



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MAASTOSUUNNITTELIJAN KÄSIKIRJA

Efficient Network Partner Oy

TEKIJÄ:

Tatu Valtonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Tatu Valtonen			
Työn nimi Maastosuunnittelijan käsikirja			
Päiväys	27.4.2021	Sivumäärä/Liitteet	36/52
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Efficient Network Partner Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämä työ toteutettiin yhteistyössä Efficient Network Partner Oy:n kanssa, joka on moderni urakointiyhtiö sähkö- ja tietoliikenneverkkojen suunnitteluun, rakentamiseen ja projektinjohtamiseen. Työn tarkoituksena oli vakioida ja kehittää yrityksen maastosuunnitteluprosessia.</p> <p>Opinnäytetyössä käytettiin tietolähteenä meneillään olevaa maastosuunnitteluprojektia. Opinnäytetyöhön kirjattiin havainnot ja työskentelytavat. Käsikirjan tarkoituksena on toimia perehdytysmateriaalina ja apuna maastosuunnittelun prosessissa. Käsikirjassa käydään kaikki maastosuunnittelussa tarvittavat työtavat, ohjelmat ja välineet sekä niiden käyttö yksityiskohtaisesti. Työtä tullaan käyttämään uuden maastosuunnittelijan perehdytyksessä, joka helpottaa maastosuunnittelijan perehdytystä.</p> <p>Opinnäytetyöstä tehtiin kaksi versiota. Pääpaino opinnäytetyössä painottui salaisen version työstämiseen, jossa käydään maastosuunnitteluprosessi tarkemmin läpi. Salaisen version lisäksi opinnäytetyöhön kuului Efficient Network Partnerin kehittelemän työkalun optimointi Savon prosesseihin sopivammaksi. Käsikirjaa tullaan kehittämään jatkossa maastosuunnittelu työkohteen edetessä.</p>			
Avainsanat Maastosuunnittelu, sähkönjakelu, maastosuunnitteluprosessi			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering	
Author(s) Tatu Valtonen	
Title of Thesis Manual for Field Planner	
Date 27 April 2021	Pages/Appendices 36/52
Client Organisation /Partners Efficient Network Partner Ltd.	
<p>Abstract</p> <p>This thesis was commissioned by Efficient Network Partner Ltd. which is modern electric distribution and data network contractor for planning, building and project management. The purpose of this thesis was to standardize and develop the company's field planning process.</p> <p>An ongoing field planning project was used as a source of information. Findings and working methods were recorded to the thesis. The field planner's manual is intended to work as introduction material and to help field planners through the whole process. All of the field plannings methods, equipment, programs and how to use them are introduced planning in detail in this manual. The manual is going to be used inside the company as introduction material, which relieves burden from other field planners because they do not need to put so much time in briefing the new field planner.</p> <p>As a result of this thesis, two versions of the thesis were drawn up. The main emphasis in the thesis was on working on the confidential version where the planning process is described in more detail. In addition to the confidential version, the thesis included the optimization of the tool developed by Efficient Network Partner to be more suitable for Savo Unit's processes. The manual for the field planner will be developed further along side of the field planning project.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Field planning, field planning process, electric power distribution</p>	

ESIPUHE

Kiitos Efficient Network Partner Oy:lle opinnäytetyön aiheesta, sekä avusta ja ohjauksesta, jota opinnäytetyössä sain. Työssä onnistuin mielestäni kohtuullisen hyvin ja tästä haluan kiittää Savonia ammattikorkeakoulua ohjauksesta ja laadukkaasta opetuksesta. Suuri kiitos kuuluu myös perheelleni korvaamattomasta tuesta ja ymmärryksestä.

Kuopiossa 27.4.2021

Tatu Valtonen

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT.....	7
1 JOHDANTO	9
2 EFFICIENT NETWORK PARTNER OY.....	10
3 SÄHKÖVERKON SUUNNITTELUPROSESSI	11
3.1 Prosessi.....	11
3.1.1 Strateginen suunnittelu ja yleissuunnittelu	11
3.1.2 Strateginen suunnittelu	11
3.1.3 Yleissuunnittelu.....	11
3.1.4 Sähkötekniinen suunnittelu.....	12
4 MAASTOSUUNNITTELU	13
4.1 Maastosuunnittelun prosessi.....	13
4.1.1 ST-suunnitelma.....	13
4.1.2 Maastosuunnittelu.....	13
4.1.3 Esiselvitykset	15
4.1.4 Museoalueet	15
4.1.5 Luonnosuojelualueet	16
4.2 Sopimukset	16
4.2.1 Maanomistajien selvitys	16
4.2.2 Johtoalueen käyttöoikeussopimukset ja liittymispisteen muutokset.....	16
4.2.3 ELY-hakemus ja -lupa.....	17
4.2.4 AVI-hakemus ja -lupa.....	17
4.2.5 Tienhoitokunnat.....	18
4.3 Maakaapelin sijoitus	19
4.3.1 Maakaapelin asennussyvyudet ja etäisyydet.....	20
4.4 Ilmajohtojen sijoitus maanteiden varsilla	21
5 SIIRTO TUONTANTOON.....	22
5.1 Maastokäynnit ja merkinnät.....	22
5.1.1 Maastokatselmukset	22
5.1.2 ELY-katselmus	22
5.2 Maastomerkinntä	23
5.2.1 Puunpoiston merkintä.....	23

5.2.2	Ilmajohtoreitin merkkkaus	23
5.2.3	Maakaapelireitin merkintä	23
5.2.4	Muuntamot	23
5.2.5	Käyttöönotto ja dokumentointi	24
5.3	Säävarma sähköverkko	24
6	KARTAT JA KAAVIOT	25
6.1	Puunpoistokartat	25
6.2	Muuntamo- ja jakokaappikaaviot	26
6.3	Alituskartat	26
6.3.1	Kaapeleiden putkitusohje	27
6.4	Työkartat	27
6.5	Purkukartat	28
7	KÄYTETTÄVÄT TYÖVÄLINEET JA TYÖTURVALLISUUS	29
7.1	Työturvallisuus	29
7.2	Käytettävät työvälineet	29
7.3	Käytettävät ohjelmat	31
7.3.1	Headpower	31
7.3.2	PGField	32
7.3.3	ABB Profila	33
8	YHTEENVETO	34
9	LÄHDELUETTELO	35

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

PJ	Pienjännite
KJ	Keskijännite
SJ	Suurjännite
PGField	maasto-olosuhteisiin sähköinen verkostokartta, joka sisältää muun muassa käyttökarttatoiminnallisuuden, maastosuunnittelun ja kunnonhallinnan prosesseja tukevia toimintoja, käyttöönottopalvelut, tuki- ja ylläpitopalvelut tuotantovaiheen aikana (Merzell Suomi Oy, 2014)
GW	GridWise: paikkatietopohjainen sopimusten hallintajärjestelmän erilaisten sopimusten ja lupien paikkatietopohjaiseen hallintaan (Merzell Suomi Oy, 2014)
GPS	Global Positioning System, maailman laajuinen paikannus järjestelmä
Headpower	HeadPower Työnohjaus on selainpohjainen infraverkostojen rakentamiseen ja hallintaan liittyvien töiden suunnitteluun, tilaamiseen, toimittamiseen, seurantaan ja raportointiin tarkoitettu sovellus. (HeadPower Oy, 2021)
ENP	Efficient Network Partner Oy
JKS	Johtoalueen käyttöoikeussopimus
LPM	Liittymispisteen muutossopimus
Vy	Verkkoyhtiö
Verkkoyhtiö	Yhtiö, joka omistaa joko jakeluverkkoa tai sähkönsiirtoverkkoa
Tilaaja	Verkkoyhtiö tai sen edustaja joka tilaa työn
SVV	Savon Voima Verkko Oy
Avojohto	Ilmajohto, jossa ei ole eriteenä muuta kuin ilma.
Muuntaja	Sähkömagneettinen laite, joka muuntaa jännitteen halutulle tasolle.
Muuntamo	Muuntajan sisältävä rakenne.
Jakokaappi	Käytetään Pj-puolen keskuksina, joissa sähkö jaetaan eteenpäin. Saatavilla metalli-, - tai muovirunkoisina. Osa tulee erillisinä komponentteina, tosin yhä enenevässä määrin valmiiksi kasattuina.
Haaroituskaappi	Jakokaappi, joka ei sisällä kiskostoa eikä sulakkeita. Voidaan käyttää syöttökaapelin haaroittamiseen useampaan suuntaan tai tarvittaessa maadoituksia varten.

ELY	Elinkeino, liikenne ja ympäristökeskus
AVI	Aluehallintovirasto

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä kuvataan ja opastetaan Efficient Network Partner Oy:n suunnittelua ja yrityksen toimintamalleja vaiheittain ENP:n Savon yksikössä. Käsikirjasta voidaan etsiä apua suunnittelun tueksi. Dokumentin tarkoituksena on kuvata jokainen työvaihe, ohjelma ja niiden käyttö mahdollisimman yksityiskohtaisesti, jotta tietoa ei tarvitse etsiä muualta.

Käsikirjan tarkoitus on toimia perehdytysmateriaalina ja parantaa suunnittelun jälkeä ENP:n Savon yksikössä, sekä tämän myötä antaa selkeä ohjeistus koko suunnitteluprosessin yhtenäistämiseksi.

Opinnäytetyöstä tehtiin kaksi versiota, salainen ja julkinen. Opinnäytetyön pääpaino on salaisessa versiossa, jossa käydään maastosuunnittelun prosessi yksityiskohtaisemmin ja ENP:n sisäisen ohjeistuksen mukaisesti.

2 EFFICIENT NETWORK PARTNER OY

Efficient Network Partner on moderni urakointiyhtiö sähkö- ja tietoliikenneverkkojen suunnitteluun, rakentamiseen ja projektijohtamiseen. Efficient Network Partner Oy sai alkunsa vuonna 2014 Limingassa. Tänä päivänä Efficient Network Partner on laajentunut jo kuuteen muuhun toimipisteeseen ja toimii lähes koko Suomen alueella.

ENP:n liikevaihto oli viime tilikautena (03/2020) n. 16.6 miljoonaa euroa ja liiketulos oli voitollinen. ENP on jatkanut kasvuaan kiihtyvällä tahdilla aina perustamisestaan saakka.

ENP:n toiminnan periaatteita ovat:

- Yksilöllinen asiakaslähtöisyys
- Paikallisuus ja päätöksenteko
- Ketteryys ja joustavuus
- Kumppanuusajattelu
- Huomioiva työnantaja ja mukava työpaikka. (Efficient Network Partner Oy, 2020)

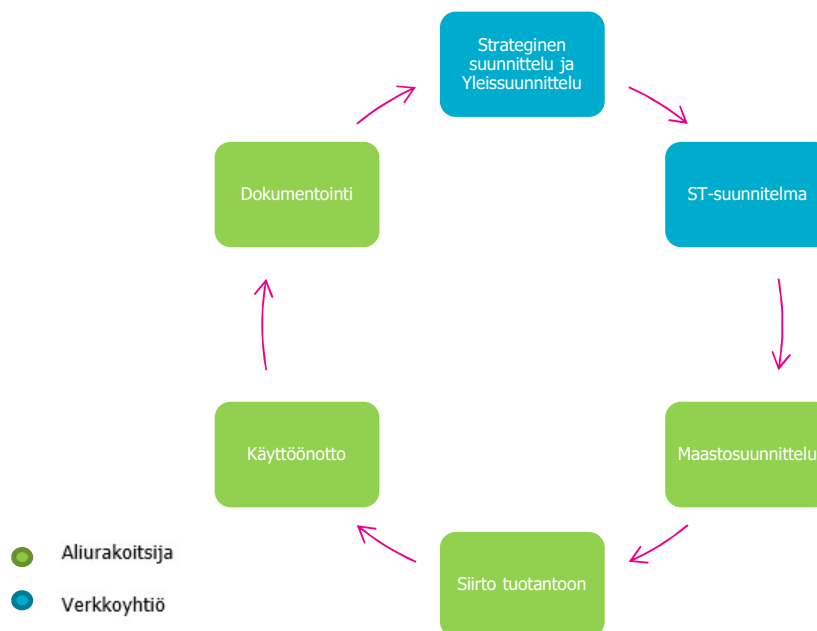
ENP etsii jatkuvasti uusia toimintatapoja ja uudistaa alaa toimimalla syvässä, kaikkien kehittymiseen ja menestymiseen tähtäävässä kumppanuudessa. Tekeminen rakentuu avoimeen ja rehelliseen kumppanuustoimintaan. Kumppaneita ovat kaikki projektiosapuolet: asiakkaat, oma henkilöstö, aliurakoitsijat, tarviketoimittajat ja muut sidosryhmät. (Efficient Network Partner Oy, 2020)



Kuva 1 - ENP tiivistettynä (Silvennoinen, 2021)

3 SÄHKÖVERKON SUUNNITTELUPROSESSI

3.1 Prosessi



Kuva 2 - Suunnitteluprosessi pääpiirteittäin

3.1.1 Strateginen suunnittelu ja yleissuunnittelu

3.1.2 Strateginen suunnittelu

Strategisen suunnittelun suorittaa tilaaja. Suunnittelun näkökulmana on investoinnit ja omaisuuden hallinta. Strategisissa suunnitelmissa on yleisesti keskeisinä tavoitteina:

- Turvallinen sähköverkko
- Laadukas sähköjakelu
- Kestävä omaisuuden hallinta
- Ympäristö- ja maankäyttöasioiden huomiointi. (Antikainen, 2020)

Strategisen suunnittelun tarkoituksena on määrittää verkon kehityksen pidemmän aikavälin periaatepäätökset ja seurata aktiivisesti verkon nykykäyttötilaa ja sen kehittymistä. Suunnittelun tarkastelujakso ylittää tyypillisesti kymmenen vuoden aikajänteen, jonka perusteella seurataan mm. verkostoteknologian kehitystä, verkkoalueen sähkökäytön muuttumista ja kaupungin kaavoituksellisia muutoksia. Tehtyjen tarkastelujen pohjalta laaditaan suuntaviivat suur-, keski- ja pienjännitteisten jakeluverkkojen suunnitteluun. Suunnitteluryhmän vastuulle kuuluu myös keski- ja pienjänniteverkon elinkaarisuunnittelu eli jokaisen verkostokomponentin suunnittelun elinkaaren ja käytön aikaisten kustannusten mallintaminen. (Hyvönen, 2019)

3.1.3 Yleissuunnittelu

Yleissuunnittelussa Vy käy verkon nykytila-analyysit läpi. Nykytila-analyysissä käsitellään:

- Olemassa olevan verkon kuntotietoja

- verkon ikä
- pylväiden kunto jne.
- Siirtokyky- ja suojausanalyysi
 - alueverkko
 - sähköasemat
 - pj/kj-verkko
- Luotettavuusanalyysi
 - keskeytystunnusluvut
 - keskeytyksistä aiheutunut haitta, eli KAH (asiakkaalle toimittamatta jääneen energian määrää kWh-arvossa, kappalemäärissä ja ajassa.)
 - käyttöpaikkojen keskeytysajat
- Käytettävyysanalyysi
 - kokemukset käyttökeskukselta
 - todelliset vikatilastot
- alueellinen kehittyminen
 - alueiden priorisoinnit
 - eri verkostostrategiat

3.1.4 Sähkötekni­nen suunnittelu

ST-suunnittelun suorittaa yleensä verkkoyhtiö. Sähkötekni­nen suunnitelmapaketti pitää sisällään alustavat johtorei­tit ja rakenteet. Maastosuunnittelijan tehtävänä onkin lähteä työstämään tätä sähkötekni­stä suunnitelmaa siten, että tuloksena on tarkennettu johtoreitti, sijoittamiseen vaadittavat luvat ja sopimukset, rakenteiden mekaaninen mitoitus, maastoon merkitseminen, puuston poiston järjestäminen ja sen laadun valvonta, sekä laadittu sähköinen työsuunnitelma.

4 MAASTOSUUNNITTELU

Maastosuunnittelulla tarkoitetaan verkkoyhtiön tekemän sähköteknisen suunnitelman viemistä maastoon. Maastosuunnittelija merkitsee ilmajohto- tai maakaapelireitin maastoon, jonka pohjalta sähköverkko rakennetaan konkreettisesti. Maastosuunnittelijan tehtävänä on reitin merkitsemisen lisäksi tehdä maanomistajien kanssa johtoaluesopimukset kaapelireiteiltä maanomistajien kanssa, sekä haakea tarvittavat viranomaisluvut. Maastosuunnitelman tekee yleensä verkon rakentamista harjoittava yritys tai nykyään myös suunnittelutoimistot. (Rönkkö, 2014)

Maastosuunnittelulla on olennainen osa sähköverkon rakennusurakassa. Jos maastosuunnittelu on tehty huolella, säästetään kustannuksissa ja työ on huomattavasti helpompaa rakennusvaiheessa.

4.1 Maastosuunnittelun prosessi



Kuva 3 - Sähköverkon rakentaminen

4.1.1 ST-suunnitelma

ST-suunnitelmalla tarkoitetaan sähköteknistä suunnitelmaa, jonka verkkoyhtiö tekee maastosuunnittelun pohjaksi. Tämän suunnitelman maastosuunnittelija jalkauttaa maastoon ja toimii tämän pohjalta omassa työssään. ST-suunnitelman pohjalta etsitään paras mahdollinen reitti maastossa, kun reitillä olevat esteet on selvitetty.

4.1.2 Maastosuunnittelu

Maastosuunnittelun kaksi päätehtävää ovat reitti- ja rakennesuunnittelu. Ennen näiden vaiheiden toteuttamista tulee selvittää suunniteltavalla reitillä olevien kiinteistöjen omistajat. Maanomistajilta on pyydettävä suunnittelulupa heidän maillaan. Kun lupa on myönnetty, voidaan suunnitelma jalkauttaa maastoon.

Reittisuunnittelussa etsitään ST-suunnitelman mukaisesti paras paikka sijoittaa ilmajohto tai maakaapeli. Ensisijaisesti rakenteet sijoitetaan teiden varsille. Jos reitti poikkeaa huomattavasti ST-suunnitelmasta, on tällöin varmistettava, että sähkötekniinen mitoitus pysyy hyväksyttävissä rajoissa.

Reittisuunnittelun tarkoituksena on etsiä johdolle maastosta paras reitti, joka perustuu sähkötekniiseen suunnitelmaan. Mikäli lähtöaineistossa suunniteltu reitti pitenee tai muuttuu huomattavasti, on varmistuttava sähkötekniisen mitoituksen oikeellisuudesta. Johtoreitti sijoitetaan ensisijaisesti tien varteen. Johtoreitillä pyritään minimoimaan kulmien määrää vaihtelemalla pylväiden etäisyyttä tien reunasta mahdollisuuksien mukaan. Jos johto sijoitetaan metsään, hyödynnetään rajalinjoja sekä maaston luontaisia metsäkuvioita mahdollisuuksien mukaan. Kaavoitetulla alueella johto sijoitetaan sille varatulle paikalle. Maakaapelireittiä suunniteltaessa on otettava huomioon maanpinnan myöhempi muuttuminen esim. rinnepellolla ja vesien valuma-alueilla. Ilmajohto- ja maakaapelireitti merkitään selkeästi 1,5–2 m pitkillä linjakepeillä. Lisäksi maakaapelireitille merkitään rakenteiden paikat, teiden ym. risteilyt, vesikaapeleiden rantautumispaikat sekä reitin mutkakohdat ym. työkarttaan. Tarvittaessa mittapiirroksen merkitään kaapelireitti yksiselitteisesti. (SVV Oy, 2018)

Rakennesuunnittelussa käytetään hyväksi reittisuunnitelman tuotosta. Reittisuunnittelussa mitataan paikkatiedot ilmajohdoille, jotka siirretään ABB:n Profila-ohjelmaan. Profilalla tarkoitetaan ilmajohdon profiilia. Profiilista käy ilmi pylväiden sijoitus, orsirakenne, pylvään koko, harustus/tuki, jänneväli sekä johdon korkeus. Kulmapisteitä mitatessa tulee huomioida myös väliin sijoitettavien pylväiden linja ja se, että ne pysyvät luvitetulla alueella.

Vaikka maastosuunnittelun kaksi päätehtävää ovatkin reittisuunnittelu ja rakennesuunnittelu, on maastosuunnittelussa lukuisia muitakin tehtäviä. Maastosuunnittelijan tehtäviin kuuluu myös mm:

- esiselvitykset
 - haitat ym.
- erinäisten lupien ja hakemusten teko
 - Rakennus- ja toimenpideluvat
 - AVI- ja ELY hakemukset
 - johtoalueen käyttöoikeussopimukset ja liittymispisteen muutokset
 - museoviraston luvitus
 - ym.
- alueen videokuvaus
- erinäisten karttojen ja suunnitelmien teko
 - purkusuunnitelmat/kartat
 - alituskartat
 - muuntamo- ja jakokaappikaaviot
 - työkartat
 - ym.
- Maastomerkkaukset
- ELY ja AVI katselmukset
- dokumentointi
- jne.

Maastosuunnittelijan tehtäväskaala on siis suhteellisen laaja ja avain onnistuneeseen sähköverkon rakentamiseen. Laadukas maastosuunnittelu säästää kustannuksia ja pitää kaikki mukana olevat osapuolet tyytyväisinä.

4.1.3 Esiselvitykset

Tämän työvaiheen tarkoitus on hankkia tietoa ja karttoja suunnitelma-alueella sijaitsevista suojelukohteista ja vesijohdoista, kaukolämpöputkista, tele- ja muista kaapeleista sekä maastolliset esteet, kuten kalliot ja mahdolliset tulva-alueet. Näiden ”haittojen” sijainti on todella tärkeää tietää, koska ne asettavat rajat maakaapelin, ilmajohdon ja puistomuuntamoiden sijoittamiselle. Lähtökohtaisesti maakaapelia ei asenneta vesijohtojen eikä muidenkaan kaapelien välittömään läheisyyteen. Kaapelien sijoituksessa onkin tavoitteena asentaa ne niin, että asentaminen on mahdollisimman helppoa ja ne aiheuttavat minimaalisen haitan.

Suojelukohteet ovat maakunnan, kaupungin, valtion tai muun tahon määrittelemiä kohteita kuten talot, pihapiirit, maastolliset kohteet tai kasvillisuus. Lähtökohtaisesti suojelukohteita tulisi välttää, jotta aluetta ei turmeltaisi. Sähköverkon asennus voidaan kuitenkin toteuttaa pyytämällä siihen lausunto suojelukohteen mahdolliselta omistajalta ja museovirastolta.

4.1.4 Museoalueet

Kiinteät muinaisjäännökset on Suomessa rauhoitettu muinaismuistolailalla (295/63). Sen mukaan kiinteät muinaisjäännökset ovat rauhoitettuja muistoina Suomen aikaisemmasta asutuksesta ja historiasta. Ilman lain nojalla annettua lupaa on kiinteän muinaisjäännökseen kaivaminen, peittäminen, muuttaminen, vahingoittaminen, poistaminen ja muu siihen kajoaminen kielletty. (Museovirasto, 2021)

Muinaismuistolaki rauhoittaa automaattisesti ilman eri toimenpiteitä lain piiriin kuuluvat kiinteät muinaisjäännökset ja kieltää sellaiset toimenpiteet, jotka saattavat olla vaaraksi muinaisjäännökseen säilymiselle. Kiinteän muinaisjäännökseen rauhoituksesta huolimatta alueella vallitseva maankäyttö kuten esimerkiksi maatalouden harjoittaminen voi jatkua. Kiinteillä muinaisjäännöksillä ei ole varsinaista ikärajaa. Laki koskee niin esihistoriallisia kuin historiallisiäkin kohteita. Nuorimpia suojelun piiriin luettuja kohteita ovat ensimmäisen maailmansodan aikaiset puolustuslaitteet. Museovirasto vastaa sekä maalla sijaitsevien että vedenalaisten ja -rajaisten kohteiden suojelusta. (Museovirasto, 2021)

Muinaismuistolaki määrää yleisen maankäyttöhankkeen tai kaavoituksen suunnittelijan selvittämään suunnitelman vaikutukset kiinteään muinaisjäännökseen. Lain mukaan yleisen tai suurehkon yksityisen työhankkeen toteuttajan on rahoitettava hankkeen aiheuttamat tutkimukset. (Museovirasto, 2021)

Maankäyttö ja rakennuslain perusteella voidaan kiinteiden muinaisjäännosten ohella ottaa huomioon myös muuta arkeologista kulttuuriperintöä. Mikäli maata kaivettaessa löytyy kiinteä muinaisjäännos, laki määrää keskeyttämään työn ja ilmoittamaan asiasta Museovirastolle. Säännöllisesti tehtävät muinaisjäännostien maastoinventoinnit ja kohteiden merkitseminen eritasoisin kaavoihin tähtäävät

siihen, ettei tällaisia rakennuttajan ja maanomistajan kannalta haitallisia tilanteita syntyisi. (Museovirasto, 2021)

Maastosuunnittelijan tehtävänä on esiselvitysten aikana selvittää, onko suunnittelualueella museoviraston suojelemissa alueita lähettämällä suunnittelualueesta kartan ja tiedustelun paikalliselle museoviranomaiselle. Jos alueella on maisemallisesti suojeltuja arkeologisia kohteita, on suunniteltava kyseiselle kohdalle vaihtoehtoinen ratkaisu.

4.1.5 Luonnosuojelualueet

Suomen luonnosuojelualueiden verkosto kattaa koko maan. Alueilla turvataan lajiston ja luontotyyppien monimuotoisuutta sekä huolehditaan kansallismaiseman, kulttuuriperinnön ja virkistys- ja retkeilyalueiden säilymisestä. Suuri osa suojelualueista sisältyy Natura 2000 -verkostoon. (Ymparisto.fi, 2020)

Laki ympäristövaikutusten arvioinnista (252/2017) sekä maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132) edellyttävät, että hankkeen tai suunnitelman vaikutukset luontoarvoille selvitetään. Myös luonnosuojelulaki (20.12.1996/1096), vesilaki (27.5.2011/587) ja metsälaki (12.12.1996/1093) voivat edellyttää, että hankealueelta kartoitetaan lajeja ja luontotyyppisiä sekä arvioidaan niihin kohdistuvat vaikutukset. Sähköverkon rakentamisen yhteydessä on tehtävä usein ELY-keskuksen vaatimuksesta luontoselvityksiä, jotka voivat edellyttää käytännössä ulkopuolisten asiantuntijakonsulttien käyttämistä. (Valtioneuvosto, 2018)

4.2 Sopimukset

4.2.1 Maanomistajien selvitys

Maanomistajien selvitys on ensimmäisiä vaiheita maastosuunnittelun aloituksessa. Siinä vaiheessa etsitään saneerausalueelta maanomistajat, joita kyseinen saneeraus koskee. Tilojen omistajat löytyvät yleensä hyvinkin helposti, ellei kyseessä ole kuolinpesä tms. Tonteista pitää selvittää ainakin seuraavaa:

- Omistaja
- Postiosoite
- Puhelinnumero
- Tilan nimi ja numero

Kun maanomistajat on selvitetty, voidaan maanomistajia tiedottaa tulevasta projektista esimerkiksi, tekstiviestillä tai kirjeitse. Kun maanomistajia on tiedotettu asiasta etukäteen, he osaavat odottaa yhteydenottoa ja näin ollen vastaavat myös helpommin yhteydenottoon.

4.2.2 Johtoalueen käyttöoikeussopimukset ja liittymispisteen muutokset

Johtoalueen käyttöoikeussopimuksen osapuolina ovat useimmiten yksityinen maanomistaja ja verkko-yhtiön valtuuttama maastosuunnittelija. Tämä sopimus on tehtävä kaikkien niiden maanomistajien kanssa, joiden tontille rakenteita on suunniteltu sijoitettavaksi. Ilman tätä sopimusta johtoa ei saada laillisesti sijoittaa. Jos kyseisellä maanomistajalla on useampi tontti samalla saneerausalueella, voidaan myös toiselle tontille tulevat rakenteet luvittaa samalla sopimuksella.

Kaikista yksityiselle tiloille tehtävistä johdoista, kaapeleista ja muista rakenteista tehdään aina kirjallinen sopimus. Kirjallinen sopimus pitää sisällään korvauslaskelmaliitteen, johon jokainen kuvio on eritelty. Laskelmataulukosta saadaan selville, mitä kukin kuvio sisältää (kj- ja pj-johdot, kaapelit, haaroituskaapit jne.). Jos korvaussumma jää hyvinkin pieneksi, pyöristetään rakenteista maksettava korvaus aina ylöspäin minimikorvaussummaan.

Sopimuksen liitteeksi on hyvä tehdä kartta, jossa osoitetaan konkreettisesti sijoitettavien kuvioiden sijainnit.

Yleensä johtoalueen käyttöoikeussopimukseen saadaan molempia sopimuksen osapuolia tyydyttävä ratkaisu. Joskus kuitenkin ratkaisua ei löydy. Tällöin mietitään johdolle toista mahdollista reittiä, joka kiertää kyseisen tontin. Jos tämä ei ole järkevällä tavalla mahdollista, viedään rakenteiden sijoitus paikalliselle rakennuslautakunnalle ratkaistavaksi. Rakennuslautakunta tekee päätöksen johdon sijoittamisesta ja toimittaa päätöksensä molemmille osapuolille.

Liittymispisteen muutossopimus tehdään silloin, kun maanomistajan liittymispiste (johdon omistussuhde ja vastuu) vaihtuu. Liittymispisteitä ovat mm. tontin raja, haaroitus-/jakokaapin liittimet, muuntamon liittimet ja pylvään liittimet. Tämän sopimuksen myötä liittymisjohdon omistus ja vastuu siirretään liittymänomistajalle.

4.2.3 ELY-hakemus ja -lupa

ELY-hakemus aloitetaan maastokatselmuksella paikallisen tieviranomaisen kanssa. Tässä katselmuksessa tuodaan ilmi tieviranomaiselle suunnitellut rakenteet teialueella ja niiden välittömässä läheisyydessä. Esikatselmuksesta tieviranomainen laatii muistion, johon on kirjattu alitus- ja ylityspaikat ym. rakenteet teialueen läheisyydessä.

Seuraavaksi voidaan hakea lupaa ELY-keskuksen verkkosivuilla. Verkkosivuilla syötetään tilaajan ja ura-koitsijan yhteystiedot, jonka jälkeen päästään aloittamaan rakenteiden merkkausta karttaan. Karttaan tulee merkitä kaikki tien ylitykset, alitukset sekä tie alueen läheisyydessä kulkevat maakaapelit ja ilmajohdot. Kun kaikki tarvittava tieto on syötetty, lisätään tarvittavat liitteet, joita ovat:

- Kartat (yleis-, lähestymis- ja suunnitelmakartat)
- ELY-katselmusmuistio
- Liikenteenohjaussuunnitelma (valmiit pohjat löytyvät väylän sivustolta)
- Selvitykset erikoiskohteista
- Esiselvitysten tarkistuslista

4.2.4 AVI-hakemus ja -lupa

Aluehallintovirasto edistää perusoikeuksien ja oikeusturvan toteutumista, peruspalvelujen saavuutta, ympäristönsuojelua, ympäristön kestävästä käytöstä, sisäistä turvallisuutta sekä terveellistä ja turvallista elin- ja työympäristöä alueilla. Virasto hoitaa myös lainsäädännön toimeenpano-, ohjaus- ja valvontatehtäviä alueillaan. (Aluehallintovirasto, 2021)

Sijoittaessa maakaapelia suurten vesistöjen pohjaan tarvitaan sijoittamiseen lupa aluehallintovirastolta.

AVI-lupa tarvitaan yleensä tilanteissa, joissa kaapeli sijoitetaan ison vesistön, kuten joen tai järven pohjaan tai ali. AVI-lupaprosessi on työläs ja luvan odotusaika on tavallisesti 9–12 kuukautta. Tästä syystä joen alituksia tulisi välttää kaapelireittiä suunnitellessa. Aina tältä ei voida kuitenkaan välttyä ja silloin AVI-lupa on haettava. Prosessi etenee karkeasti seuraavan mukaisesti:

- Reitin kartoitus maastossa
- ELY-keskukselta tiedustellaan, tarvitaanko AVI-lupaa
- Valmisteluluvan teko AVI:lle
- Maanomistajien ja mahdollinen vesiosuuden luvitus
 - ➔ Laitetaan hakemuksen liitteeksi
- Kartoitetaan vesistön pohjan profiili
 - Profiilin saa luotaamalla, paikalliselta vesiosuuskunnalta tai Väylävirastolta
- Määritetään joen virtaama ja kalakannat
- Luontoarvojen kartoitus
- Selvitetään asennuksen vaikutus eliöihin ja vesistöön
- Hakemuksessa kuvaillaan mm. rantamaisemaa, -kaavaa ja ympäristöä

4.2.5 Tienhoitokunnat

Yksitystiet eli yksityiset tiet ovat Suomessa yksityisten kiinteistönomistajien ja muiden tieosakkaiden ylläpitämiä teitä. Yksitystiet ovat niitä teitä, jotka eivät ole yleisiä teitä, katuja tai kaavateitä. Tavallisesti jokaisella yksityistiellä on olemassa tienhoitokunta, joka vastaa tien ylläpidosta. Yksitysteiden tienhoitokunnan puheenjohtajan kanssa on tehtävä yksityisteitä koskeva johtoaluesopimus sekä myös tavallinen johtoaluesopimus maanomistajien kanssa, joiden maille kaapelireitti yksityistiellä sijoitetaan. (Wikipedia, 2019)

Maakaapeli pyritään sijoittamaan yksityisteille niin, että asennus on mahdollista, eikä tielle aiheudu tavanomaisesta poikkeavaa rasitetta, joka vaatisi lisätöitä, kuten massan vaihtoa.

Ilmajohto pyritään sijoittamaan niin, että siitä koituu mahdollisimman vähän haittaa tienkäyttäjille ja asukkaille. Pyritään kiertämään suojapuusto tien toiselta puolelta.

Uuden yksityistielain (Yksitystielaki 560/2018) myötä pystytään sopimus kaapelien sijoittamisesta tekemään suoraan tiekunnan tai tieosakkaiden kanssa. Tällöin erillisiä lupia maanomistajien kanssa ei tarvita, mikäli heidän tonteilleen ei aiheudu haittaa (puiden poistoa yms.)

Tiealueen tiekäyttöön ottamisen jälkeen suostumuksen kiinteistöä tai yhdyskuntaa palvelevan maahan sijoitettavan johdon ja sellaiseen liittyvän vähäisen laitteen sijoittamiseen antaa tiekunta tai, jos sellaista ei ole perustettu, tieosakkaat. Kiinteistön omistajan suostumusta ei tällöin tarvita.

Jos tien fyysinen sijainti poikkeaa tieoikeutta perustettaessa määritellystä tiealueesta, pidetään tiealueena maastossa sijaitsevaa tosiasiallisesti tiekäyttöön otettua aluetta, jos tien sijainti on vakiintunut eikä siitä ole osapuolten kesken erimielisyyttä.

Muilta osin 1 momentissa tarkoitettujen laitteiden sijoittamiseen sekä niiden muuttamiseen, poistamiseen ja sijoittamisesta maksettavaan korvaukseen sovelletaan, mitä maankäyttö- ja rakennuslain

161 ja 162 §:ssä sekä sähköisen viestinnän palveluista annetun lain (917/2014) 28 luvussa säädetään.

Edellä 1 momentissa tarkoitetun suostumuksen tiekunnan puolesta antaa toimitsijamies tai hoitokunta. Ennen suostumuksen antamista toimitsijamiehen tai hoitokunnan on ilmoitettava asiasta tieosakkaille. Ilmoitus on toimitettava tieosakkaille niin kuin tiekunnan kokouskutsu 61 §:n 1 momentin mukaan on toimitettava. Jos joku tieosakkaista vastustaa sijoittamista 21 päivän kuluessa toimitsijamiehen tai hoitokunnan ilmoituksen antamisesta, asiasta on päätettävä tiekunnan kokouksessa. Jos tiekuntaa ei ole perustettu, tieosakkaat päättävät suostumuksen antamisesta yhdessä. (Finlex, 2018)

4.3 Maakaapelin sijoitus

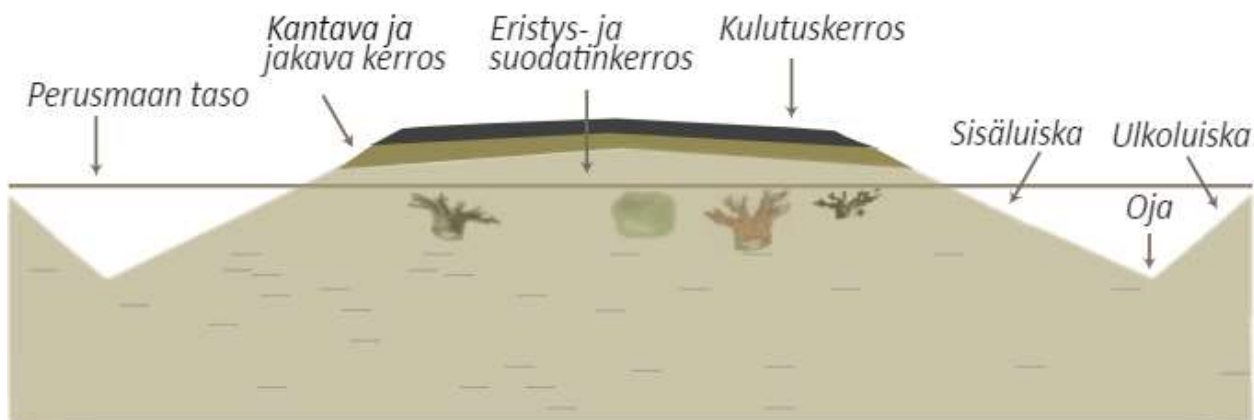
Maakaapelin sijoituksessa on otettava huomioon maapinnan myöhempi muuttuminen ja maapohjan käyttö tulevaisuudessa. Maakaapelireitin päälle ei saa rakentaa.

Maanteiden varsilla kaapelit sijoitetaan ojan pohjan ja tiealueen rajan väliselle alueelle mahdollisuuksien mukaan. Kuitenkin usein ojan ulkoluiskaan on sijoitettu jo valmiiksi mm. vesijohtoa, jolloin pyritään sijoittamaan maakaapeli esimerkiksi maanomistajan puolelle. Yksityisteillä ja niiden läheisyydessä voidaan hyödyntää ojan sisäliuskaa, ojan pohjaa tai pientarettä.

Useasti tien sisäluiska on niin jyrkkä, että kaapelin sijoittaminen sinne voisi vahingoittaa tietä asennusvaiheessa tai myöhemmin. Jotta sisäluiskaan saadaan asentaa, ELY-ohjeen mukaan tien sisäluiskan kaltevuus täytyy olla vähintään 1:3 eli tien reunasta mitattuna ojan pohjan kohdalle (vaakatasossa) kolmen metrin matkalla ojan pohja on yhden metrin alempana.



Kuva 4 - 1:3 Sisäluiska (Huhtiniemi, 2018)



Kuva 5 – Luiskat (PKKY, 2014)

4.3.1 Maakaapelin asennussyvyudet ja etäisyydet

Maakaapelin normaali asennussyvyys on 70 cm. Poikkeuksiakin on, kuten pellot, joissa liian pinnassa oleva kaapeli on haittana maatalouden harjoittajalle. Pahimmassa tapauksessa kaapeli asennetaan liian pintaan. Kun peltoa kynnetään, jää kaapeli kiinni kyntöauraan aiheuttaen vaurioita ja jopa hengenvaaran. Tästä syystä pelloilla on syytä asentaa kaapeli vähintään 1 m syvyyteen.

Louherakenteen ja kallion kohdalla voidaan kuitenkin hyväksyä 0,5 m syvyys, jos syvemmälle kaivaminen ei ole mahdollista. Tällöin kuitenkin pitää maakaapeli suojata suojaputkella tai betonoida. Alle 0,5 m asennussyvyys on hyväksyttävää vain, kun kallio-osuus on niin pinnassa ja matala osa kattaa maksimissaan 10 % kaapelireitin kokonaispituudesta. (Pirkanmaan ELY-keskus, 2019)

Taulukko 1 - asennussyvyudet (Väylävirasto, 2018)

Asennussyvyys (m)	Sisäluiska	Ojan pohja	Ulkoluiska
Kallion pinta	ei sallittu	ei sallittu	konekaivun kestävä
0,2...0,29	konekaivun kestävä	konekaivun kestävä	konekaivun kestävä
0,3...0,49	muoviputki A	konekaivun kestävä	muoviputki B
0,5...0,69	muoviputki B	muoviputki A	muoviputki B
0,7 +	ei suojausta	ei suojausta	ei suojausta

Kun kaivetaan olemassa olevan kaapelin viereen, on suositeltu vähimmäisetäisyys toiseen kaapeliin 1 m. Rumpua kierrettäessä, suuren maakiven, kalliroleikkauksen tai kiinteistön suoja-aidan kohdalla kaapelit asennetaan vierekkäin ja suojataan suojaputkella tai -kourulla.

Poikittaiset rummut kierretään vähintään 1,5 metrin vaakaetäisyydeltä rummun päästä, jolloin asennussyvyys on koko kierrolla vähintään 1,0 metriä. Suojaus suojaputkella tai -kourulla. Rummun päälle voidaan asentaa kaapelia vain siinä tapauksessa, että rummun päällä on vähintään 1,2 m maakerros ja kaapelit suojataan suojaputkella tai -kourulla. Mikäli kaapeli asennetaan rummun

päälle, tulee varautua siirtämään kaapeli ja tekemään se jännitteettömäksi rummun korjaus- tai vaihtotyön ajaksi. (Pirkanmaan ELY-keskus, 2019)



Kuva 6 - Rummun kierto (Pirkanmaan ELY-keskus, 2019)

4.4 Ilmajohtojen sijoitus maanteiden varsilla

Ilmajohtojen pylväs sijoitetaan pääsääntöisesti tiealueen ulkopuolelle maanteiden varsilla. Jos pylväs sijoitetaan liian lähelle tietä, on suurempi riski, että henkilöauto voi törmätä pylvääseen, jolloin voi syntyä henkilövahinkoja ja sähkön toimintavarmuus vaarantuu. Myös tien reunassa työskentelevät koneet voivat suuremmalla todennäköisyydellä osua avojohtoon, jos pylväs sijoitetaan liian lähelle tietä.

Teiden varsilla ja sen ylityksissä on myös noudatettava liikenneviraston määrittämiä vähimmäiskorkeuksia taulukon 2. mukaisesti.

Taulukko 2 - Ilmajohtojen korkeusvaatimukset (Väylävirasto, 2018)

Ilmajohtojen vähimmäisetäisyys tien pinnasta (m)		
Tietyyppi	Valta- kanta- ja seututiet sekä ylikorkeiden kuljetusten reitit	Muut tiet
Vapaa alikulkukorkeusvaatimus	7,0	6,0
Teleilmajohto tai -kaapeli	7,3	6,5
Maadoitusjohdin, ukkosjohdin ja porttiharus	7,5	6,7
Riippujohto	7,8	7,0
< 1 Kv	7,8	7,0
1 ... 45 Kv	8,3	7,5
110 Kv	8,7	7,9
220 Kv	9,3	8,5
400 Kv	10,8	10,0

5 SIIRTO TUONTANTOON

Tämä vaihe sisältää maastosuunnittelijan maastomerkkaukset. Kuun maastomerkkaukset ja puunpuistot halutulta alueelta on tehty, voidaan aloittaa pylvästys ja kaapelointi. Rakennusvaihe sisältää muun muassa:

- Maanrakennustyöt
- sähköasennustyöt
- pylvästämisen ilmajohdon osalta, sekä langan vedon
- rakennetun verkon tarkastukset
- osan viimeistelytyöstä.

5.1 Maastokäynnit ja merkinnät

Maastokäyntejä tulee suunnittelun aikana useita. Maastokäynti saattaa sisältää maastokatselmuksia, rakenteiden sijoituspaikkojen kartoitusta ja maastomerkintemistä. Ihanteellisessa tilanteessa, jos suunniteltava kohde sijaitsee kaukana yrityksen toimipisteestä, kannattaa yrittää sopia samalle päivälle mahdollisimman paljon välttämättömiä tapaamisia.

Isommissa työkohteissa laitetaan työmaakyltit paikoilleen, usein muuntamoiden paikalle ja työaluetta lähestyttäessä teiden varteen. Työmaakylteistä käy ilmi verkkoyhtiö, urakoitsija, lyhyt työn kuvaus esimerkiksi maakaapelointi tai puistomuuntamo, sekä työmaan yhteyshenkilö, joka on usein maastosuunnittelija. (Penttinen, 2017)

5.1.1 Maastokatselmukset

Maastotapaamisilla yksityisten maanomistajien kanssa pyritään etsimään paras mahdollinen sijoituspaikka ST-suunnitelman mukaisille rakenteille yhdessä tilojen omistajien kanssa. Maanomistajilta saadaan myös tärkeää tietoa tilan maaperästä ja muista haitoista tontilla, jotka on syytä ottaa huomioon suunniteltaessa.

Tapaamiseen kannattaa varautua ottamalla mukaan kartta-aineisto ja GPS-laite esimerkiksi jakokaappien ja haittojen sijaintitietojen tallentamiseksi. Kartta-aineistosta voidaan näyttää maanomistajalle hänen tontilleen suunniteltujen rakenteiden laadut ja alustavat sijainnit.

5.1.2 ELY-katselmus

ELY-hakemus aloitetaan maastokatselmuksella paikallisen tieviranomaisen kanssa. Tässä katselmuksessa tuodaan ilmi tieviranomaiselle suunnitellut rakenteet tiealueella ja niiden välittömässä läheisyydessä. Esikatselmuksesta tieviranomainen laatii muistion, johon on kirjattu alitus- ja ylityspaikat ym. rakenteet tiealueen läheisyydessä.

Työhön, joka kohdistuu maantiehen, tapahtuu tiealueella tai edellyttää liikenteen ohjausta ja varoitamista liikennemerkein, on oltava ELY-keskuksen lupa. Lupa tarvitaan myös rakenteiden, rakennelmien ja laitteiden sijoittamiseen tiealueelle. Lisäksi kertaluontoiset työt, kuten erikoiskuljetusten vaatimat koneelliset muutostyöt tai kaapelien ja kunnallisteknisten laitteiden kunnossapitoon liittyvät työt, vaativat työluvan. Lupa voidaan myöntää, jos toimenpiteestä ei aiheudu vaaraa liikenteelle eikä haittaa tienpidolle. (ELY-keskus, 2021)

Työluipa sisältyy ELY-keskuksen tekemiin liittymä- ja opastuslupiin sekä sijoituslupapäätöksiin kaapeleiden, johtojen ja putkien sijoittamisesta tiealueelle. Tällöin lupaa ei tarvitse hakea erikseen. (ELY-keskus, 2021)

Tiellä työskentelyyn liittyviä taustatietoja voi selvittää jo suunnitteluvaiheessa Väyläviraston avoimesta tiestötietosovelluksesta. Tiedot esitetään karttapohjaisesti. Tien perustietojen (nopeusrajoitus, liikennemäärä, ajoradan leveys, sillat, pohjavedensuojaus) lisäksi sovelluksesta näkee minkä ELY-keskuksen, alueurakan ja liikennekeskuksen alueella kohde sijaitsee. (ELY-keskus, 2021)

5.2 Maastomerkinnot

Tämä maastokäynti tehdään, kun siirretään suunnitelma tuotantoon.

5.2.1 Puunpoiston merkintä

Hakkuurajat merkitään maastoon kuitunauhalla tai maalilla. Kuitunauha sidotaan luvitetun alueen reunaan metsäurakoitsijan kanssa sovitulla väreillä ja tavalla. Yksittäisten puiden poisto merkitään maastoon spraymaalilla. Puustoa poistetaan alueelta etäisyysvaatimusten mukaisesti. Esimerkiksi 20 kV avoilmajohtolalle on varattava 10 m leveä johtokatu (5 m puustosta vapaata molemmin puolin), kun taas PJ AMKA tarvitsee vain 1,5 m/puoli.

Myös suojeltavat puut on merkittävä erikseen suojele/säästä kuitunauhalla.

5.2.2 Ilmajohtoreitin merkkkaus

Ilmajohtoreitti merkataan maastoon selkeästi linjakepeillä. Pylväiden sijaintitiedot ja rakenteet saadaan aikaisemmin tehdystä Profila-tiedostosta. Keppeihin merkitään tussilla työpisteen numero, pylvään pituus ja paksuus sekä orsirakenne. Myös harukset on hyvä merkitä maastoon.

5.2.3 Maakaapelireitin merkintä

Maakaapelireitti merkitään maastoon myös linjakepeillä siten, että linjakepiltä näkee aina seuraavalle. Linjakeppejä on laitettava maastoon enemmän, jos reitti mutkittelee. Myös rummunkierrot ja alitukset merkitään tarkasti maastoon.

Keppeihin kirjoitetaan aina, mitä kuhunkin kohtaan tulee: esimerkiksi "AX95" tai "tien alitus". Maakaapelireittiä merkattaessa merkitään maastoon samalla haaroitus- ja jakokaappien sijainnit. Merkki-keppien on erotuttava selkeästi maastosta.

Kaivureittiä merkittäessä on hyvä ottaa huomioon mahdolliset kallioiset alueet tai alueet, joilla jostain muusta syystä voi olla haastavaa saavuttaa vähintään 70 cm syvyys maakaapelilla. Vaatimuksena on, että kaikki maakaapelit ovat 70 cm syvyydessä. Jos tähän ei jostain syystä päästä, voidaan kaapelit kouruttaa, putkittaa, tai betonoida. (Penttinen, 2017)

5.2.4 Muuntamot

Muuntamon sijainti merkitään maastoon lyömällä maahan muuntamon pohjan kulmapisteet. Puistomuuntamo ei saa sijoittaa teiden lähelle siten, että se haittaa risteyksen näkyvyyttä. Muuntamon pohjalle varataan yleensä 7 m x 7 m suuri alue.

5.2.5 Käyttöönotto ja dokumentointi

Kun uusi sähköverkko on rakennettu ja todettu vaatimusten mukaiseksi, voidaan aloittaa verkon käyttöönotto. Käyttöönotossa tarvittavat kytkennät ja sähkönjakelun keskeytykset suunnitellaan huolellisesti, jotta työt saadaan tehtyä turvallisesti ja asiakkaille aiheutuvat sähkökatkot minimoitua. Verkon käyttöönoton jälkeen vastuu rakennetusta verkosta siirtyy verkkoyhtiölle. (Caruna, 2020)



Kuva 7 - dokumentointiketju

Dokumentointi on varsinaisessa sanan merkityksessään todellisen tapahtuman, ilmiön, idean tai rakenteen tarkkaa kirjallista kuvaamista, joka tapahtuu kuvattavan asian ehdoilla. Dokumentoinnissa on pyrittävä mahdollisimman suureen tarkkuuteen, jotta päästäisiin lähelle yksiselitteisyyttä.

Dokumentoinnin merkitys on suuri, sillä verkostoinvestointi on yhtä arvokas kuin sen dokumentaatio. Dokumentoinnin ideana on siirtää kaikki maastossa tehdyt rakenteet, reitit ym. verkkoaineistoon. Esimerkiksi, kun maakaapelireitti on rakennettu, käydään se GPS-mittaamassa. Kun reitti on mitattu, voidaan se siirtää oikealle paikalle verkostokartalla. Näin tilaaja näkee tarkalleen, että mitä maastossa on tehty.

5.3 Säävarma sähköverkko

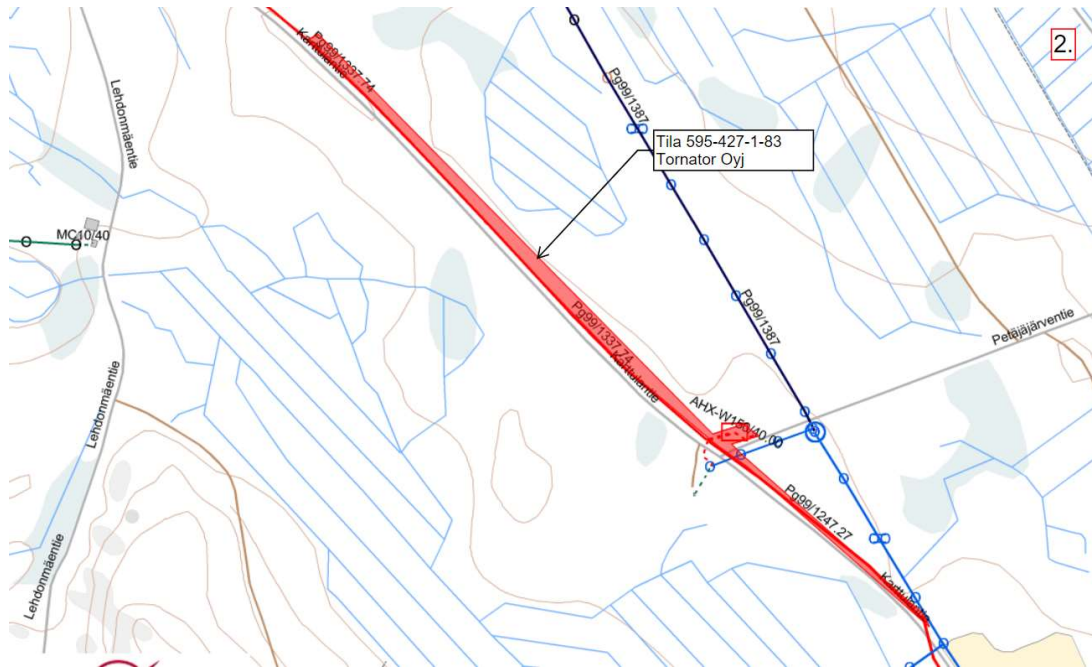
Säävarma sähköverkko -hankkeella tarkoitetaan sähköverkon toiminnallisuuden parantamista haasteellisissa olosuhteissa. Tätä toteutetaan mm. siirtämällä haja-asutus alueiden sähköjohtoverkkoa metsien keskeltä teiden varsiin, jolloin puustosta aiheutuvien vikojen määrä puolittuu. Samalla korjaus ja vian paikantaminen nopeutuvat huomattavasti. Myös maakaapeloinnilla, verkkoteknisten laitteiden ja automaation uusimisella ja vierimetsien hoidolla on suuri rooli säävarman verkon rakentamisessa. (Savon Voima, 2021)

6 KARTAT JA KAAVIOT

Maastosuunnittelijan tehtävänä on laatia ja toimittaa asentajille, kaivuu-urakoitsijoille, metsäurakoitsijalle erinäisiä karttoja ja dokumentteja työn tuotteistamisvaiheessa.

6.1 Puunpoistokartat

Puunpoistokartat tehdään metsäurakoitsijalle. Kartasta metsäurakoitsija näkee hakattavan alueen ja kyseisen tontin omistajan yhteystiedot.

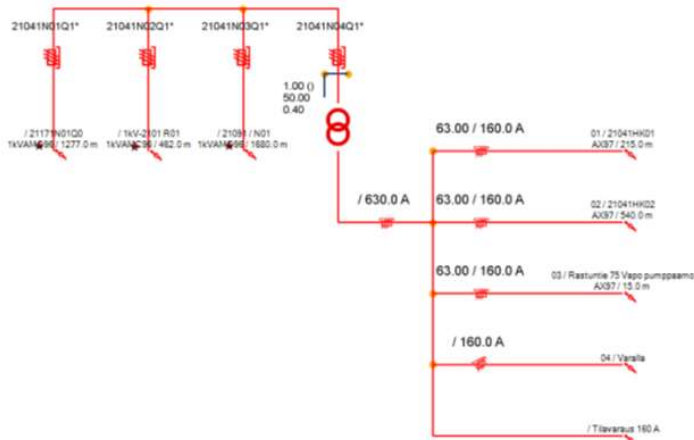


Kuva 8 - Ote puunpoistokartasta

Karttaan merkitään myös huomioita, kuten suojeltavia puita tai muuta vastaavaa.

6.2 Muuntamo- ja jakokaappikaaviot

Muuntamo- ja jakokaappikaaviot tulostetaan ja laminoidaan asentajille. Kaavioista näkyy kentällä tehtävät kytkennät. Ennen kaavioiden tulostamista on varmistettava, että muuntamo- ja haaroituskaappikaavioiden osoitteet, johdot, johdonsuojat ja sulakepohjat ovat oikein.

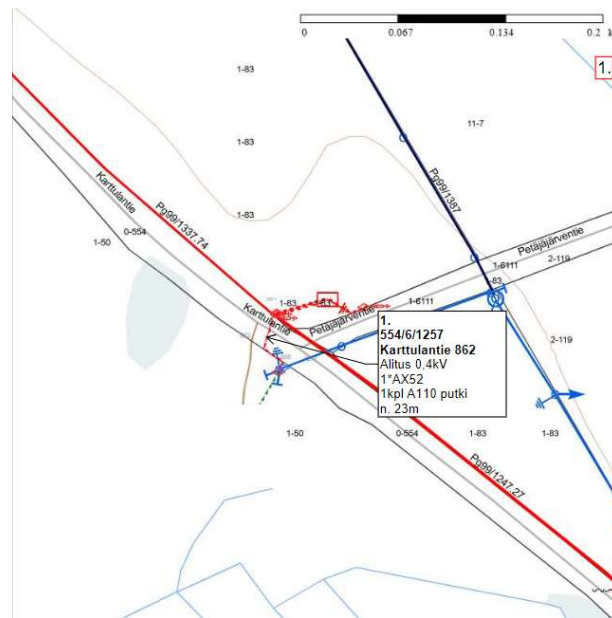


Kuva 9 - Pylväsmuuntamon kaavio

6.3 Alituskartat

Alituskarttoihin merkitään kaikki suuntaporattavat ja tunkattavat tien alitukset. Näitä ovat esimerkiksi kaikki ELY-tien alituskohdat. Kartoista käy ilmi mm:

- Alituskohhta tienumeroineen
- alituksen pituus
- mitä putkea käytetään
- mitä kaapelia käytetään



Kuva 10 - ote alituskartasta

6.3.1 Kaapeleiden putkitusohje

Putkien suut on tulpattava, ellei kaapeleita vedetä välittömästi putkitusten yhteydessä. Myös vara-putkien suut on tulpattava ja niiden sijainti dokumentoitava.

Putkien halkaisijan on oltava vähintään 1,5 x kaapelin halkaisija. Putkituksissa suositellaan kulmat tehtäviksi vähintään 2 m säteellä.

Esimerkki

Putkeen sijoitetaan 2x AXMK 4x 95. AXMK 4x95 halkaisija on n. 34 mm. Kun käytetään useampaa, kuin yhtä kaapelia käytetään putken halkaisijan laskemisessa kerrointa 2 puolentoista sijasta:

$$\rightarrow D(\text{min.}) = 2 * (D1_{\text{AXMK } 4x95} + D2_{\text{AXMK } 4x95}) \quad (1.)$$

$$\rightarrow 2 * (34\text{mm} + 34\text{mm}) = 138\text{mm}$$

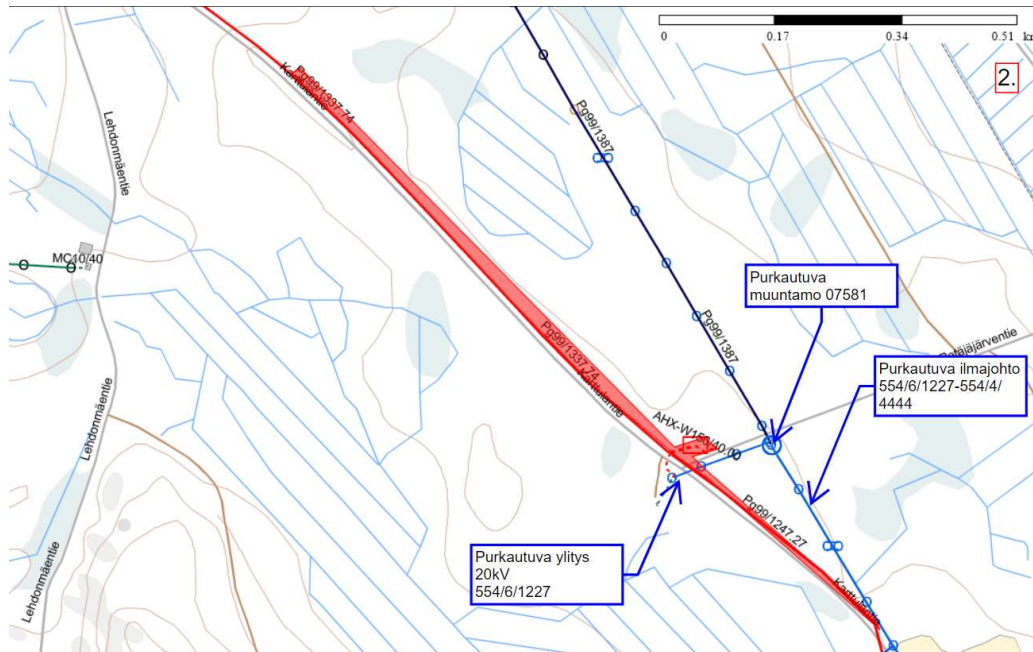
\rightarrow Vähintään 140 mm putki

6.4 Työkartat

Työkarttaan tulee merkitä suunnittelijan yhteystiedot, suunnitelman tiedot ja suunnittelijan nimi. Karttaan tehdään tarvittavat selvennykset asentajille maastossa olevista esteistä tai huomioista. Karttaan merkitään kaikki tien alituskohdat, jokien alituskohdat, kaapelin reitit, kaapelin tyyppi ja pituus, jako ja haarotuskaappien paikat, alueella olevat esteet kuten vesiputket, valokuitukaapelit ym. sekä jatkokset. Kartan pitää olla niin selkeä ja helppolukuinen, että asentajat pystyvät tekemään työnsä sen ja muiden dokumenttien pohjalta. (Rönkkö, 2014)

6.5 Purkukartat

Viimeisenä puretaan vanha ilmajohtoverkko pois. Purkukarttoihin merkitään kaikki työkohteesta purkautuvat johtimet ja pylvää rakenteineen. Joskus kuitenkin asiakkaat haluavat jättää pihallaan olevat pylvää pystyyn. Tällöin näistä tehdään luovutussopimus asiakkaan kanssa ja ne merkitään purkukarttoihin.



Kuva 11 - Ote purkukartasta

Esimerkkikartassa (Kuva 15.) näkyy purettava ilmajohto sinisellä värillä. Puheklussa lukee myös selitys, mitä puretaan ja miltä väliltä.

7 KÄYTETTÄVÄT TYÖVÄLINEET JA TYÖTURVALLISUUS

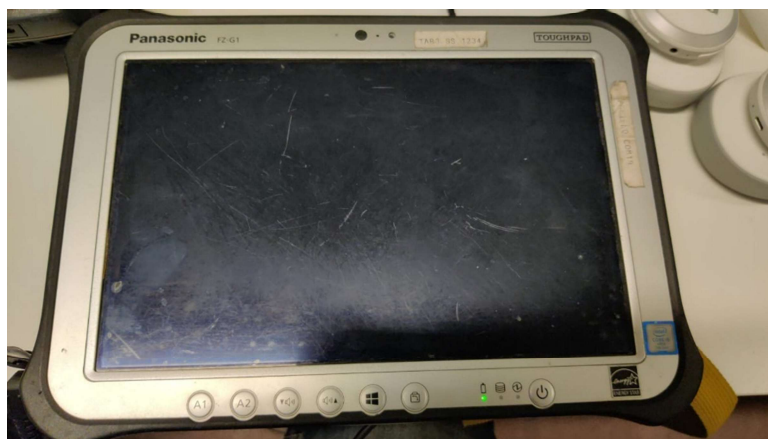
7.1 Työturvallisuus

Maastosuunnittelijan on noudatettava työturvallisuusohjeita. Maastosuunnittelijan on arvioitava omaan työhönsä liittyvät vaarat sekä käytettävä asianmukaisia työtapoja, varusteita, työkaluja ja suojaimeja. Tiealueella työskenneltäessä on huomioitava ja noudatettava tienpitäjän vaatimuksia tiellä työskentelylle. Maastosuunnittelijalta tarvitaan seuraavat luvat ja varustus:

- Työturvallisuuskortti
- Sähkötyöturvallisuuskortti
- Tieturva 1
- Hätäensiapu
- Hyvin erottuva suojavaatetus ja turvakengät
- Tarvittaessa myös kypärä.

7.2 Käytettävät työvälineet

Maastosuunnittelussa käytettäviä välineitä:



Kuva 12 – Maastotabletti

Maastotablettia voidaan hyödyntää maastokäynneillä ja maanomistajan tapaamisissa. Tässä tablettissa on Windowsin käyttöjärjestelmä, joten siihen voidaan ladata samat suunnitelmat kuin toimiston tietokoneellekin. Maastokäynneillä ja maanomistajan tapaamisissa voidaan merkata suoraan PGFieldiin sovitut reittimuutokset ja maastossa havaitut haitat. Tabletti kulkee kätevästi olalla, eikä läppäriä tarvita.



Kuva 13 – GPS

Kuvassa 6. on esitetty Trimblen TSC3-maastotietokone ja R10 GNSS-vastaanotin. GPS on yksi maastosuunnittelijan tärkeimmistä välineistä. Trimble TSC3 on Trimblen kehittänyt ja vuonna 2011 markkinoille tuotu maastotallennin ja -tietokone. Käytännössä TSC3 -maastotietokone on mittalaitteiden käyttöliittymä ja mittausdatan tallennin. R10 on lisäantenni, jolla saadaan lisää kuuluvuutta ja näin ollen sijainti ja korkeustiedot tarkasti taltioitua.

GPS-laitteella saadaan tarkat sijaintitiedot suunniteltavalle verkolle ja rakenteille. Maastosuunnittelussa GPS-laite on lähes välttämätön. GPS:llä saadaan myös sijaintitiedot haitoista, jotka voidaan synkronoida suoraan suunnitteluohjelmaan. Laitteella tehdään myös kulmapisteiden mittaus Profilaan varten. Kulmapisteitä mitattaessa on oltava huolellinen, että laitteeseen asetettu korkeus vastaa antennin korkeutta. Maastotallentimeen voidaan ladata taustakarttoja, joista nähdään myös tonttien rajat. Toimiakseen kunnolla laite tarvitsee oman puhelinliittymän, jolla saadaan Internet-yhteys.



Kuva 14 – Maastomerkit

Kuvassa 7. on linjakeppejä, merkintämaalia ja kuitunauhaa. Näillä merkitään maastoon puunpoiston hakkuurajat, maakaapelireitti, pylväspaikat, rakenteet jne.



Kuva 15 - Suparule Ilmajohdon korkeusmittari

Suparule on käsikäyttöinen kaapelinkorkeusmittari, joka mittaa kaapelin korkeuden ja kulman. Se lähettää kartiolähtimestä lyhyen äänenpurkauksen. Mittarin prosessori laskee sitten ajan, joka kuuluu äänen heijastumiseen kaapelista takaisin kaapelin korkeusmittariin. Tulos näytetään metreinä käyttäjän näytöllä.

Laitteen etuosaan on asennettu anturi, joka mittaa todellisen ilman lämpötilan ja kompensoi äänen nopeuden, joka vaihtelee eri lämpötiloissa. Kaapelin korkeus saadaan mitattua 15 metriin asti. (SCCS, 2021)

Edellä mainittujen välineiden lisäksi maastosuunnittelussa käytetään myös lukuisia tietokoneohjelmia, mittanauhaa, moskaa, rautakankea, vesuria, karttalaukkaa ym.

7.3 Käytettävät ohjelmat

7.3.1 Headpower

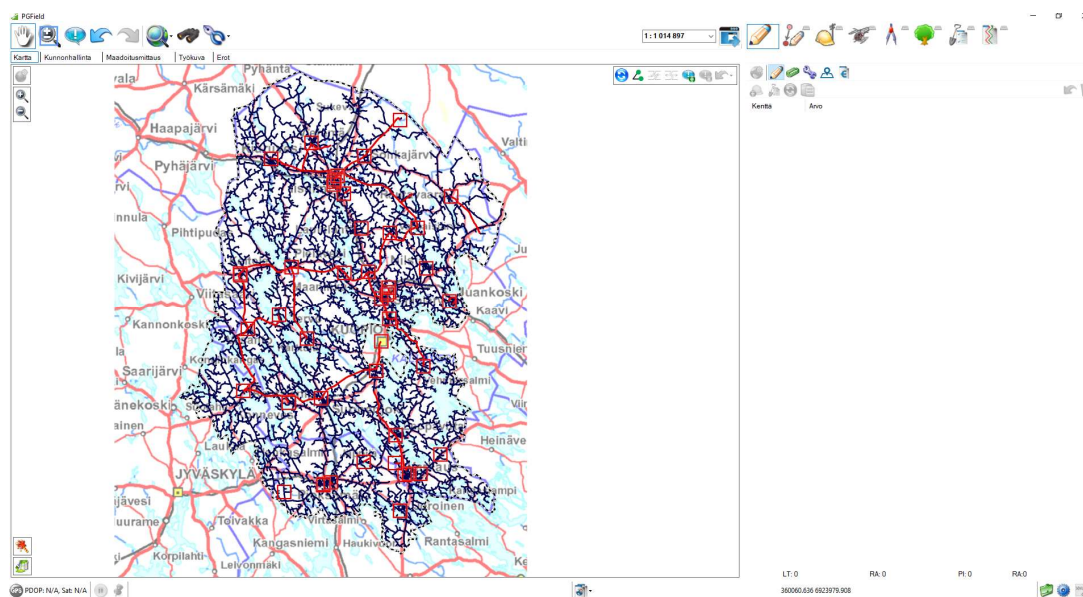
HeadPower Oy toimittaa suomalaisia pilvipalveluita infraverkkoyhtiöille. Digitaaliset tuotekokonaisuudet koostuvat sovelluksista ja ohjeistoista, jotka helpottavat ja tehostavat verkonhaltijoiden, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja tarviketoimittajien jokapäiväistä työskentelyä. Yhtiö on puolueeton ja riippumaton toimija. Yhdessä toimialan sisäisten ja ulkopuolisten sidosryhmien kanssa yhtiö kehittää jatkuvasti tuotteitaan ja palveluitaan vastaamaan paremmin asiakkaidensa ja toimialan tarpeita nyt sekä tulevaisuudessa. (HeadPower Oy, 2021)

HeadPowerin asiantuntijat käyvät säännöllistä vuoropuhelua viranomaisten kanssa pyrkien vaikuttamaan lainsäädännön valmisteluun, tulkintoihin ja käytännön soveltamiseen. Yhteistyötä viranomaisien kanssa tehdään, jotta toimialan operatiivisen tason näkemykset ja tarpeet tulevat oikealla tavalla huomioitua lainsäädännössä. (HeadPower Oy, 2021)

Headpower-verkkoportaali on keskeinen järjestelmä urakoitsijan ja tilaajan välisessä yhteistyössä. Headpowerista löytyy paljon suunnitteluun ja rakentamiseen liittyvää materiaalia kuten ohjeistuksia ja vakiorakenteita. Sillä voidaan kirjoittaa viestejä työstä vastaaville henkilöille ja luoda materiaali-luettelot ja hinnastot töille. Headpower -verkkoportaali sisältää muun muassa seuraavaa:

- Suunnittelu
- vakiorakenneohjeisto
- sähköjakelun yksiköt
- maastosuunnittelu
- työnohjaus
- materiaalisuositus
- määräluettelo. (Headpower, 2020)

7.3.2 PGField



Kuva 16 - PGField

PGField on verkostokartta, jonka kautta lähes kaikki maastosuunnitteluun ja kunnonhallintaan liittyvät tehtävät kulkevat. Tilaaja tekee työkohteesta ST-suunnitelmat ja alustavat reitit. Tähän aletaan rakentamaan työkohteen maastosuunnitelmaa. Maastosuunnitelma pitää sisällään reittien suunnittelun, luvituksen ja dokumentaation.

PGField on mobiili käyttökarttasovellus sähköverkkoyhtiöille ja heidän kanssaan toimiville urakointiyhtiöille. Ohjelma on tarkoitettu kunnonhallinnan, maastosuunnittelun, rakennuttamisen ja häiriönselvityksen apuvälineeksi. PGField mahdollistaa sen, että vanhat paperikartat voidaan korvata mobiililaitteilla käytettävillä sähköisillä kartoilla. Ohjelmassa on toimintoja kartalla liikkumiseen, tietojen hakemiseen ja esittämiseen. PGFieldiin saa myös kytkettyä GPS-laitteen paikantamista varten. (Jumppanen, 2014)

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. (Jumppanen, 2014)

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. (Jumppanen, 2014)

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. (Jumppanen, 2014)

7.3.3 ABB Profila

ABB Profila on suunnitteluohjelma keskijänniteilmajohtoverkkojen mekaaniseen mitoittamiseen, jolla päästään taloudelliseen ratkaisuun pylväsluokkien ja -pituuksien mitoittamisessa. Pylväsvahvuudet sekä orsi- ja harusrakenteet valitaan CENELEC-standardin mukaan. Lähtötiedot haetaan maastosta GPS-sijaintitietona, kuten pakolliset pylväspaikat, risteävät johdot, tiet, kulmapylväät ja maaston korkeuserot. Nämä perustiedot ladataan ohjelmaan, jossa tehdään määrytyksiä johdon poikkipinnasta, haruksista sekä yhteiskäyttöön tulevista johdoista ja niiden tulevaisuuden varauksista. (Harju, 2012)

Ohjelmalla optimoidaan ilmajohtorakenteet.

Profilan tarvitsemat lähtötiedot:

- Yleiset lähtötiedot
 - Pylväiden, orsien, harusten ja kalliotukien käytönrajat
 - Oletusrakenteet
 - Johdinten johdinvakiot ja rakennetulkkitiedot
- Suunnitelmakohtaiset lähtötiedot
 - Johtoreitti
 - Huomatustiedot (esteet)
 - Maastotiedot

8 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli yhtenäistää yrityksen maastosuunnittelumalli Efficient Network Partner Oy:n Savon yksikössä. Käsikirjassa käydään läpi suunnittelun vaiheet yksityiskohtaisesti. Opinnäytetyöstä tehtiin kaksi eri versiota.

Maastosuunnittelun käsikirjaa tulen vielä kehittämään käynnissä olevan projektin myötä tulevaisuudessa. Ideana oli, että maastosuunnittelijan käsikirja muotoutuu käsikädessä suunnitteluprojektin kanssa.

Vaikka työn tilaaja tilasi tämän työn kehitystyönä yritykselle, on se ollut myös kehitystyö minulle itselleni. Käsikirjaa kirjoittaessa on tullut huomattavasti lisää tietoa työtehtävästä ja eri työskentelytyövoista, joita voin hyödyntää tulevaisuudessa.

Yhteenvetona opinnäytetyön tuloksena saatiin aikaan perehdytysmateriaali ENP:n Savon yksikölle. Salaisessa versiossa asiat käydään yksityiskohtaisemmin verrattuna julkiseen versioon.

9 LÄHDELUETTELO

- Aluehallintovirasto. (11. Maaliskuu 2021). *avi.fi*. Noudettu osoitteesta <https://avi.fi/tiedote/-/tiedote/69903340>
- Antikainen, J. (2020). *moodle*. Noudettu osoitteesta https://moodle.savonia.fi/pluginfile.php/1137542/mod_resource/content/1/Teku%20S%C3%A4hk%C3%B6verkon%20rakentaminen%20syksy2020_%20Antikainen.pdf
- Caruna. (2020). *Caruna.fi*. Noudettu osoitteesta <https://www.caruna.fi/vastuullisuus/hankintaketju/sahkoverkon-rakentaminen-ja-kayttoonotto>
- Efficient Network Partner Oy. (2020). *www.enp.fi*. Noudettu osoitteesta <https://enp.fi/enp/>
- ELY-keskus. (2021). *suomi.fi*. Noudettu osoitteesta <https://www.suomi.fi/palvelut/tyolupa-tiealueella-tyoskentelyyn-elinkeino-liikenne-ja-ymparistokeskus/694014e8-8104-431e-8b44-45f6cff49b11>
- Finlex. (2018). *Yksityistielaki 2018/560 §30*. Noudettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180560>
- Finlex. (29. Maaliskuu 2019). *finlex.fi*. Noudettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1963/19630295>
- Harju, J. (28. Marraskuu 2012). *core.ac.uk*. Noudettu osoitteesta <https://core.ac.uk/download/pdf/38074815.pdf>
- Headpower. (2020). *Headpower*. Noudettu osoitteesta <https://www.headpower.fi>
- HeadPower Oy. (2021). *www.headpower.fi*. Noudettu osoitteesta <https://headpower.fi/tervetuloa/>
- Huhtiniemi, A. (2018).
- Hyvönen, E. (2019). *Theseus*. Noudettu osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/171212/Hyv%F6nen_Eemeli.pdf?sequence=2
- Jumppanen, J. (2014). *Theseus*. Noudettu osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75301/Jumppanen_Jarkko.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mercell Suomi Oy. (13. Helmikuu 2014). <https://www.mercell.com/>. Noudettu osoitteesta <https://www.mercell.com/fi-fi/hankinta/43231639/care-center-pgfield-ja-gridwise--jarjestelmat-hankinta.aspx>
- Museovirasto. (2021). *Museovirasto.fi*. Noudettu osoitteesta <https://www.museovirasto.fi/fi/kulttuuriymparisto/arkeologinen-kulttuuriperinto/arkeologisen-kulttuuriperinnon-suojelu>
- Penttinen, J. (2017). *Theseus*. Noudettu osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127974/Penttinen_Jaakko.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pirkanmaan ELY-keskus. (4. Joulukuu 2019). *ely.fi*. Noudettu osoitteesta <https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/45096/Sijoituspaikean+valinta/0ef96cce-15c3-4edf-952f-5ab38bb45420>
- PKKY. (2014). Metsätien rakentaminen. Teoksessa P. Kiiskinen;H. Savonen;& T. Tomperi, *Metsätien rakentaminen* (s. 47). Joensuu: PKKY.

- Rönkkö, H. (19. 5 2014). *Theseus*. Noudettu osoitteesta <https://docplayer.fi/9985750-Maastosuunnittelu-prosessin-kehittaminen.html>
- Savon Voima. (2021). *savonvoima.fi*. Noudettu osoitteesta <https://savonvoima.fi/kotitalouksille/sahkoverkko/tietoa-maanomistajalle/>
- SCCS. (2021). *sccssurvey.co.uk*. Noudettu osoitteesta <https://www.sccssurvey.co.uk/suparule-model-300.html>
- Silvennoinen, J. (2021). *ENP Infopaketti*.
- SVV Oy. (18. Joulukuu 2018). *Headpower*. Noudettu osoitteesta <https://www.headpower.com>
- Valtioneuvosto. (Elokuu 2018). *valtioneuvosto.fi*. Noudettu osoitteesta <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160987/48-2018-S%C3%A4hk%C3%B6n%20jakeluverkon%20luvitusmenettelyjen%20sujuvoittaminen.pdf>
- Väylävirasto. (2018). *www.vayla.fi*. Noudettu osoitteesta https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lm_2018_tiealueen_johdot_web.pdf
- Wikipedia. (17. Heinäkuu 2019). *fi.wikipedia.org*. Noudettu osoitteesta https://fi.wikipedia.org/wiki/Yksityistie_Suomessa
- Ymparisto.fi. (8. Lokakuu 2020). *ymparisto.fi*. Noudettu osoitteesta <https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Luonto/Suojelualueet/>