössä olevat ilmalinjat, joita ei muissa kuvissa näy. Oh-

jelmalla merkitään esimerkiksi muuntajalle tulevat ja lähtevät kaapelit sekä sulakekoot. Jakokaapeille tehdään samat merkinnät kuin muuntajille. Ohjelmaan piirretään myös maastossa kulkevat maakaapelit sekä ilmalinjat mahdollisimman tarkasti. PG:ssä oleva karttapohja ei ole läheskään yhtä tarkka kuin Tekla Gis:ssä, joten kaapeleidenkin sijainti on suuntaa antava. PG:ssä olevaa kartta käytetään verkostokarttana, kun taas Tekla Gis:ssä oleva kartta käytetään sijaintikarttana.

## **6 DOKUMENTOINTI**

### **6.1 Sähkö**

Työn suorittajan täytyy ennen töiden aloittamista selvittää, onko työalueen lähistöllä sähkökaapeleita. Verkonhaltijan täytyy antaa työn suorittajalle maksutta tiedot mitä kaikkia sähkökaapeleita mahdollisesti työalueen lähistöllä sijaitsee. Vuonna 2013 on tullut uusi sähkömarkkinalaki, joka määrää, että verkonhaltijalla täytyy olla sähkökaapeleiden sijainnit digitaalisessa muodossa viimeistään vuoden 2014 lopussa. /16./

Liite 1 on tulostettu Tekla Gis -ohjelmasta, josta selviää maan alla olevien sähkökaapeleiden sijainnit. Sininen väri kertoo kyseessä olevan kj- eli keskijännitekaapeli (10 kV tai 20 kV), vihreä väri pj- eli pienjännitekaapeli (0,4 kV) sekä keltainen väri kertoo katuvalokaapelista. Kuvassa ei näy sj- eli suurjännitekaapelia, josta käytetään punaista väriä, sekä tietoliikennekaapeleita, joista käytetään rusehtavaa väriä. Viesti- ja puhe-linkaapeleista käytetään mustaa väriä. Musta katkoviiva kertoo, että kaapeli on hylätty tai poistettu käytöstä. Ruskea katkoviiva kertoo kyseessä olevan maadoituskupari. Kuvassa näkyy myös katuvalopylväiden, jakokaappien sekä muuntamoiden tarkat paikat sekä muuntamoiden että jakokaappien tunnuksat. Maan alla olevien putkien sijainnit selviävät myös kuvasta, jolloin niitä voidaan mahdollisesti hyödyntää tulevaisuudessa. Myös erilaisten lisätietojen lisääminen on kuvaan mahdollista, kuten liitteestä 1 selviää putkistojen päiden ollessa 1,4 m syvyydessä. Kaapeleiden jatkoista käytetään kartassa salmiakkikuviota. Kaapelijatkosten sijainti on hyvä tietää: jos jatko vikaantuu jostakin syystä, niin tiedetään jatkos tarkka sijainti.

Liite 2 on tuloste Power Grid -ohjelmasta. Kuvassa on Lappeenrannan Energiaverkkojen verkostokuva. Kuvassa maakaapelit on merkitty katkoviivalla. Pj- ja kj-

kaapeleiden värit ovat samat kuin liitteessä 1. Ilmalinjoja kuvataan yhtenäisellä viivalla. Pj-linjan ollessa kyseessä käytetään vihreätä väriä, kun taas kj-linjassa värinä on sininen. Myös pylväiden sekä harusten sijainnit näkyvät kyseisestä kuvasta. Maakaapeleiden ja ilmajohtojen pituudet sekä tyypit ilmenevät myös. Muuntaja kuvataan punaisella neliöllä ja jakokaappia sinisellä suorakaiteella. Kuvaan merkitään myös molempien tunnuksat. Ilmalinjassa olevia erottimia kuvataan punaisella pystyviivalla. Suojaputkien sijainnit selviävät myös kyseisestä kuvasta.

## 6.2 Kaukolämpö/maakaasu

Liitteessä 3 on maakaasu/kaukolämpöpuolen kuva, joka on tulostettu Tekla Nis -ohjelmasta. Kuvassa näkyy molempia verkostoja. Sininen väri tarkoittaa maakaasuputkistoa ja AP- sekä MP-merkinnät kuuluvat myös maakaasuverkoston merkkeihin. AP (kuva 14) tulee sanoista apupaalu, joka on yleensä keltainen muovi- tai teräsputki, joita näkyy maastossa. Maakaasuputki sijaitsee kyseisen putken alapuolella.



**KUVA 14. Apupaalu**

MP (kuva 15) tarkoittaa merkkipaalua, jollainen on myös kuvassa yhdeksän. Merkkipaalun päässä on taulu, jossa on kerrottu maakaasuputken omistaja, omistajan puhe-

linnumero, putken halkaisija, syvyys, merkkipaaluun numero sekä putkiston sijainti suhteessa merkkipaaluun. Jos t-kirjaimen näköisessä piirrosmerkissä olisi vasemmalla puolella numero, tarkoittaisi se, että putkisto on x metrin päässä kyseisestä merkkipaalusta. Tässä tapauksessa putki on suoraan merkin alla 1,4 m syvyydessä.



**KUVA 15. Merkkipaalu**

Punaisella oleva väri kuvaa kaukolämpöputkistoa. Sininen neliö, jossa on ympyröitä sisällä kuvaa kaukolämpökaivoa. Kuvaan on myös merkattu kaukolämpöputken tyyppi, esimerkiksi DN80-2Mpuk. Kyseinen merkintä kertoo, että putken halkaisija on 80 mm, siellä on kaksi eri teräsputkea eli omat putket meno- ja paluuedelle. M-kirjain kertoo putkella olevan muovinen suojakuori, PU:sta ilmenee putken eristeen materiaali, joka on polyuretaania. K-kirjain tarkoittaa, että putket ovat kiinni eristeessä. Kaksi nuolta päällekkäin kuvaa venttiiliä. AT-kirjain yhdistelmä kertoo putkistossa olevasta tasaimesta. /8./

### **6.3 Vesi**

Tällä hetkellä laki ei edellytä vesiverkoston kartoittamista, mutta eduskunnalle on jätetty esitys, jossa ”vesihuoltolaitoksen olisi saatettava tiedot verkostojen sijainnista sähköiseen muotoon” /17/.

Asiakkaalle johtopalvelusta annettava vesipuolen kartta on samanlainen kuin liitteessä 4. Kuva on otettu Tekla Nis ohjelmasta. Kuvasta selviävät alueella olevat vesipuolen verkostot. Eri väreillä on omat merkityksensä. Punainen väri tarkoittaa jätevesi-, sininen käyttövesi- ja vihreä hulevesiverkkoa. Kuvassa oleva ympyrä putkiston keskellä taikka päässä kuvaa kaivoa. Putkeen merkattu nuoli osoittaa verkostossa olevan veden virtaussuunnan. Vesikuvaan on myös mahdollista saada putkistossa olevat korot näkyviin, jolloin tiedetään kaatosuunnat ja niiden suuruudet.

## **7 SOPIMUKSET**

Lappeenrannan Energia Oy:llä sekä Lappeenrannan kaupungin teknisellä toimella on tehty kirjallinen sopimus ulkovalaistuksen rakentamistöistä. Sopimuksessa on sovittu kartoituksesta ja dokumentoinnista. /18./

Lappeenrannan Verkonrakennus Oy:llä on palvelusopimus näyttö- ja kartoituspalveluista Lappeenrannan Energiaverkkojen kanssa. Siinä on sovittu eri verkostojen näyttö- ja kartoituspalveluista. /18./

## **8 POHDINTA**

Työn tavoitteena oli käydä läpi kartoitus- ja dokumentointiprosessi sekä tuoda esille mahdollisia kehityskohteita. Kartoitus- ja dokumentointiprosessissa ilmeni muutama kehityskohde.

Ensimmäinen oli, kuinka saadaan sähkö- ja vesiverkkoa kaivavilta maansiirtourakoitsijoilta tarpeeksi ajoissa tietoa, että kartoitettavaa sähkö- tai vesiverkkoa olisi. Hyvin monesti urakoitsija oli kerinnyt peittää kaivetun sähkö- tai vesiverkon osan, ennen

kuin kartoittaja oli ehtinyt paikalle. Tällöin kartoittaminen on hyvin hankalaa tai joissakin tapauksissa lähes mahdotonta. Toinen kehityskohde tuli karttatietokäsittelijöiltä, jotka työskentelevät karttapalvelussa. He toivoivat kunnollisia ja selkeitä ohjeita heidän käyttämiinsä ohjelmiin.

Vaikka lait/asetukset eivät tällä hetkellä edellytä verkostojen kartoitusta ja dokumentointia, lukuun ottamatta sähköverkkojen osalta, niin mitä tarkemmat ja ajankohtaisemmat tiedot verkostoista ovat, sitä enemmän ne helpottavat ja auttavat tulevaisuudessa. Varsinkin uuden liittymän liittymistä nykyiseen olemassa olevaan verkkoon helpottaa se, että tiedetään hyvin tarkasti olemassa olevassa verkossa olevat esimerkiksi halkaisijat, poikkipinnat ja materiaalit, jotta osataan varata esimerkiksi oikeanlaiset tarvikkeet. Myös näyttöjä tekevät näyttäjät hyötyvät tarkoista kartoista hyvin paljon, koska he voivat silloin luottaa enemmän kartassa olevaa tietoon, eikä olla pelkän kaapelitutkan tiedon varassa. Lisäksi maansiirtourakoitsijoille on hyvin suuri apu esimerkiksi tarkasta vesipuolen kartasta, koska vesiputkia ei pystytä pääsääntöisesti näyttämään kaapelitutkalla.

## LÄHTEET

- /1/ Lappeenrannan Energia Oy. Verkkodokumentti.  
<http://www.lappeenrannanenergia.fi/konserni/Sivut/default.aspx>. Päivitetty 8.1.2014.  
Luettu 8.1.2014.
- /2/ Herranen, Timo 2014. Sähköpostiviesti 4.2.2014. Rakennuspäällikkö. Lappeenrannan Verkonrakennus Oy.
- /3/ Lappeenrannan Energia Oy. Verkkodokumentti.  
<http://www.lappeenrannanenergia.fi/konserni/verkonrakennus/Sivut/default.aspx>. Päivitetty 8.1.2014. Luettu 8.1.2014.
- /4/ Lappeenrannan Energia Oy. Verkkodokumentti.  
<http://www.lappeenrannanenergia.fi/konserni/energiaverkot/Sivut/default.aspx>. Päivitetty 14.1.2014. Luettu 14.1.2014.
- /5/ Lappeenrannan Energia Oy. Verkkodokumentti.  
<http://www.lappeenrannanenergia.fi/konserni/lampovoima/Sivut/default.aspx>. Päivitetty 14.1.2014. Luettu 14.1.2014.
- /6/ Lappeenrannan Energia Oy. Verkkodokumentti.  
<http://www.lappeenrannanenergia.fi/konserni/historia/Sivut/default.aspx>. Päivitetty 5.2.2014. Luettu 5.2.2014.
- /7/ Rikman, Pertti 2014. Haastattelu 22.1.2014. Verkostokartoittaja. Lappeenrannan Verkonrakennus Oy.
- /8/ Komppa, Vesa 2014. Haastattelu 21.1.2014. Työnjohtaja. Lappeenrannan Kuorismusmiehet Oy.
- /9/ Geotrim Oy. Verkkodokumentti. <http://www.geotrim.fi/vrsnet/>. Päivitetty 25.1.2014. Luettu 25.1.2014.
- /10/ Maanmittauslaitos. Verkkodokumentti.  
<http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/kartoitus/gps-mittaus>. Päivitetty 25.1.2014.  
Luettu 25.1.2014.
- /11/ Koikkalainen, Kari 2012. Rakennustyömaan mittaustyöt takymetrillä. Opinnäyte-työ. Saimaan ammattikorkeakoulu. Luettu 25.1.2014.
- /12/ Lehtonen, Sanna 2014. Haastattelu 22.1.2014. Karttatietokäsittelijä. Lappeenrannan Energiaverkot Oy.
- /13/ Lappeenrannan Energia Oy. Verkkodokumentti.  
<http://www.lappeenrannanenergia.fi/palvelut/muutpalvelut/Sivut/Karttapalvelut.aspx>. Päivitetty 11.1.2014. Luettu 11.1.2014.
- /14/ Metrotech. Kaapelin- ja putkenhakulaite. Käyttöohje.

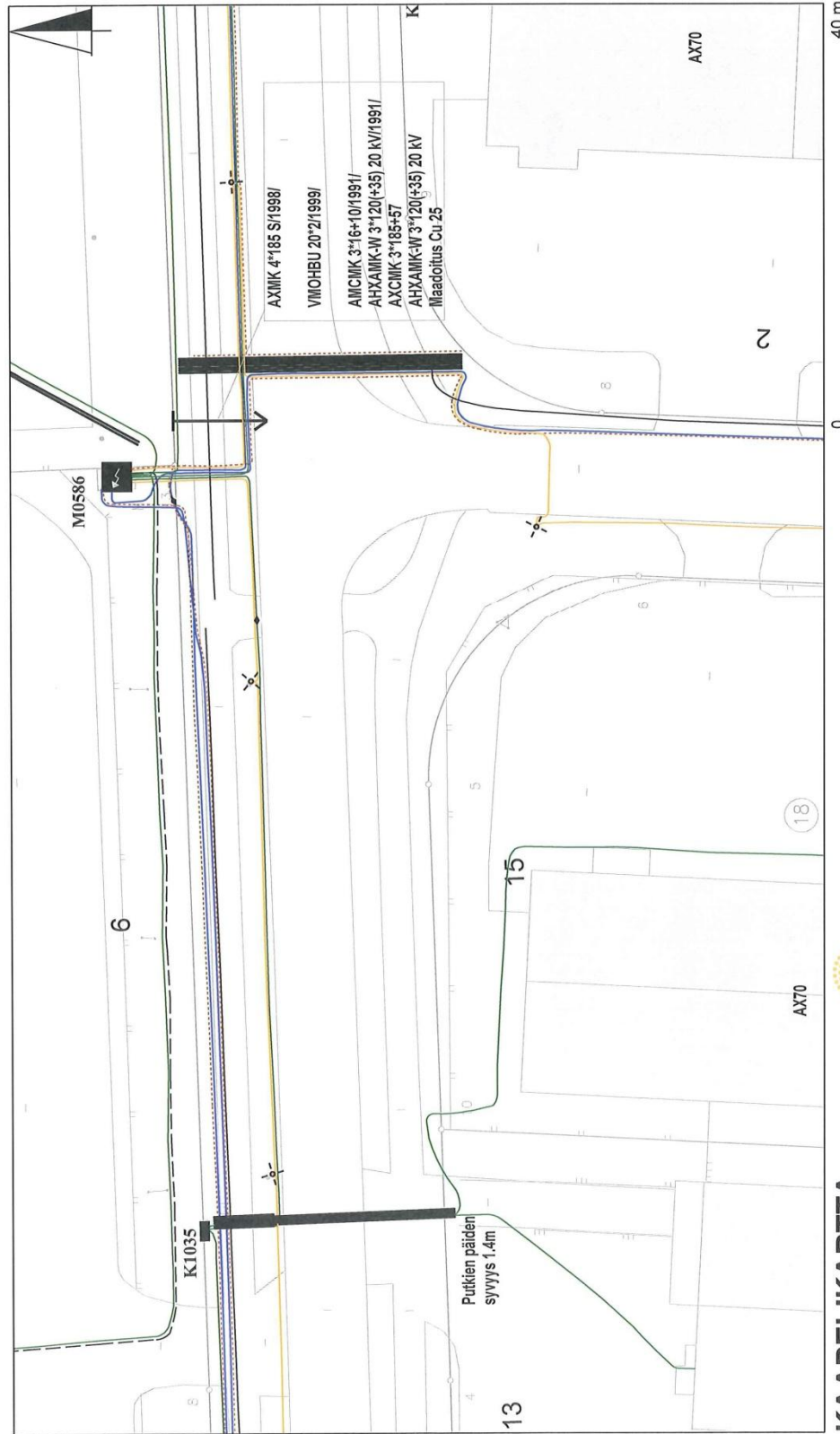
/15/ Turunen, Juha 2014. Haastattelu 30.1.2014. Verkostokartoittaja. Lappeenrannan Verkonrakennus Oy.

/16/ Finlex. Sähkömarkkinalaki. Verkkodokumentti.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>. Päivitetty 26.2.2014. Luettu 26.2.2014.

/17/ Finlex. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi vesihuoltolain sekä maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta. PDF-dokumentti.  
<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2013/20130218.pdf>. Luettu 28.1.2014.

/18/ Herranen, Timo 2014. Haastattelu 4.2.2014. Rakennuspäällikkö. Lappeenrannan Verkonrakennus Oy.



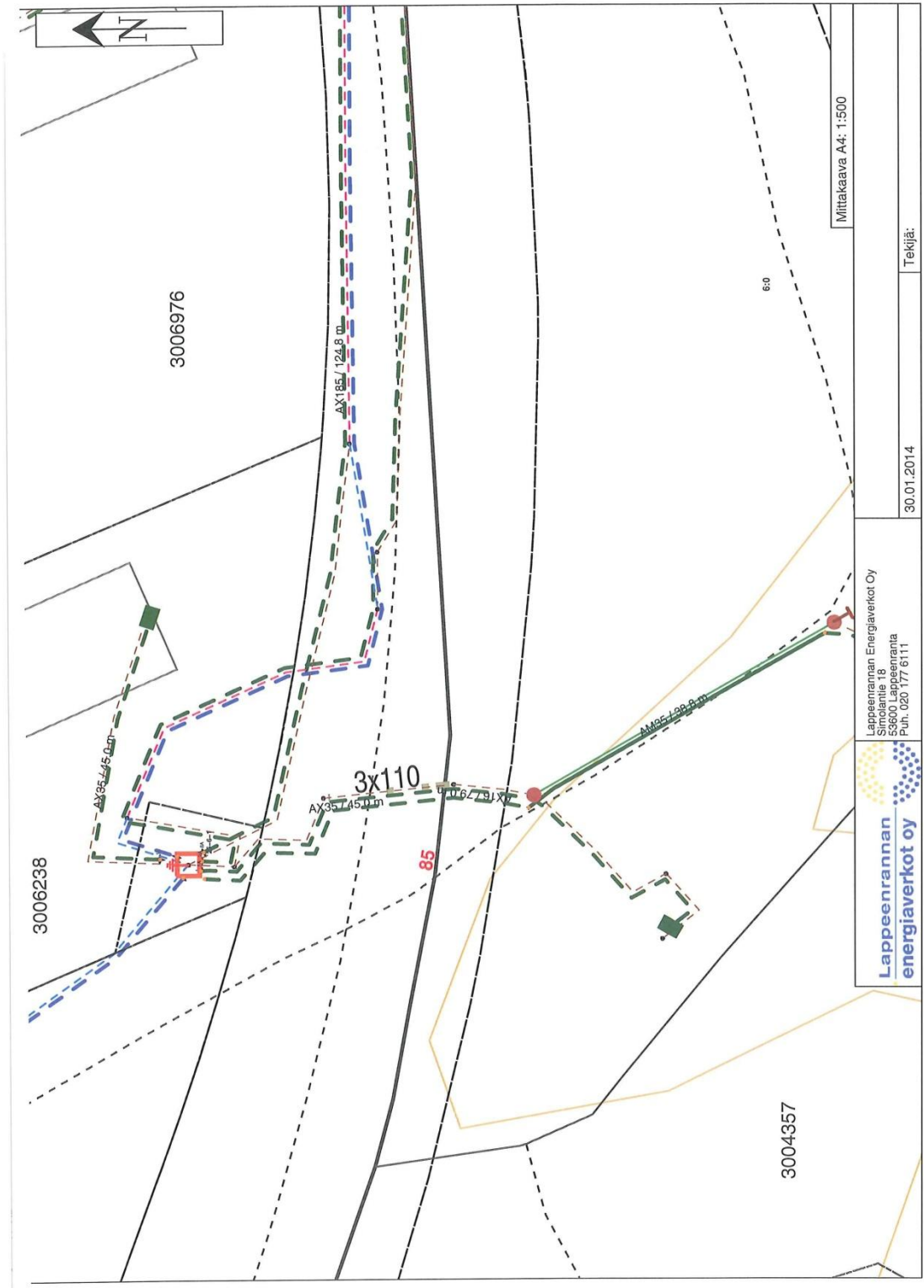


**LAPPEENRANNAN ENERGIAMARKKIN OY**  
 Maanalaisten johtojen sijaintipiirros.  
 Konekaivu lähempänä kuin 1 m sähkö-  
 tai kaukoliämpöjohtoa ja 5 m maakaasujohtoa  
**KIELLETTY!**

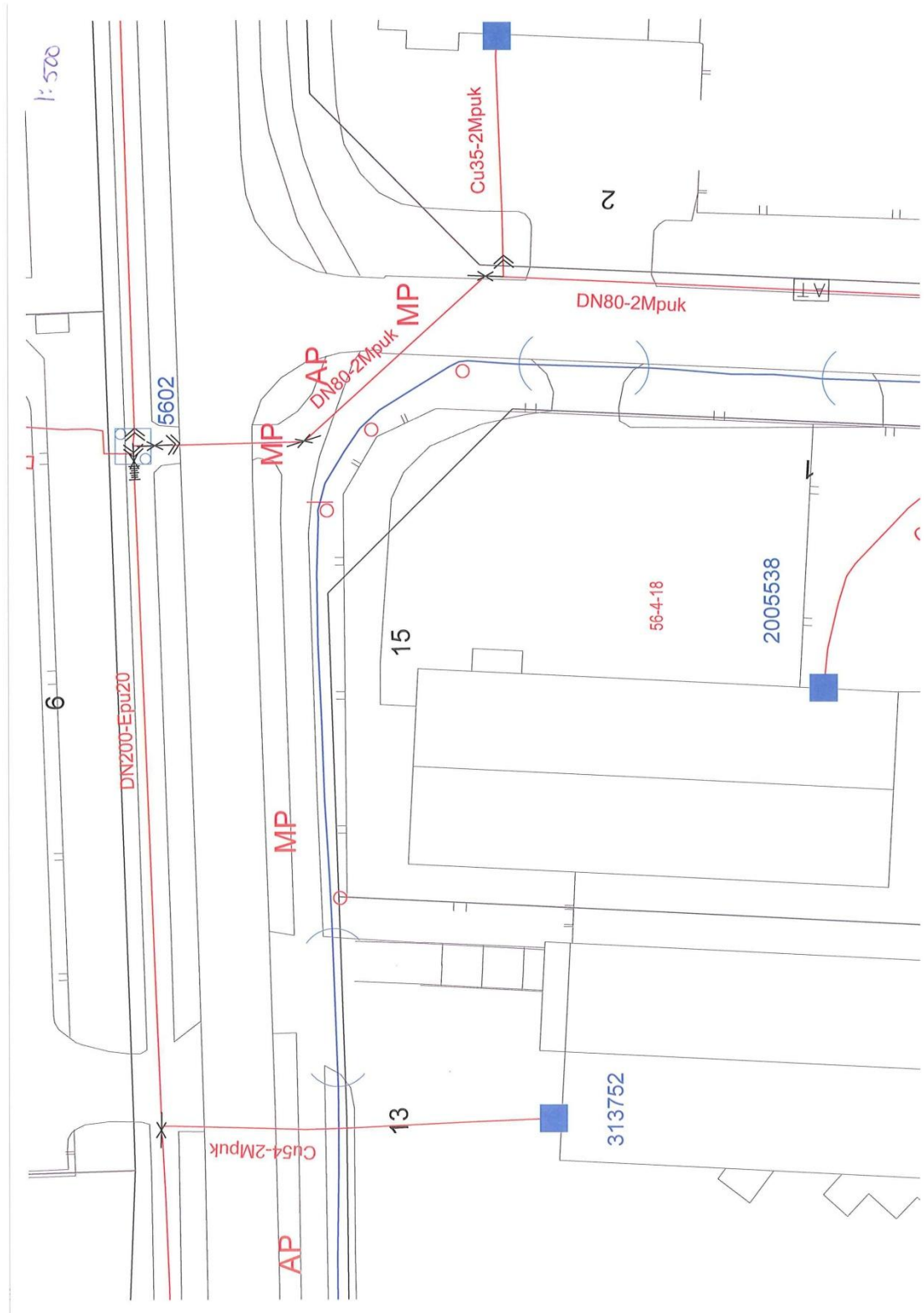
**Lappeenrannan energia oy**  
 Simolantie 18  
 53600 LAPPEENRANTA  
 020 177 6360

**KAAPELIKARTTA**  
 Mittakaava 1:500  
 Tulostuspäivämäärä: 28.01.2014  
 Lehtonen Sanna  
 Pohjakartta (c) Lappeenrannan kaupunki

# LIITE 2. Power Grid



Tekla Nis kaukolämpö/maakaasu





17  
1: 500 Johtokartta 28.01.2014 LEHTONSA 18