

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Jarkko Jumppanen

MAASTOSUUNNITTELUSOVELLUKSEN VAATIMUSMÄÄRITTELYT

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2014
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 Joensuu
p. (013) 260 6800

Tekijä
Jarkko Jumppanen

Nimeke
Maastosuunnittelusovelluksen vaatimusmäärittelyt

Toimeksiantaja
Enerke Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä tehtiin vaatimusmäärittelyt maastosuunnitteluohjelmistoa varten PKSS Oy:lle. Tavoitteena oli määrittellä ohjelmistolta vaadittavat ominaisuudet niin, että se tukee mahdollisimman tehokkaasti maastosuunnittelun prosessia ja Enerke Oy:n tarpeita. Ohjelmisto tullaan tekemään PGField käyttökarttasovelluksen pohjalle ja sen tulee toimia yhdessä tuotannonohjausjärjestelmän, materiaalitietojärjestelmän, PowerGrid suunnitteluohjelman ja GridWise tilannekuvajärjestelmän kanssa.

Vaatimusmäärittelyjä varten tuli käydä läpi Enerke Oy:n maastosuunnittelun prosessi ja selvittää, mitä ominaisuuksia ohjelmistossa tulee olla. Selvitystyötä tehtiin keskustelemalla suunnittelun esimiesten sekä työntekijöiden kanssa ja näiden keskustelujen pohjalta lopulliset määrittelyt muotoutuivat paperille. Ohjelmiston avulla maastosuunnittelun prosessi helpottuu ja nopeutuu huomattavasti, sekä inhimillisten virheiden mahdollisuus vähentyy oleellisesti.

Opinnäytetyötä tehdessä kävi ilmi, että Savon Voima Verkko on Tieto Oy:n kanssa jo kehittänyt PGField:stä maastosuunnittelusovellusta. Ohjelmasta löytyy tällä hetkellä monia hyviä ominaisuuksia maastosuunnittelun tueksi. Kuitenkin on vielä paljon kehitettävää, niin ominaisuuksien kuin käyttöliittymänkin puolesta, jotta ohjelma tukee hyvin maastosuunnittelu prosessia.

Kieli
Suomi

Sivuja 30
Liitteet 6
Liitesivumäärä 7

Asiasanat
Maastosuunnittelu, Verkostosuunnittelu, Vaatimusmäärittelyt



THESIS
April 2014
Degree Programme in Electrical Engineering

Karjalankatu
FI 80200JOENSUU
FINLAND
p. (013) 260 6800

Author(s)
Jarkko Jumppanen

Title
Requirement Specifications for Electric Line Ground Design Software

Commissioned by
Enerke Oy

Abstract

In this thesis requirement specifications were made for electric line ground design software for PKSS Oy. The aim was to define software features so that it supports effectively electric line ground design process and Enerke Oy's needs. The software will be made based on a mobile client software called PGField and it has to work together with production control system, material information system, power grid- network information system and GridWise real-time situational awareness system.

For software requirements specifications it was necessary to go through Enerke's ground design process and to clarify what features software must contain. The study was made by discussing with design unit supervisors and employees. After this process the final specifications could be made. The software would intensify the design process and significantly reduce errors made by the designers

During this thesis it was found that Savon Voima Verkko and Tieto Oy have already in cooperation started to develop ground design program of PGField. At the moment the software includes many useful functions which support ground design process. However the software will need a lot of improvement in features and user interface before it is perfect and supports electric line Ground design process.

Language
Finnish

Pages 30
Appendices 6
Pages of Appendices 7

Keywords
Ground Design, Network Design, Requirement Specifications

Sisältö

1	Johdanto.....	6
2	Enerke Oy.....	7
3	Maastosuunnittelun prosessi	7
4	PGField.....	10
5	GridWise.....	11
6	Maastosuunnitteluohjelmisto.....	12
7	Työtilauksen sisältö.....	14
7.1	Tilaus omana aineistona.....	14
7.2	Toteutus, toteutustapa ja kiinteistöt	14
7.3	Muut tarvittavat dokumentit.....	15
7.4	Sopimuksien tila.....	15
7.5	Erityiskohteet	16
8	Urakoitsijan työvaiheet.....	17
8.1	Lupien hankinta	17
8.1.1	Rakentamislupa ja johtoalueen käyttöoikeus-sopimus	18
8.1.2	Maapohja ja puustoarvio.....	18
8.1.3	Lupaprosessin seuranta	19
8.2	Sijainti- ja rakennesuunnittelu	19
8.2.1	Sähköinen mitoitus	19
8.2.2	GPS- laitteisto.....	20
8.2.3	Rakenteiden mekaaninen mitoitus.....	20
8.3	Työn dokumenttien laatiminen	21
8.3.1	Puunpoistotilaus	21
8.3.2	Rakenteiden valinta	21
8.3.3	Työkuvan piirto	21
8.3.4	Pylväskuljetusohje	22
8.3.5	Tarvikelistan muodostaminen	22
9	Ominaisuudet ja työkalut.....	22
9.1	Kartan käsittely	23
9.2	Tiedonsiirto	24
9.3	Työkalut	24
9.4	Laitteisto	25
10	PGField toiminnassa.....	25
10.1	Tilauksen sisältö	25
10.2	Lupien hankinta ja korvausten määrittely.....	26
10.3	Reitti- ja rakennesuunnittelu	26
10.4	Dokumenttien laatiminen	26
10.5	Kartan käsittely	27
10.6	Tiedonsiirto	27
10.7	Muut ominaisuudet	28
11	Pohdinta.....	28
	LÄHTEET	30
	LIITTEET	

Lyhenteet

CAD	Computer-aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu
Ely-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
GPS	Global Positioning System, maailmanlaajuinen paikallistamisjärjestelmä
KJ	Keskijännite
KVR	Kokonaisvastuurakentaminen, joka sisältää suunnittelun, rakentamisen ja dokumentoinnin.
PG	Power Grid -verkkotietojärjestelmä
PJ	Pienjännite
DGPS	Differential Global Positioning system, Differentiaalinen GPS
RTK	Real Time Kinematic, kinemaattinen GPS
Takymetri	Maaston muotojen mittauksessa käytettävä mittalaite
VR	Valtion Rautatiet konserni
PKSS Oy	Pohjois-Karjalan Sähkö Sähkönsiirto Oy
AMKA	Riippukierreilmajohto

1 Johdanto

Sähkönjakeluverkkojen rakennushankkeissa suunnittelu on nykypäivänä yhä tärkeämmässä roolissa. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että ilmajohto ja maakaapeliverkot saadaan rakennettua laadukkaasti, kustannustehokkaasti ja niin, että ne täyttävät standardit ja ovat turvallisia.

Nykyisin verkkoyhtiöt ovat ulkoistaneet toimintojaan yhä enenevässä määrin ja tällä hetkellä verkoston maastosuunnittelu ja rakennustyöt tekevät urakointiyhtiöt. Verkkoyhtiöt tekevät itse investointisuunnittelun, johon kuuluu myös verkon sähköinen mitoitus. Verkkoyhtiöt voivat ostaa investointisuunnittelupalvelun myös ulkopuolisilta yhtiöiltä.

Sähköverkkoon kohdistuvat työt ovat nykyään laajoja kokonaisuuksia ja yhdessä saneerauskohteessa saatetaan kerralla saneerata jopa 30 kilometriä pienen- ja keskijänniteverkkoa. Näin ollen hankittavia rakennuslupia maanomistajilta, varsinkin taajama-alueilla, tulee todella paljon. Sähköverkkoa suunniteltaessa on otettava huomioon maanomistajien lisäksi myös muut toimijat, kuten puhelinyhtiöt, kunnallistekniikka ja muut mahdolliset rajoitteet maankäytön ja sähkölinjojen sijoittamisen suhteen.

Maastosuunnittelun tueksi on olemassa ohjelmistoja, mutta ne keskittyvät lähinnä työkarttojen piirtämiseen. Enerke Oy:ssä on näkemys, että ohjelmiston tulee tukea maastosuunnittelua läpi koko sen prosessin ja toimia yhteen tuotannonohjausjärjestelmän, materiaalitietojärjestelmän ja verkkotietojärjestelmän kanssa.

PKS konserniin ollaan hankkimassa mobiilia käyttökarttasovellusta nimeltään PGField ja reaaliaikaista tilannekuvajärjestelmää GridWiseä. Näin ollen päädyimme Enerkeissä selvittämään, voisiko PGFieldistä muokata suunnitteluohjelmiston, joka tukee meidän tarpeita.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä vaatimusmäärittelyt suunnitteluohjelmistosta PKSS Oy:lle. Määrittelyjä varten piti käydä läpi Enerken suunnitteluprosessi ja selvittää, mitä ominaisuuksia ohjelmalta vaaditaan, että koko suunnitteluprosessin läpivienti on mahdollisimman tehokasta.

2 Enerke Oy

Enerke Oy on tärkeä osa PKS konsernia ja se työllistää 195 henkilöä. Ydinosaamistamme ovat verkoston suunnittelu, rakentaminen, saneeraus ja kunnossapito, sähköasemien huolto ja kunnossapito, voimalaitosten käynnissäpito ja huolto, sekä työturvallisuuskoulutus ja konsultointi. [13.]

Enerken vahvuuksia ovat joustavat toimitusajat, ammattitaitoiset sopimustoimitajat, kokonaistoimitusten osaaminen ja kyky toimia vaikeissakin olosuhteissa. Enerken toimialueena on koko Suomi ja asiakkaita ovat sähköyhtiöt, teollisuusyritykset, vesivoimayhtiöt, kiinteistöyhtiöt, julkisyhteisöt ja liikelaitokset. [13.]

3 Maastosuunnittelun prosessi

Maastosuunnittelun prosessina Enerkessä voidaan tarkastella saneeraustyötä, jossa vanhat 20 kV:n keskijänniteilmajohdot ja 0,4 kV:n pienjänniteilmajohdot saneerataan maakaapeliksi. Myös vanhat pylväsmuuntamot saneerataan puistomuuntamoiksi. Työn tilaaja on määrittellyt karkeasti johtoreitit ja tehnyt sähköisen mitoituksen.

Työ alkaa tilaajan tekemän tilauksen vastaanottamisella ja aikatauluttamisella suunnittelijan omaan työohjelmaan. Työn vastaanottaminen tapahtuu tuotannonohjausjärjestelmässä ja muiden keskeneräisten suunnitelmien aikataulut suunnittelija näkee työtilannetaulukosta. [9.]

Ensimmäiseksi suunnittelija käy tekemässä katselmuksen työkohteessa, jolloin tarkastellaan onko suunnitelma mahdollista toteuttaa niin kuin tilaaja on halun-

nut vai tarvitseeko johtoreittejä ja muuntajan paikkoja muuttaa. Maakaapelointi työssä on hyvä myös havainnoida ja tutkia maastoa, että voidaan selvittää onko kaapelointi mahdollista tehdä perinteisillä menetelmillä, vai tarvitaanko kaapelireitin tekemiselle muita teknisiä tapoja, joita ovat esimerkiksi kallion räjäyttämisen ja poraaminen. [2.]

Kun suunnitelma on saatu sovitettua maastoon, alkaa suunnittelija selvittää mitä mahdollisia esteitä tai rajoituksia kaapelireitillä voi tulla eteen. Selvitettäviä kohteita ovat puhelinkaapelit, kunnallistekniikka, olemassa olevat sähköjohdot ja mahdolliset maan alla olevat muinaismuistot. Mikäli kaapelireitillä on valtion omistamien teiden alituksia tai kaapelit tulevat kulkemaan näiden teiden läheisyydessä, on selvitettävä ELY-keskuksen vaatimukset johtojen sijoittamiseksi tiealueelle tai sen läheisyyteen. Vesiväylillä on selvitys tehtävä aluehallintoviraston kanssa. Junaratojen läheisyydessä toimittaessa yhteys on otettava yritykseen, joka isännöi VR:n ratoja ja alueita joilla radat sijaitsevat. Kunnat ja kaupungit asettavat myös omat vaatimukset sähköjohdoille, erityisesti jos toimitaan asemakaava-alueilla. Yleiskaava-alueilla sähköverkkojen rakentamiselle asetetut vaatimukset riippuvat paljon siitä, onko kaava toteutumassa vai ei. Myös yksityisillä maanomistajilla voi olla tiloillaan kaapeleiden sijoittamiseen vaikuttavia tekijöitä. Kaikista vähänkään suuremmista muutoksista, joita suunnittelija joutuu tekemään alkuperäiseen tilaukseen, tulee informoida tilaajaa ja saada hyväksyntä muutoksille. [9.]

Kun suunnittelija on selvittänyt mahdolliset rajoitteet johtojen sijoittamiselle ja tilaaja on hyväksynyt muuttuneet reitit, alkaa kirjallisten rakentamislupien hankinta sähköjohtojen sijoittamiseksi yksityisten ja yhteisöjen omistamille tiloille. Ely-keskukselta ja muilta virastoilta, sekä kunnilta haetaan sijoittamisluvat heidän omien käytäntöjen mukaisesti. Puistomuuntamoille tulee kunnilta ja kaupungeilta hakea toimenpidelupa, joka haetaan rakennusvalvonnan ohjeistuksen mukaan. Yksityisiltä maanomistajilta lupien hakeminen hoidetaan rakentamislupalomakkeella. PKS Oy:lle lupia haettaessa käytetään joko KJ lupalomaketta (LIITE 1), tai PJ lupalomaketta (LIITE 2) sen mukaan millaisille sähköverkon komponenteille lupa tulee hakea. Johtoreitti voi muuttua lupien hankintavaiheessa ja tällöin edellä mainitut selvitykset on tehtävä uudelleen muuttuneelta

osuudelta. Keski­jännitelinjoista tehdään myöhemmässä vaiheessa suunnittelua vielä erilliset johto­aluesopimukset ja maksetaan korvaukset maapohjasta ja puustohaitoista maanomistajalle. [9.]

Suunnittelija merkitsee johtoreitit, varottavat kohteet ja muuntamoiden paikat maastoon ja tekee mahdollisen puunpoistotilauksen (LIITE 3) kyseisen kunnan alueella toimivalle sopimusurakoitsijalle, sen jälkeen kun johtojen reitit ja muuntamoiden lopulliset paikat ovat selvillä, sekä luvat ovat kunnossa.

Tämän jälkeen tehdään tarvittavat dokumentit rakentajille, jotta työ voidaan suorittaa. Dokumenteissa tulee olla selostus tehtävästä työstä (LIITE 4). Dokumentit sisältävät myös muuta tärkeää tietoa rakentamisen vaikuttimista ja sovituista asioista. Tärkein dokumentti on työkartta (LIITE 5), jossa käy ilmi tarvittavat tiedot rakentamisen sujuvaan toteuttamiseen, sekä varottavat kohteet. Rakenteiden listaus tehdään työkartan pohjalta materiaalitietojärjestelmään josta rakennusryhmän työnjohtaja voi helposti tehdä tilauksen työkohteeseen menevistä tarvikkeista. Dokumenttien tulee sisältää myös erilliset kartat alueen varottavista kohteista, kuten puhelinkaapeleista ja kunnallistekniikasta. Nämä tiedot voi piirtää myös työkarttaan, mutta jos kohteita on paljon, selvyuden vuoksi tiedot voi esittää erillisinä karttoina alueelta. Suunnittelijan tulee laatia myös dokumentointikartta (LIITE 6) myöhempää verkon dokumentointia varten. Verkon haltijat eivät ota uusia johto­osuuksia käyttöön ennen kuin ne on päivitetty verkkotietojärjestelmään. [9.]

Lopuksi suunnittelija päivittää tilauksen kapankäyntituotteet tuotannonohjausjärjestelmään, niin suunnittelun, kuin rakentamisenkin osalta. Suunnittelun tuotteet suunnittelija toimittaa itse ja rakentamisen toimituksen hoitaa projektiesimies työn valmistuttua. [9.]

4 PGField

PGField on mobiili käyttökarttasovellus sähköverkkoyhtiöille ja heidän kanssaan toimiville urakointiyhtiöille. Ohjelma on tarkoitettu kunnonhallinnan, maasto-suunnittelun, rakennuttamisen ja häiriönselvityksen apuvälineeksi. PGField mahdollistaa sen, että vanhat paperikartat voidaan korvata mobiililaitteilla käytettäväksi sähköisiksi kartoiksi. Ohjelmassa on toimintoja kartalla liikkumiseen, tietojen hakemiseen ja esittämiseen. PGFieldiin saa myös kytkettyä GPS laitteen paikantamista varten. [4.]

Kartta-aineisto ja verkkotiedot pysyvät ajan tasalla langallisen tai langattoman verkkoyhteyden ansiosta ja näin ollen verkon tiedot ohjelmassa ovat aina ajan tasalla. Mikäli verkkoyhteys katkeaa, voi ohjelmaa käyttää paikallisesti ilman yhteyttä. Yhteyden palatessa ohjelma päivittää automaattisesti muuttuneet tiedot. [4.]

Ohjelma sisältää muun muassa verkon väritystoimintoja, joiden avulla halutut kokonaisuudet voi esittää selkeästi, kaavioiden kytkentätoiminnon avulla voi selkeästi ja helposti esittää mihin verkon komponenttiin mikäkin lähtö on kytketty. Myös informaation lisääminen paikkatietoihin onnistuu helposti ja tiedot voi siirtää eteenpäin palvelimelle ja siitä edelleen käyttäjälle jatkokäsittelyä varten. Tämä ominaisuus tehostaa esimerkiksi häiriönhoitoa. Maastossa työskentelevien työryhmien sijaintitiedot saa päivittymään automaattisesti palvelimelle. Tämä ominaisuus lisää huomattavasti työturvallisuutta ja auttaa resurssien hallinnassa häiriönhoidossa. [4.]

Yhteys tehtävienhallintajärjestelmään tekee mahdolliseksi tehtävien paikallistamisen ja kohdistamisen käyttäjän haluamaan paikkaan tai kohteeseen. Järjestelmä mahdollistaa tehtävien hakemisen työryhmä- tai paikkatietopohjaisesti. Tehtävien tilatiedon päivittäminen järjestelmässä on myös mahdollista, lisäksi

järjestelmässä on maastosuunnittelua tukevia työkaluja. [4.] (Kuva 1.)



Kuva 1. PGFieldin osa-alueet [4]

5 GridWise

GridWise on sähköverkkoyhtiöille tarkoitettu reaaliaikainen tilannekuvajärjestelmä. Järjestelmän avulla pystyy hyödyntämään usean eri prosessin paikkatietoja esimerkiksi häiriötilanteissa, työtilauksien välittämisessä ja asiakastöiden seurannassa. Järjestelmän avulla saa näkyviin myös kokonaiskuvan sähköverkosta. [5.]

Tilannekuvanäkymässä pystyy tutkimaan reaaliajassa verkon tilaa kuten kytkentätilannetta, vikatilannetta, asiakastöihin kytkeytyviä tehtäviä ja muita mahdollisia järjestelmään tuotuja tietoja kuten esimerkiksi säätiedot. Suurhäiriötilanteen aikana tehdyistä lentotarkastuksista voi havainnot välittää mukana kuljetettavan mobiililaitteen avulla järjestelmään, jolloin tiedot on nopeasti välitettävissä eteenpäin työryhmille viankorjauksen aloittamiseksi kohteessa. Tämä ominaisuus mahdollistaa entistä lyhyemmät sähkökatkos ajat kuluttajille suurhäiriötilanteissa. [5.]

”GridWise -järjestelmä sisältää myös sähköisiä häiriötietojen informointipalveluja sähköverkkoyhtiön asiakkaille, joista esimerkkinä sähkönjakelukatkoksista kertovat tekstiviestit ja mobiilit itsepalvelusovellukset vikatietojen ilmoittamiseen.” [5.]

Järjestelmällä pystyy välittämään työtilaukset sähköisessä muodossa urakointiyhtiöille ja urakoitsijat voivat raportoida sähköisesti töiden etenemisestä. Tämän ominaisuuden avulla verkkoyhtiöiden työnjohdon henkilöt, asiakaspalvelijat ja käyttöhenkilöstö saavat halutessaan ajan tasalla olevat tiedot eri tapahtumista ja niiden tilasta. Ohjelman avulla myös urakointiyhtiöillä on mahdollisuus saada ajantasainen kuva verkkoyhtiön tapahtumista. Tätä ominaisuutta pystyy hyödyntämään muun muassa viranomaisille ja medialle suunnatussa viestinnässä. [5.]

”Järjestelmä integroi verkko- ja karttatiedot sekä kytkentä- ja asiakastiedot toisiinsa, ja sen avulla hallinnoidaan erilaiset työt ja tehtävät.” [5.]

Ohjelmisto lisää myös työturvallisuutta maasto-olosuhteissa, koska sen avulla voi paikantaa henkilöt. Myös resurssien hallinta tehostuu häiriötilanteissa, kun työryhmät voidaan ohjata oikeisiin kohteisiin. [5.]

6 Maastosuunnitteluohjelmisto

Maastosuunnitteluohjelma on apuväline, jota käytetään apuna suunniteltaessa sähköverkkoa maastoon. Maastosuunnitteluohjelma perustuu yleensä verkkoyhtiön käytössä olevaan verkkotietojärjestelmään. Tässä opinnäytetyössä käsitellään Tieto Oy:n kehittämää Power Gridiin perustuvaa käyttökarttasovellusta PGFieldiä. PGField on itsessään jo kattava apuväline sähköverkon käyttöön ja maastosuunnitteluun, mutta nykyisin yhä kiristyvien aikataulujen ja kustannusten vuoksi verkonrakennusyhtiöt ja verkkoyhtiöt haluaisivat käyttöönsä maastosuunnittelun tueksi ohjelman, jossa on runsaasti lisää ominaisuuksia, jotka nopeuttavat tekemistä ja parantavat suunnitelmien laatua. Tällöin myös verkkoyhtiöiden puolella säästyy aikaa ja resursseja esimerkiksi dokumentoinnista ja sähköisestä mitoituksesta.

Ohjelmisto on Verkkoyhtiön hankinta ja käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mikäli ohjelmisto konserniin hankitaan, on urakoitsijoiden sitä käytettävä suunnitelmien tuottamiseen.

PGFieldin nykyiset ominaisuuden eivät tue kaikkia Enerken tarpeita suunnitteluprosessissa. Ohjelmaa kehitetään parasta aikaa Tieto Oy:n toimesta, mutta Enerken näkemyksen mukaan tehokkaaseen tekemiseen suunnittelussa tarvitaan paljon lisää ominaisuuksia. Esimerkiksi nykyisin täytetään samat asiat monessa ohjelmassa ja lomakkeessa moneen kertaan ja piirretään projektin työkuvat sekä muut tarvittavat kartat Microsoft Wordilla tai muunlaisella piirtoon soveltuvalla ohjelmalla, johon saa liitettyä kartan Power Grid verkkotietojärjestelmän katselusovelluksesta. Enerkessä on tutkittu myös muiden eri ohjelmien soveltuvuutta maastosuunnitteluun, mutta on todettu, että sellaisenaan ne eivät palvele täysin ja tehokkaasti yhtiön tarpeita.

Enerken tarkoituksena olisi saada uuden ohjelman myötä käyttöön myös paljon uusia ja toivottuja ominaisuuksia. Näiden ominaisuuksien avulla suunnittelutyön tekeminen nopeutuu ja myös käyttäjästä johtuvat virheet esimerkiksi tarvikeilauksissa ja pylväskuljetusohjeen tekemisessä vähenee. Näin siksi, että kun tarvikkeet on kerran syötetty työkarttaa piirtäessä, niin ohjelma osaa tehdä automaattisesti listauksen työhön menevistä tarvikkeista. Samoin tietojen automaattisesta siirrosta on valtavasti hyötyä myös maanomistajille rakentamislupia tehdessä. Käytännössä tavoitteena on saada järjestelmä käyttäjäystävällisemmäksi.

Ohjelmalla tulisi myös pystyä tarkastelemaan johtojen sähköisen mitoituksen toimivuutta, koska nykyisin mitoitus joudutaan varmistamaan muutosten yhteydessä tilaajalta. Myös ilmajohtojen mekaanisen mitoituksen ja maastoprofiilin tekemisen tulee onnistua ohjelman avulla.

Karttoja laadittaessa tulisi kartta-aineistoa pystyä rajaamaan ja suodattamaan. Myös tiedonsiirto ulkoisista järjestelmistä kartalle tulee onnistua.

Ohjelman tulee toimia Windows ja Windows mobile ympäristössä. Windows mobile ympäristö mahdollistaa erilaisten kannettavien maastolaitteiden hyödyntämisen verkostosuunnittelussa.

Seuraavassa luvussa on käsitelty kaikki ohjelmalta vaadittavat ominaisuudet jokaisessa työvaiheessa ja luvussa 8, urakoitsijan työvaiheet, on kerrottu mitä hyötyä siitä urakoitsijoille on.

7 Työtilauksen sisältö

Enerken saatua tilauksen tehtävästä työstä, on kyseessä sitten ilmajohtoverkon rakentaminen, maakaapeliverkon rakentaminen tai jokin muu jakeluverkkoon kohdistuva työ, tarvitaan aina riittävät lähtötiedot tilaajalta, jotta työ saadaan hoidettua. Osa saatavista lähtötiedoista on pakollisia, jotta työ voidaan suorittaa. Tilaajan kanssa on myös sovittu muista tilauksen yhteydessä toimitettavista lisätiedoista kuten maanomistajatiedoista. [10.]

7.1 Tilaus omana aineistona

Tilaus tulee saada omana irrotettuna aineistona verkkotietojärjestelmästä. Tämä mahdollistaa verkon sähköisen mitoituksen seuraamisen suunnittelun edessä, sekä antaa suunnittelijalle vapauden muokata verkkoa ja tutkia erilaisia vaihtoehtoja, se myös mahdollistaa karttojen ja kaavioiden muokkauksen. Työn valmistuttua tilaajan on helppo dokumentoida uusi valmistunut suunnitelma järjestelmään.

7.2 Toteutus, toteutustapa ja kiinteistöt

Tilauksessa tulee näkyä olemassa olevat johtoreitit ja johtolaadut, jotta voidaan helposti hahmottaa kokonaisuus ja nähdään olemassa olevat johtolaadut rakennesuunnittelua varten. Näin voidaan myös tutkia alustavasti erilaisia vaihtoehtoja johtoreitille, sekä suunnitella alustavasti, miten asiaa lähdetään esittämään maanomistajille.

Tilauksessa tulee näkyä myös tilaajan antama ensisijainen johtoreitti, sekä mahdolliset muut vaihtoehdot. [7.] Tilauksesta tulee myös käydä ilmi esimerkiksi kaapeloinnin toteutustapa eli tehdäänkö kaapelointi kaivamalla vai auraamalla.

Tarvittavien lähtötietojen avulla suunnittelijan on helppo lähteä sovittamaan suunnitelmaa maastoon ensisijaisesti tilaajan haluaman reitin mukaan. Mikäli reitti muuttuu suunnittelun edetessä, on maastosuunnittelijan helppo päivittää muutokset kartalle.

Tilauksessa tulee näkyä kiinteistön tiedot ja omistajatiedot. Tämä siksi, että se nopeuttaa suunnittelijan työtä isommassa kohteessa jopa useilla päivillä. Yksilöidyt kiinteistötiedot tulee saada näkymään kartalla valitun kiinteistön kohdalla, suunnittelijan niin halutessa.

7.3 Muut tarvittavat dokumentit

Tilauksen tulee myös sisältää työselostus, mahdolliset liittymätilaukset sekä tarkastuspöytäkirjat. Nämä siksi, että esimerkiksi työselostuksessa kerrotaan mitä tehdään, minne tehdään ja millä tavoin. Näin maastosuunnittelijan on helppo sisäistää kaikki tilaajan haluamat seikat, ja mahdolliset vaatimukset toteutuksesta. Jos Enerkeltä tilattava työ koskee sähköliittymän rakentamista, sen tulee aina käydä ilmi työtilauksesta, koska liittymän ottajalle on kerrottava hänen tuleva liittämispisteensä ja liittymän ottajaa on myös informoitava mahdollisista teknisistä asioista. Tilaajan vaatimat tarkastuspöytäkirjat tulee olla aina tilauksen mukana, että voidaan esittää tilaajalle heidän vaatimiensa asennusten tarkastukset ja mittaukset.

7.4 Sopimuksien tila

Tilauksesta on hyvä käydä myös ilmi johtoalueen käyttöoikeus sopimusten nykyinen voimassaolon tilanne jokaisen kiinteistön kohdalla, koska verkossa voi olla sellaisia johto-osuuksia, joista vanhojen käytäntöjen mukaan ei ole tehty sopimusta tai vanha jo tehty sopimus on määräaikainen. [10.] Näin ollen suunnittelija voi esimerkiksi vanhalle paikalle saneerattavan linjan osalta uusia sopimuksen. Tämä helpottaa myös siinä, että maankäyttöneuvotteluihin mennessä suunnittelijalla on tieto siitä, onko maanomistaja mahdollisesti edes halukas uusimaan tai tekemään uutta sopimusta uudelle reitille.

7.5 Erityiskohteet

Suunnittelijan on hyvä saada tilaajalta tieto myös mahdollisista erityiskohteista joita maastossa on, kuten puhelinyhteiskäytöt, kaava-alueet, luonnonsuojelu-alueet ja suojellut kohteet. Tämä nopeuttaa suunnittelutyötä huomattavan paljon ja varmistaa sen, että suunnittelija ottaa huomioon kaikki lakiin määrätyt erityiskohteet. [10.]

Puhelinyhteiskäytöt tulee näkyä tilauksessa siksi, että puhelinyhtiöille saadaan tieto mahdollisimman nopeasti käynnissä olevasta hankkeesta ja heidät voi tarvittaessa pyytää mukaan jo ensimmäiseen työmaakatselmukseen. Puhelinyhtiöltä voi myös tiedustella onko puhelinlinja enää käytössä ja pitääkö sitä ylipääntään ottaa huomioon suunnitelmaa tehtäessä. Kaava-alueet ja niiden tilanne ovat ehdoton tieto sähkölinjoja suunnitellessa, koska kaavoissa ohjeistetaan sähkölinjojen paikat ja ne rajoittavat olennaisesti suunnittelua. Kaava-alueita on kuntatasolla kolmea erilaista. Yleiskaava ohjaa rakentamista suurpiirteisesti ja se voidaan laatia kattamaan koko kunnan alue. Asemakaava ohjaa yksityiskohtaisesti kyseessä olevan alueen käyttöä ja rakentamista. Ranta-asemakaava taas ohjaa rannoilla tapahtuvaa pääasiassa loma-asutusten rakentamista. [15].

Tilauksessa tulee myös näkyä olemassa olevat Natura- ja luonnonsuojelualueet, näin ollen suunnittelija voi nopeasti olla yhteydessä tarvittaviin viranomaisiin tulevan hankkeen tiimoilta ja selvittää mahdolliset tarvittavat luvat ja erityisvaatimukset linjan rakentamiselle kyseisillä alueilla. Suojeltavat alueet ja muinaisjäännökset ovat kohteita, joihin ei yleensä saa rakentaa mitään, joten nämä tiedot tulee käydä ilmi tilauksessa.

Pohjavesialueet eivät estä sähkölinjan rakentamista, mutta ne vaikuttavat työnsuorittamiseen siten, että pylväsmuuntamoiden alle on kaivettava öljyn imeytysmatot ja puistomuuntamon tulee sisältää öljynkeräyskaukalo, mahdollisen rikkoutumisen vuoksi.

8 Urakoitsijan työvaiheet

Työn saavuttua tilaajalta urakoitsijalle alkaa ensimmäisenä johtoreitin suunnittelu ja rakentamislupien hankinta. Näitä työvaiheita tehdään usein päällekkäin, koska lopullinen johtoreitti muokkautuu usein myös maanomistajan toiveiden ja tarpeiden mukaan. Johtoreitin rakentamislupien hankkimisen jälkeen tehdään johtoaluesopimukset ja määritellään korvaukset maanomistajille puustosta ja maapohjasta sen mukaan, mitä kenenkin omistamalle maalle tullaan rakentamaan. [9.]

Seuraava vaihe on suunnitella lopulliset rakenteet johdoille. Rakenteet suunnitellaan sen mukaan, millainen johto on kyseessä ja millaiseen paikkaan se tullaan rakentamaan. [1.] Tämän jälkeen laaditaan tarvittavat dokumentit rakentajille sekä muille aliurakoitsijoille. Dokumenttien tulee sisältää kaikki tarvittava tieto, jotta linjan rakentaminen onnistuu suunnitellulla tavalla ja jotta aliurakoitsijat voivat toimittaa tavarat työmaalle sekä tehdä pylvästyöt.[9.] Seuraavassa on listattu ohjelmalta vaadittavia ominaisuuksia, jotka helpottavat suunnittelua läpi prosessin.

8.1 Lupien hankinta

Uusille maakaapeleille ja ilmajohdoille sekä sähköverkon komponenteille, kuten muuntajille ja jakokaapeille tarvitaan aina maanomistajalta kirjallinen rakentamislupa. [1.] Keskijännitejohdoille tehdään tämän lisäksi aina johtoalueen käyttöoikeus-sopimus. Rakentamislupien hankinta alkaa yleensä maanomistaja kontaktilla eli uuden johtoreitin neuvottelulla suullisesti maanomistajan kanssa. Tämän jälkeen neuvotellulle johtoreitille haetaan kirjallinen rakentamislupa, joka tapahtuu omalla lomakkeellaan. Lomakkeesta käy ilmi, onko kyseessä pien- vai keskijännitejohto. Lupahakemuksessa tulee näkyä myös johtomatka maanomistajan maalla ja johtokadun leveys. Yksilöimiseen tarvittavien tietojen, kuten maanomistajan tai maanomistajien nimet ja osoitteet, tilan rekisterinumero, tilan nimi ja tiedot kunnasta ja kylästä, tulee käydä ilmi lupahakemuksesta. rakentamisluvan liitteenä on myös hyvä olla liitekartta, josta näkyy sovittu johtoreitti.

Ennen sähkölinjan rakentamista tarvitaan kaikilta maanomistajilta kirjalliset rakentamisluvat allekirjoitettuina. Maastosuunnitelmat voi tehdä valmiiksi vaikka kaikki rakentamisluvat eivät olisi palautuneet, mutta rakentamista ei voida aloittaa ennen kaikkien rakentamislupien palautumista. [9.] Nykyisin rakentamisluvat täytetään yksitellen, eli suunnittelija täyttää lomakkeelle maanomistajatiedot, tilatiedot, johtomatkat ja laadut, sekä muut mahdolliset komponentit. Myös liitekartat tehdään erikseen tilakohtaisesti. Mikäli työmaassa on esimerkiksi 30 eri maanomistajaa, kuluu aikaa lupahakemuksien tekemiseen runsaasti.

Lupien hankintaan tarvittavia ominaisuuksia on listattu seuraavissa luvuissa. Nämä ominaisuudet nopeuttavat olennaisesti rakentamislupien tekemistä, vähentävät mahdollisia virheitä sekä helpottavat rakentamislupien hakuprosessin etenemisen seuraamista ja käsittelyä. Prosessi sisältää neuvottelut maanomistajan kanssa, kirjallisen rakentamisluvan hankkimisen ja mahdollisten puusto- ja maapohjakorvausten määrittämisen. Suurjännitejohdoista tehdään myös erillinen johtoalueen käyttöoikeus-sopimus.

8.1.1 Rakentamislupa ja johtoalueen käyttöoikeus-sopimus

Ohjelmassa tulee olla ominaisuus, jolla valitusta tilasta saadaan suoraan tulostettua lupa- tai sopimuslomakkeelle maanomistajatiedot, rakennettavan johdon pituus, johtokadun leveys, johtolaatu, mahdolliset muuntajat ja jakokaapit. Lupaan tarvittavan liitekartan tekeminen tilakohtaisesti korostetuilla kiinteistötuksilla ja rajoilla tulee onnistua myös helposti. Näin maanomistaja hahmottaa kartalta helposti oman kiinteistönsä ja tälle rakennettavat johdot, sekä muut verkkoon tulevat laitteet. Lupien tekemisen tulee onnistua samalla tavoin myös ELY-keskukselle, kunnille ja metsäyhtiöille. Edellä mainitut ovat niin sanottuja viranomaisia ja heiltä rakentamisluvat hankitaan omilla kaavakkeilla.

8.1.2 Maapohja ja puustoarvio

Maapohja- ja puustokorvausten arvion tekemiseen ohjelmassa tulee olla työkalu, jolla korvaukset on helppo määrittää tilakohtaisesti, johtomatkan ja johtoka-

dun leveyden mukaan. Tiedot on oltava vietävissä nappia painamalla edellisessä kappaleessa mainituille lupa- tai sopimuslomakkeille.

8.1.3 Lupaprosessin seuranta

Ohjelmassa tulee olla projektikohtaisesti lupaprosessin seurantaominaisuus, joka helpottaa palautuneiden ja palautumattomien rakentamislupien seuraamista. Toivottavana ominaisuutena on myös suunnittelijalle tuleva muistutus, mikäli lupa ei ole palautunut esimerkiksi kahden viikon kuluessa merkitystä lähetyspäivästä.

8.2 Sijainti- ja rakennesuunnittelu

Johtoreittisuunnittelua tehdään osittain ennen rakentamislupien hakuprosessin aloittamista ja lupien hakuprosessin aikana. Johtoreittiä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon johtomatkan mahdolliset muutokset alkuperäisestä suunnitelmasta, jotta sähköisen mitoituksen vaatimukset täyttyvät jokaisessa kohdassa sähköverkkoa. Rakenteet on oltava sellaiset, että ne kestävät johtoon kohdistuvat mekaaniset kuormitukset kuten tuuli ja jääkuormat. Johtoreitin tulee myös olla maanomistajan kanssa sovitussa ja rakentamisluvassa mainitussa paikassa. [1.]

Reittisuunnittelussa käytetään apuna myös GPS-laitteistoa, joka nopeuttaa reitin linjaamista maastoon huomattavasti, joten materiaalin siirto GPS-laitteisiin ja niistä takaisin tietokoneelle tulee onnistua.

8.2.1 Sähköinen mitoitus

Sähköisen mitoituksen tarkastelu on tärkeä ominaisuus, koska nykyisin joudutaan tarkastuttamaan sähköinen mitoitus tilaajalta johtoreitin muuttuessa. Mikäli ohjelmassa pystytään tarkastelemaan tarvittavia tietoja kuten oikosulkuvirta, jännitteen alenema, muuntamoiden kuormitusasteet ja johtolähtöjen nollausehtojen toteutuminen johtoreitin muuttuessa [3.], säästyy aikaa sekä maastosuun-

nittelijalta että verkkoyhtiön suunnittelijalta. Johtoa voitaisiin täten suunnitella itsenäisemmin verkkoyhtiön antamissa rajoissa.

Edellä mainittu ominaisuus voisi olla hyödyllinen esimerkiksi tarjouslaskennassa. Sen avulla voitaisiin pohtia hintaa helpommin ja tarjouksen voisi laskea edullisimmilla mahdollisilla johtolaaduilla ja rakenteilla. [7.]

8.2.2 GPS- laitteisto

GPS-laitteistot ovat nykypäivää jakeluverkkojen suunnittelussa. Ohjelman tulee tukea yleisimpiä GPS-laitteiden käyttämiä tiedostomuotoja, jolloin saadaan esimerkiksi maastossa suunniteltu reitti laitteesta ohjelmaan. Samoin ohjelmalla suunniteltu reitti on hyvä pystyä siirtämään GPS-laitteeseen. Esimerkiksi Trimblen GPS-laitteet käyttävät tiedostomuotona DXF-päätteistä tiedostoa. Koordinaatti järjestelmänä toimii tällä hetkellä KKJ30-kaista4, mutta tavoitteena on päästä käyttämään yleiskoordinaatistoa ETRS-TM35FIN. [6.]

Nykyisin verkkoyhtiöt haluavat rakennetuista maakaapeleista sekä muista verkon komponenteista kuten muuntamoista, jakokaapeista, putkituksista, varaputkista ja maadoituskupareista tarkat paikkatiedot. Tämän vuoksi tarkat 10 senttimetrin tarkkuudella toimivat DGPS ja sitä tarkemmat RTK paikannuslaitteet ovat yhä tärkeämmässä roolissa jakeluverkoston suunnittelussa.

8.2.3 Rakenteiden mekaaninen mitoitus

Kaikki jakeluverkon ilmajohtorakenteet on suunniteltava siten, että ne kestävät ilmaston, itsensä ja mahdollisten vikatilanteiden aiheuttamat kuormitukset, sekä täyttävät etäisyysvaatimukset maasta ja rakennuksista. [11.] Tämän vuoksi ohjelmasta tulee löytyä työkalu ilmajohtoverkkojen mekaaniseen mitoitukseen. Mitoitus tehdään pääsääntöisesti 20kV:n ilmajohdoille ja jossain vaativimmissa kohteissa myös 0,4kV:n ilmajohdoille. Tiedonsiirto ohjelmaan tulee olla helppoa laitteista, joilla maaston muotojen mittaus tehdään kuten takymetri ja GPS.

8.3 Työn dokumenttien laatiminen

Suunnittelijan tulee laatia suunnittelemaansa työmaasta tarvittavat dokumentit rakentajille. Dokumentteja ovat esimerkiksi työkartta, työselostus, paikantamiskartta ja dokumentointikartta. Erilliset puunpoistotilaukset ja pylväskuljetustilaukset tehdään sopimusurakoitsijoita varten [9.]. Alla on listattu ominaisuuksia, jotka helpottavat ja nopeuttavat dokumenttien laatimista.

8.3.1 Puunpoistotilaus

Puunpoistotilauksen työkartan tekeminen tulee onnistua tulostamalla pelkistetty versio kartasta, jossa näkyy johtoreitti, johtolaatu ja maanomistajatiedot. Lisäksi tarvitaan erillinen tilauslomake, jolle johtomatkojen ja laatujen vieminen tulee onnistua napin painalluksella.

8.3.2 Rakenteiden valinta

Ohjelman tulee hyödyntää Headpowerin vakiorakenteiden käyttöä. Käytän esimerkkinä suoran osan pylvästä, jossa on yksi AMKA 3x35+50 johdin ja vaaka- maadoitus. Pylväs on 10 metriä pitkä ja luokkaa kaksi. Tällöin rakenteiksi tämän pylvään osalta valitaan Pylväs (P210), kannatuskoukku (A11), maadoituskupari 16mm² 25m (V25) ja Pen-johtimen maadoitustarvikkeet. Rakenteet sisältävät useita eri tarvikkeita, esimerkiksi rakenne A11 sisältää suoran pylväsosuu- den koukun ja AMKA johtimen kannattimen.

8.3.3 Työkuvan piirto

Työkuvia piirtäessä on hyvä, että muuntajan johtolähdöt, johtolaadut, tunnuks- et ja muut rakennettavat komponentit voidaan esittää selkeästi kartalla. Esimerkik- si johtolähdöt voidaan esittää vaikka eri väreillä korostettuna. Tällä tavalla myös rakentajan on helppo sisäistää, mikä johto kytketään mihinkin ja niin edelleen. Selkeyttämisen tarve korostuu sellaisissa kohteissa, joissa on paljon eri nousu- jen johtoja samoissa pylväissä tai kaapeleita jakokaapeissa.

Varottavien kohteiden, kuten rajapyykkien, tiedossa olevien maakaapeleiden ja muiden mahdollisten varottavien kohteiden merkitseminen työkarttaan tulee onnistua mahdollisimman selkeästi ja korostetuin värein. Ajoreittien ja laani-paikkojen merkitsemiseen tulee löytyä piirtotyökalut.

8.3.4 Pylväskuljetusohje

Pylväskuljetusohjeen tekemisen pitää onnistua työkartan pohjalta. Työkartasta täytyy saada kerättyä tiedot pylväiden määristä, pylväsluokista ja pituuksista. Nämä tiedot tulee pystyä tulostamaan suoraan pylväskuljetustilaukseen. Pylväskuljetusohjeen tekemiseen tulee ohjelmassa olla pohja, johon käyttäjä tulostaa lähestymiskartat osoitetietoineen, sekä pylväidenpudotuskartat. Kartoissa näkyvät paikat, joihin pylväät voidaan pudottaa pinoon, tienvarteen tulevalle linjalle pylväät voidaan jakaa suoraan paikoilleen.

8.3.5 Tarvikelistan muodostaminen

Tarvikelistaus tulee pystyä tekemään siten, että työkarttaan valituista rakenteista muodostuu tarvikelista, tämä listaus pitää pystyä siirtämään suoraan materiaalitietojärjestelmään tarviketilauksen tekoa varten.

9 Ominaisuudet ja työkalut

Ohjelmistossa olevan taustakartan eri komponentit tulee olla omilla tasoillaan ja tasoja on pystyttävä piilottamaan tai tuomaan esiin tarpeen mukaan. Kartalta valittu alue on pystyttävä tulostamaan DXF- formaattiin, että se voidaan viedä taustakartaksi GPS laitteeseen johtoreitin maastoon linjausta varten. Ohjelmassa on oltava työkalut sähköverkon sähköiseen ja mekaaniseen mitoittamiseen, sekä matkan ja kulmien mittatyökalut. Ohjelmiston on toimittava tietokoneen lisäksi myös kannettavassa maastotietolaitteessa.

Seuraavissa kappaleissa on kerrottu mitä hyötyjä edellä mainituista ominaisuuksista käytännössä on.

9.1 Kartan käsittely

Kartta, jolle uuden rakennettavan sähkölinjan tilaus tulee ja jota suunnittelija lähtee työstämään eteenpäin, tulee koostua tasoista, jotta suunnittelija voi halutessaan piilottaa kartalta kaiken ylimääräisen. Esimerkiksi työkarttaa tehtäessä voi piilottaa vanhat linjat ja ylimääräiset karttamerkinnot ja näin selkeyttää työkarttaa. Vanhat linjat, jotka tulee purkaa pois, esitetään erillisellä purkukartalla.

Tilaajan antaman reittivaihtoehdon on oltava omana tasonaan, jolloin lähtöversiota voi halutessaan verrata helposti lopulliseen suunnitelmaan. Reittivaihtoehdoista täytyy jäädä versiohistoria, jotta voidaan helposti dokumentoida tapahtuneet muutokset ja esittää tarvittaessa asiat jälkeenpäin. Versiohistoriaominaisuus voi toimia myös siten, että alkuperäinen tiedosto säilyy aina koskemattomana ja suunnittelijan muokkaukset tallentuvat kopiotiedostoksi alkuperäisestä.

Ohjelmalla on pystyttävä myös käsittelemään CAD-ohjelmilla tehtyjä kuvia omana tasonaan, koska yleensä puhelinkaapelit sekä vesi- ja viemärijohdot ovat dokumentoituna CAD-ohjelmistoilla. Tietyissä tapauksissa on hyvä saada esitettyä työkartalla myös puhelin- ja vesijohtojen sijainnit. Tämä korostuu maa-kaapelointitöissä alueilla, joissa sijaitsee puhelin- ja vesijohtoja. [12.]

Ohjelmassa tulee olla myös valokuvien linkitysmahdollisuus. Hankalat kohteet, joita on vaikea esittää kartalla tai sanallisesti, on havainnollisempaa esittää valokuvana. Nykyisin kuvat tallennetaan työpapereiden sekaan kansioon ja joskus paljon kuvia sisältävät isot työkohteet voivat olla sekavia ja kuvia on hankala yhdistä oikeisiin kohteisiin. Tästä johtuen ohjelmassa täytyy olla mahdollisuus linkittää kuvat työkartalle, näin rakentajat löytävät helposti oikeaa kohdetta vastaavan valokuvan. [7.]

Olemassa olevaa sähköverkkoa pitää pystyä muokkaamaan kartalla. Sähköverkosta löytyy joitakin vanhoja osuuksia, joita ei ole digitoitu tarkasti ja tämä aiheuttaa muun muassa sen, että rakentamisluvan liitekartalle ei saada sähköverkkoa näkymään sen todellisella paikalla, joka aiheuttaa yleisesti harmia maanomistajissa. Myöskin rakentajille on selkeämpää jos työkartassa näytettävät

olemassa olevat sähköverkon osuudet ovat todellisilla paikoillaan kartassa. Näin vältetään turhalta selvittelyltä ja mahdollisilta väärinkäsityksiltä.

9.2 Tiedonsiirto

Tiedonsiirto ohjelmasta ulkoiseen laitteeseen ja takaisin ohjelmaan, tässä tapauksessa maastossa käytettäviin GPS-laitteisiin tulee onnistua esimerkiksi DXF-formaatissa. Näin saadaan siirrettyä ohjelmalla hahmotellut reittivaihtoehdot maastossa käytettäviin laitteistoihin ja tutkia reitin toimivuutta maastossa. Samoin tieto on pystyttävä siirtämään takaisin ohjelmistoon, koska maastossa reittiin tulee poikkeuksetta muutoksia ja näin ollen GPS-laitteella tehdyt linjaukset on hyvä saada suoraan ohjelmaan tarkastelua ja muokkausta varten. [6.]

Yleensä sähkölinjat pyritään suunnittelemaan kahden tilan rajalle, jotta maanomistajille aiheutuva haitta saadaan jaettua. Suunnittelutyötä helpottaa kun suunnittelija pystyy tekemään linjauksen suoraan tilojen rajalle hyödyntäen GPS-laitetta ja raja-aineistoa.

9.3 Työkalut

Työkaluja ohjelmistossa pitää olla sähköverkon sähköisen mitoituksen tekemiseen, mekaaniseen mitoitukseen, piirtoon ja mittauksiin.

Sähköinen mitoitus tulee näkyä reaaliajassa tehtäessä muutoksia johtoreitin linjaukseen ja johtolaatuihin. Raja-arvot ylittävästä johtomatkasta tai muusta vastaavasta muutoksesta on saatava virheilmoitus, koska kaikilla ohjelman käyttäjillä ei ole tuntemusta sähköiseen mitoitukseen. Automatisoitu sähkötekeminen mitoitus tehostaa suunnitteluprosessia, koska mitoittaminen käsin laskeamalla on hidasta ja työlästä. Mekaanista mitoitusta on myös hyvä pystyä seuraamaan reaaliajassa niiltä osin, missä maastoprofiili on mitattuna. Ominaisuus mekaanisen mitoituksen seuraamiseen tuo parannusta siihen, että suunnittelija valitsee varmasti vaatimukset täyttävät rakenteet sähköverkkoon.

Piirtotyökaluista tulee löytyä värit ja eri viiva tyypit pienjännite- ja keskijänniteilmajohtoverkolle sekä maakaapeliverkolle. Myös maadoituksille, muuntajille,

jakokaapeille ja muille verkon komponenteille pitää löytyä valmiit piirrosmerkit, jotka ovat helposti lisättävissä käyttäjän haluamaan paikkaan.

Etäisyys- ja kulmamittaukseen tarvittavat työkalut ovat ehkä tärkeimpiä työkaluja maastosuunnittelua tehdessä. Etäisyysmittausta tarvitaan kartalta alustavaa suunnitelmaa tehtäessä ja sillä voi myös tarkastaa maastossa tehdyt mittaukset suurempien virheiden varalta. Kulmamittausta tarvitaan haruksien suunnan määrittämiseen. Tähän voi myös yhdistää työkalun, joka laskee haruksen vahvuuden ja etäisyyden annetun johtolaadun ja kulman perusteella. [10.]

Ohjelman on pystyttävä esittämään valitun ilmajohdon jännevälien pituudet ja kulmien suuruudet.

9.4 Laitteisto

Hankittavan ohjelmiston on oltava toiminnoiltaan mahdollisimman kevyt ja toimittava normaalin pöytäkoneen ja kannettavan lisäksi myös maastotietolaitteissa. Maastotietolaitteistoissa toiminta mahdollistaa ohjelmiston käytön itse työkohteessa. [10.]

10 PGField toiminnassa

PGField on kehittynyt versioon 2.3 ja sitä on kehitetty aktiivisesti maastosuunnittelun työkaluksi. Savon Voima Verkko on tehnyt tiivistä yhteistyötä Tieto Oy:n kanssa PGFieldin kehittämisessä yhä paremmaksi ohjelmistoksi maastosuunnittelun apuvälineeksi. [8.]

Seuraavissa kappaleissa on listattu ohjelman tämän hetkisiä ominaisuuksia ja joitakin puutteita. [8.]

10.1 Tilauksen sisältö

Tilaus saadaan PG:stä omana aineistonaan PGFieldiin ja se on irrotettuna verkkotietojärjestelmästä muokkausta varten. Tilaus tulee XML- tiedostomuo-

dossa, jota kutsutaan työmääräimeksi. Tilauksesta näkyvät maanomistajat sekä tilatiedot, koska ne tulevat kiinteästi mukana aineistossa. Nykyisten johtosopimusten tilat ja muut tarvittavat dokumentit tulevat myös liitetiedostona tilaukseen. Tilauksessa ei näy puhelinyhteiskäyttöjä, suojelualueita, pohjavesialueita eikä kaava- alueita. Kaava-alueet saa lisättyä tilaukseen kartalle, mutta se pitää tehdä Tieto Oy:n toimesta. [8.]

10.2 Lupien hankinta ja korvausten määrittely

Rakentamisluvat haetaan edelleen perinteisillä lupalomakkeilla. PGFieldistä voi viedä johtoalueen käyttöoikeus-sopimuksen tekoa varten tiedot GridWiseen mitaustietojen tai käyttäjän määrittämien tietojen pohjalta. Korvauslaskenta hoidetaan myös GridWisen puolella ja sopimusten tulostus ja tallentaminen onnistuu helposti muutamalla napin painalluksella. Erillistä seuranta lupienhankinta vaiheeseen ei vielä ole saatavilla. Maanomistajatiedot pystyy tulostamaan ohjelmasta helposti piirretyltä johtoreitiltä. [8.]

10.3 Reitti- ja rakennesuunnittelu

Sähkötekniiseen mitoitukseen ei PGFieldissä ole työkaluja, joten se hoidetaan edelleen PG:n puolella. GPS-laitteistoa pystyy hyödyntämään suunnittelussa erittäin hyvin. Esimerkiksi suunnitellun kaapelireitin pystyy siirtämään kartalla oikealle kohdalleen maastosta mitattujen koordinaattien avulla. Tällä ominaisuudella myös kaapeleiden kartoitus onnistuu ilman lisätyötä normaalin suunnittelutyön yhteydessä. Tietoa voi siirtää GPS-laitteesta PGFieldiin ja toisinpäin. RTK- tason laitteista ei kuitenkaan saa tässä vaiheessa vietyä mittaustietoja suoraan PGFieldiin. Mekaaninen mitoitus hoidetaan edelleen Profilalla. Profilas- ta saa vietyä tietoa PG Fieldiin siten, että tiedot näkyvät työkartalla. [8.]

10.4 Dokumenttien laatiminen

Puunpoistotilaus pitää tehdä edelleen nykyisillä käytössä olevilla lomakkeilla. Työkartan puunpoistoon voi tehdä PGFieldillä, samoin tarvittavan maanomistajalistauksen voi tulostaa PGFieldistä. [8.]

Työkuva piirretään siten, että reitti ja solmuvälit tehdään erikseen. Yhdelle reitille voi lisätä monta solmuväliä. Muuntamon eri nousut ja johtolaadut voi esittää kaaviomuodossa ja kaavion saa näkymään kartalle. Maakaapeleita ja ilmajohtoja ei voi erotella toisistaan, vaan kaikki johdot näkyvät samanlaisena punaisena viivana. Edellä mainittu johtojen esitystapa tulee aiheuttamaan sekaannuksia ja rakenteet voi lisätä ohjelmasta jokaiselle työpisteelle, samoin lisäkommentointi on mahdollista. Kartalle voi lisätä kommentteja myös muista tärkeistä kohteista, kuten varottavista kohteista. [8.]

Rakenteet, jotka työkohteeseen on määritelty, saa tulostettua listauksena paperille. Niitä ei voi viedä suoraan materiaalitietojärjestelmään tarvikevarauksen tekemistä varten, vaan ne pitää edelleen syöttää käsin. [8.]

Dokumentointikartan saa muodostumaan suoraan suunnitteluaineistosta ja se palautetaan verkkotietojärjestelmään. Dokumentointi on eri aineistoa kuin suunnitelmat. Näin ollen esimerkiksi varottavat kohteet työkohteessa eivät tallennu verkkotietojärjestelmään, koska niitä ei siellä tarvita. [8.]

10.5 Kartan käsittely

Kartta on rasterikartta ja se koostuu tasoista, joten käyttäjä voi määrittellä mitä kartalla haluaa näyttää ja mitä piilottaa. Kartalle pystyy myös lisäämään omana tasonaan esimerkiksi DXF-muotoisen CAD-tiedoston vesijohdoista tai kaava-alueesta, mutta käyttäjä ei voi tehdä sitä itse, vaan se on teetettävä Tieto Oy:llä. Kartalle voi myös lisätä valokuvia, jotka tallentuvat työmääräimeen. Kartalla liikumiseen, tarkennukseen ja loitonnuksen on olemassa työkalut. Hyvänä työkaluna on kirjanmerkin lisäys eli käyttäjä pääsee haluamaansa kohteeseen suoraan lisäämänsä kirjanmerkin avulla. [8.]

10.6 Tiedonsiirto

PGFieldistä voi siirtää tietoa ulkoiseen GPS-laitteeseen ja samoin GPS-laitteesta takaisin PGFieldiin pois lukien RTK-tason laitteet. Siirrettävä tieto on verkon komponentteja ja johtoreittejä. Raja-aineiston siirtäminen ei vielä tässä

vaiheessa ole mahdollista, mutta PGFieldiä voi käyttää kannettavalla tietokoneella, johon on kytketty GPS laite. [8.]

RTK-laitteiden käyttämää RAT-tiedostoa ei tällä hetkellä voi käyttää PGfieldissä, koska ohjelma ei jostain syystä hyväksy kyseistä tiedostomuotoa. Tämä johtaa siihen että RTK-tason laitteita ei voi tällä hetkellä käyttää kunnolla hyödyksi ohjelman kanssa. [8.]

Tiedonsiirto PGFieldin ja muiden ohjelmien välillä tapahtuu seuraavasti: [8.]

- sähköinen suunnitelma PG <-> PGField
- rakennetun verkon dokumentointi PGField -> PG
- työmääräin (.xml tiedosto)
- tiedostot maastotallentimelta (.mti)
- tiedostot Profilasta (.rti)

10.7 Muut ominaisuudet

Piirtotyökaluina PGFieldissä on piste, viiva ja aluepiirto, myös tekstiä voi lisätä suunnitelmaan. Johto-osuuden korostaminen onnistuu väritystoiminnon avulla. Johtolähtöjen kaaviot KJ ja PJ puolella pystyy piirtämään ohjelmalla ja ne saadaan näkyviin kartalle muun verkon kanssa samaan aikaan. [8.]

PGField osaa päivittää myös verkon kytkentätilaa reaaliaikaisesti palvelimelta. Tämä ominaisuus on hyödyllinen lähinnä häiriötilanteissa, ei niinkään jokapäiväisessä suunnittelutyössä. [8.]

11 Pohdinta

Maastosuunnitteluun on olemassa ohjelmistoja eri valmistajilta, mutta Enerken käyttöön ei ole löytynyt vielä sopivaa ohjelmaa markkinoilla olevasta tarjonnasta. Tieto Oy on jo jonkun aikaa kehittänyt PGFieldistä maastosuunnitteluovellusta verkkoyhtiöiden kanssa ja he ovat päässeet hyvään vauhtiin ohjelman kehityksessä.

Nykyisellään PGField ei vielä täysin vastaa Enerken odotuksia käytännöllisestä ohjelmasta suunnittelun tarpeisiin, mutta kehitystä tapahtuu koko ajan. Ohjelmistosta vaatimusmäärittelyjä tehdessäni, en tiennyt ollenkaan sitä, että Savon Voima Verkko on aloittanut Tieto Oy:n kanssa kehittämään PGFieldistä maastosuunnitteluovellusta. Tämä asia tuli minun tietooni vasta kun olin puhelimitse yhteydessä Savon Voima Verkon suunnittelupäällikköön Jussi Antikaiseen. Puhelun aikana minulle selvisi, että ohjelmaa on jo kehitetty paljonkin maastosuunnittelua ajatellen.

Tammikuussa 2014 kävin vierailulla Savon Voimalla tutustumassa PGFieldiin ja sen ominaisuuksiin. Tilaisuus oli koulutustilaisuus eri urakointiyhtiöiden maastosuunnittelijoille. Itse en päässyt ohjelmaa kokeilemaan lisenssiteknisistä syistä johtuen, mutta sain hyvää tietoa siitä, missä tilanteessa sovelluksen kehittäminen tällä hetkellä on. Kiitokset Jussi Antikaiselle, että pääsin tilaisuuteen mukaan.

Opinnäytetyön aihevalintana maastosuunnitteluovelluksen vaatimusmäärittelyjen tekeminen oli minulle looginen, koska itse työskentelen Enerke Oy:ssä maastosuunnittelijana. Ohjelmistolle maastosuunnittelun tueksi on ollut tarvetta jo pidemmän aikaa ja vaadittavien ominaisuuksien selvittäminen oli helppoa, koska ohjelmistosta ja sen ominaisuuksista on keskusteltu monen kollegan kanssa jo useita vuosia. Vaikeinta opinnäytetyön tekemisessä oli se, että en päässyt kokeilemaan sovellusta käytännössä ja välillä konkreettisen tiedon puuttuminen tuotti suuria vaikeuksia kirjoitusprosessissa.

Opinnäytetyössä pääsin Enerken kannalta ennalta määrättyihin tavoitteisiin ja sain kartoitettua tarvittavat ominaisuudet hyvälle maastosuunnitteluovellukselle. Karelia Ammattikorkeakoulun puolelta yhtenä tavoitteena opinnäytetyössä on tekninen osio. Tähän työhön teknisen osion sovittaminen ei onnistunut, koska kyseistä ohjelmistoa en käyttööni saanut yrityksistä huolimatta ja mikäli olisin testannut muita maastosuunnitteluohjelmia, olisi opinnäytetyön aihe laajentunut suunniteltua suuremmaksi ja se ei olisi mielestäni palvellut tämän opinnäytetyön tarkoitusta.

LÄHTEET

1. Monni M. Sähkölaitos asentajan ammattioppi 1. Kirjapaino Laine Direct. 2002.
2. Monni M. Sähkölaitos asentajan ammattioppi 2. Kirjapaino Laine Direct. 2002
3. Harju, Jaana. Jakeluverkon suunnittelun mallintaminen. Verkosto- ja maastosuunnittelun 0,4kV ja 20kV tilaustyöt. Opinnäytetyö. Metropolia. Sähkövoimatekniikka. 2012.
4. Tieto Oyj. PG- Field. 2014. www.tieto.fi/toimialat/energia/it-ratkaisut-sahkoverkkoyhtiöille-tieto/mobiili-käyttökarttasovellus-pgfield. [10.2.2014.]
5. Tieto Oyj. Grid Wise. 2014.
<http://www.tieto.fi/toimialat/energia/it-ratkaisut-sahkoverkkoyhtiöille/reaaliaikainen-tilannekuvajarjestelma-sahkoverkkoyhtiöille>
6. Saarelainen, Erno. Enerke Oy. Verkostosuunnittelija. Suullinen tiedonanto. 2013.
7. Enerke Oy Ismo Tykkyläinen. Yksikön päällikkö. Suullinen tiedonanto. 2013.
8. Kohtala, Esa. PG Field. Tieto Oyj. Koulutuspäivä. 23.1.2014
9. Enerke Oy. Suunnittelun yleiset ohjeet. Intranet. 2013.
10. Enerke Oy Markus Neuvonen. Suunnitteluesimies. Suullinen tiedonanto. 2013.

11. A4 Vahvavirtailmajohdantomääräykset. Jyväskylä. 1993.

12. Enerke Oy Hannu Putkuri. Verkostosuunnittelija. Suullinen tiedonanto. 2012.

13. Enerke Oy. <http://www.pks.fi/enerke>

14. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Intranet. 2014

15. Wikipedia. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Kaavoitus>. [21.4.2014.]

KJ Rakentamislupa

LIITE 1

1/1



RAKENTAMISLUPA

Rantakatu 29, PL 141, 80101 Joensuu
Puhelin (013) 2663 311, Fax (013) 2663 299

Verkostonumero

Maanomistaja	Katuosoite	Postiosoite	Henkilö-/Y-tunnus	Puhelinnumero

Pankkiyhteys	
Tilinomistaja:	Tilinumero:

Tila	RN:o	Kunta (nro)	Kylä (nro)
		()	()

Yllä mainittu maanomistaja antaa Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:lle luvan rakentaa

- 20 kV:n keskijänniteilmajohtoa Pituus: m Leveys: m
- 20 kV:n keskijännitemaakaapelia Pituus: m Leveys: m
- 0,4 kV:n pienjänniteilmajohtoa Pituus: m Leveys: m
- 0,4 kV:n pienjännitemaakaapelia Pituus: m Leveys: m
- 0,4 kV:n pienjännitevesistökaapelia Pituus: m Leveys: m
- muuntoaseman Tunnus: M
- jako-/haarotuskaappeja Määrä:

oheisella kartalla esitetyllä tavalla omistamansa tilan alueella.

Maanomistajalle maksettavat korvaukset määräytyvät Maanmittauslaitoksen, Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion, Metsäkeskuksen ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen suositusten ja tutkimusten perusteella. Johtoalueelta kaadettava puusto jää maanomistajan omistukseen.

Maanomistajan allekirjoitus

Paikka ja päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys
_____ / ____ /20__	_____	

Liitte

Kartta

PJ Rakentamislupa

LIITE 2

1/1



LUPA

A_1.d.11
12.1.2011Rantakatu 29, PL 141, 80101 Joensuu
Puhelin (013) 2663 311, Fax (013) 2663 299

Verkostonumero

Suunnitelmatunnus

Maanomistaja	Katuosoite	Postiosoite	Henkilö-JY-tunnus

Tila	RN:o	Kunta (nro)	Kylä (nro)
		()	()

Yllä mainittu maanomistaja antaa Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:lle luvan rakentaa ja pitää

- 0,4 kV pienjänniteilmajohtoa Pituus: m Leveys: m
- 0,4 kV pienjännitemaakaapelia Pituus: m Leveys: m
- 0,4 kV pienjännitevesistökaapelia Pituus: m Leveys: m
- muuntoaseman Tunnus: M
- jako-/haaroituskaappeja Määrä: kpl

oheisella kartalla esitetyllä tavalla niin kauan kuin se sähkön jakelun tarpeen. Samalla maanomistaja sitoutuu luovuttamaan tämän luvan mahdolliselle uudelle maanomistajalle.

- Rakentamisen ja käytön aikana voidaan tarvittaessa poistaa puita, pensaita tai oksia, jotka jäävät maanomistajalle.
- Pienjännitejohto ei vaadi normaalisti johtoaluetta, mutta johdon etäisyys puustoon tulee olla vähintään 1 metri.
- Maakaapeli asennetaan noin 70 cm:n syvyyteen.
- Helposti syttyviä rakenteita ei saa pystyttää 15 m lähemmäksi muuntoasemaa.
- Työ- ja kaivujäljet siistitään.

Maanomistajan allekirjoitukset

Paikka ja päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys
_____ / ____ / 20__	_____	

Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n valtuuttamana

Allekirjoitus	Nimenselvennys	Yritys
Sähköpostiosoite	Puhelinnumero	

Liitteet Kartta

Metsäpalvelutilaus lomake

LIITE 3

G_2y.04
29.8.2013

PKS **TILAUS** PKS Sähkösiirto Oy:n laskun liitteeksi

URAKOINTISEKTORI **METSÄPALVELUT, UUDET JOHTOKADUT**

Toimitus mennessä:

Tekoaika:

Työkohte Suunnitelmatunnus:

Nimi:

Kuntavastuualue: Valitse tästä!

Toiminto:

Urakoitsija: Valitse tästä! PKS-tunnus: -

Tunnus	Tuote Nimi	Yks.	Tilattu	Toimitus
OK91010	0,4 kV Johtolueen teko	h	0	
OK91020A	0,4 kV Johtolueen teko, aikansaannos	km		
OK91030	20 kV Johtolueen teko	h	0	
OK91040A	20 kV Johtolueen teko, aikansaannos	km		
OK91110	20 kV Johtolueen levitys/aneeraus	h	0	
OK91120A	20 kV Johtolueen levitys/aneeraus, aikansaannos	km		
OK91210	Laskutyöntunti, metsäpalvelut, muut työt	h		
OK91230	Laskutyö, metsäpalvelut	kpl (€)		
OK91240	Urakkahinta, metsäpalvelut	kpl (€)		

Työselostus:

Liitteet:

Paikentämiskartta

Kerkkösuunnitelma

Työkartta

Verkostotyöselostus

G_2.v.07 Maanomistajaliedot

Muut

.....

.....

.....

Urakoitsijan yhteystiedot:

Yhteysthenkilö: -

Puhelin: -

Fax: -

Sähköposti: -

Postiosoite: -

Posti nro: -

Suunnittelija: puh:

Yritys:

Pohjois-Karjalan Sähkö Oy	Ytunnus:0214732-1	Rensketu 29	Puhelin (013) 2663 311	Asiakaspalvelu 0800 98093
PKS Sähkösiirto Oy	Ytunnus:20716390	PL 141	Telex (013) 2663 299	www.pks.fi
		30101 Joensuu	Kotipakka Joensuu	etunimi.sukunimi@pks.fi



VERKOSTOTYÖSELOSTUS

B_1.a.01
29.6.2009

TYÖKOHTTEEN PERUSTIEDOT

Työn nimi:	M9384 Kirkko, Uusi mp vaihe 1	Suunnitelmatunnus:	
Työmaan osoite tai koordinaatti:			
Työnkuvaus:	<p>KJ rakentamiset:</p> <p>Rakennetaan uutta KJ maakaapelia S20/006 AHX-W95 288m uudelle puistomuuntamolle M9384 Kirkko. Lähtöön uusi pylväk P312, johon erotin E7599 Lähtevälle kaapelille. Ylijännitesuojat asennetaan kaapelin molempiin päihin. KJ kaapelin mukana asennetaan maadoituskupari 25mm koko matkalle. (Kupari liitetään myöhemmin osaksi laajaa maadoitusverkkoa.)</p> <p>Muuntamot:</p> <p>Rakennetaan Puistomuuntamo (0+1) M9384, muuntajakone 315kVA, muuntajakone suojataan 25A sulakkeilla, varasulakkeet ja vaihtotyökalu oltava muuntajalla.</p> <p>PJ keskukseen kuormakytkin 1250A, jännite ja virta mittarit. Nousut A-400/315A ja D-160/63A. (nousut B-400/315A ja C-400/200A tulevat myöhemmin, jonovarokeykikimet PJ keskukseen ilman sulakkeita!)</p> <p>Tilavaraus AMR keskittimelle ja sille 16A automaattisulake.</p> <p>PJ rakentamiset:</p> <p>M9384 Kirkko uuden muuntamon A-nousulle 315A asennetaan uutta PJ maakaapelia AX185 330m, AX95 117m ja Liittymiskaapelit AX25 yhteensä 631m suunnitelma kartan mukaan. Asennetaan jakokaapit JK1, JK2 ja JK3 suunnitelman mukaisiin paikkoihin. Liittämiskaapelit asennetaan tonttien rajoille asti ja jätetään siihen kiepille riittävä määrä kaapelia ohjeellisille rakennuspaikoille asti.</p> <p>Joensuun kaupungin urakoitsija tekee kaapeliarinat kadunrakennustyön yhteydessä, urakoitsijaa ei ole vielä tällä hetkellä valittu.</p> <p>Muuntopiirin8058 Sorsalantie C-nousulla olevalle jakokaapille JK7087 lisätään 400A jonovarokeytkin, kytkin tulee varasyötön takia ilman sulakkeita. Kaapeli AX185 tulee JK7087 ja M9324 Kirkko A-nousulle tulevan JK3:n välille.</p> <p>Tarvikkeet:</p> <p>KJ tarvikkeet ja muuntamo numerolla 727942 PJ tarvikkeet numerolla 727942A</p>		

SUUNNITTELU

Urakoitsija:	Enerke Oy	Päivämäärä:	16.2.2011
Suunnittelija ja puhelinnumero:			

TURVALLISUUSASIAT

Verkostotyöselostus 2/2

2/2

Numerointi viittaa asiakirjaan B_4.a.01 Turvallisuusasiakirja, tilaajakohmainen vakio.

Suunnittelun aikana havaittu seuraavat turvallisuuteen vaikuttavat seikat:

2.3 Sää	www.fmi.fi
---------	--

Tällä työm aalla suunnittelija ei havainnut turvallisuuteen liittyviä huom ionarvoisia asioita.

SOVITUT ASIAT

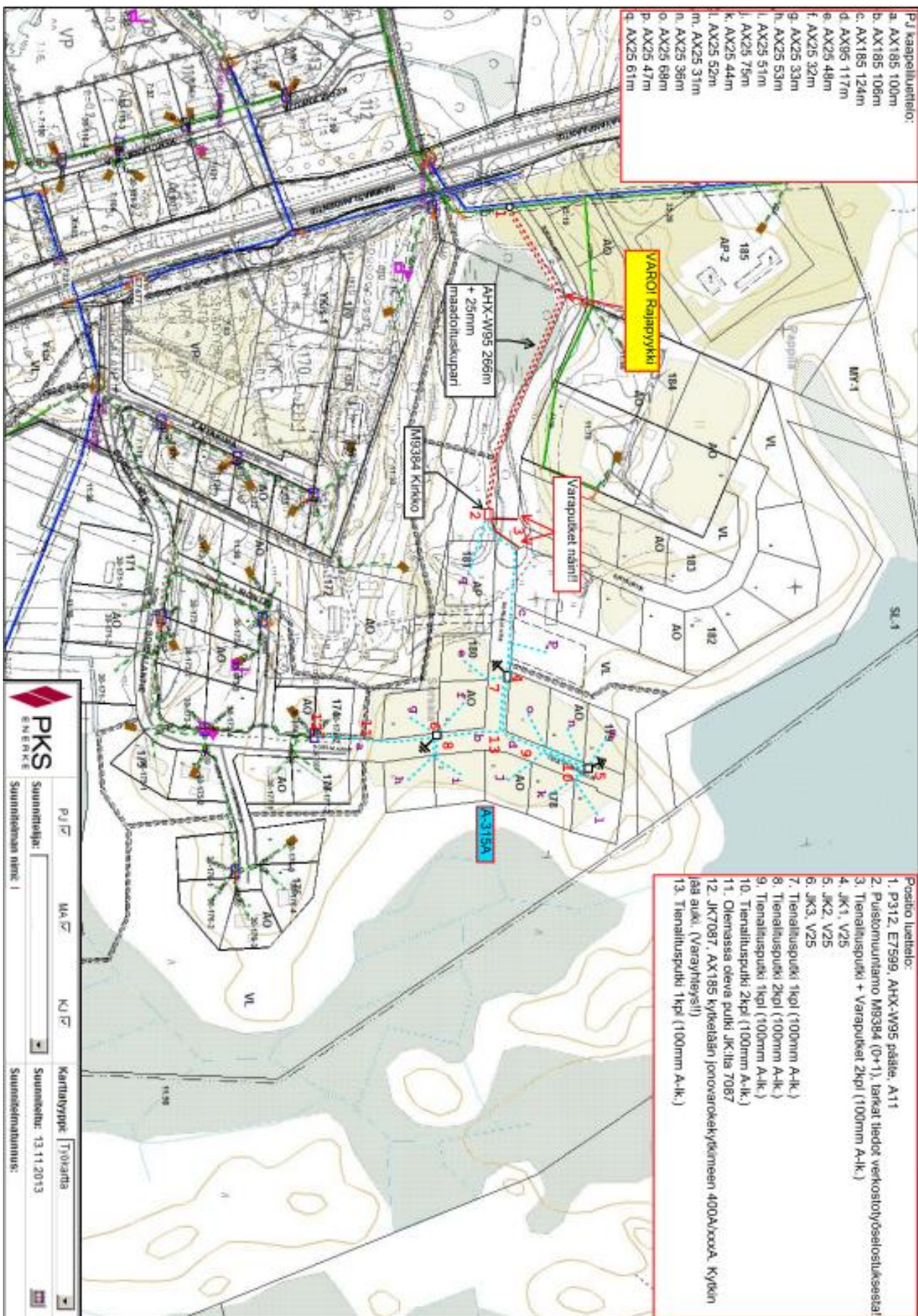
Työmaalla liikkuminen:	
Yhteystiedot:	
Muut sovitut asiat	Joensuun kaupungin urakoitsija tekee kaapeliarinat katujen rakentamisen yhteydessä.
Yhteystiedot:	

YHTEYSTIEDOT**Maanomistajat:**

Nimi:		Puhelin:	
Osoite:		Tilan nimi R:No	
Nimi:		Puhelin:	
Osoite:		Tilan nimi R:No	

Työkartta

LIITE 5



Dokumentointikartta

LIITE 6

