

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

YRITYSKOHTAISEN MAASTOSUUNNITTELUOHJEEN LAATIMINEN

TEKIJÄ: Jerry Juutilainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Jerry Juutilainen			
Työn nimi Yrityskohtaisen maastosuunnitteluohjeen laatiminen			
Päiväys	30.5.2022	Sivumäärä/Liitteet	42/0
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Voimatel Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Voimatel Oy:lle. Opinnäytetyön aihe syntyi yrityksen omasta tarpeesta saada maastosuunnittelijoille ohjeistus ja perehdytysmateriaali. Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda toimeksiantajalle maastosuunnittelun ohjeistus ja työn pääasiallisena tavoitteena oli maastosuunnitteluohjeistuksen laatiminen. Muut opinnäytetyölle asetetut tavoitteet olivat yrityksen maastosuunnitteluprosessin yhtenäistäminen, kehittäminen ja maastosuunnittelijoiden perehdytysprosessin parantaminen.</p> <p>Tämä opinnäytetyö rajattiin pääasiassa aloittavan maastosuunnittelijan ohjeistamiseen. Toimeksiantajayrityksen suunnittelupäällikön ja johtavan asiantuntijan kanssa selvitettiin yrityksen maastosuunnitteluun liittyviä tarpeita. Opinnäytetyö toteutettiin toiminnallisena opinnäytetyönä ja teoriatietoa ohjeistusta varten kerättiin keskusteluiden, haastatteluiden, yritysten dokumenttien sekä muiden tekemien tutkimusten kautta. Haastatteluiden ja lähdemateriaalien avulla luotiin maastosuunnitteluohjeistus, joka vastaa yrityksen tarpeisiin. Tämän opinnäytetyön teoriaosuus on itsessään ohjeistus, joka sisältää maastosuunnittelun kannalta olennaisia lakeja, verkkoyhtiöiden yleisiä ohjeistuksia ja muita tärkeitä tietoja. Maastosuunnitteluohjeistuksen laatiminen perustuu teorialähteisiin.</p> <p>Opinnäytetyön kirjoitusprosessin tuloksena syntyi maastosuunnitteluohjeistus, joka vastaa Voimateli Oy:n tämän hetken tarpeisiin. Ohjeistus parantaa yrityksen maastosuunnittelijan perehdytysprosessia ja antaa vanhoille suunnittelijoille kätevän työkalun, muistilistan, omien tai muiden suunnitelmien tarkistamista varten. Tämän opinnäytetyön jatkona voisi laatia esimerkiksi tarkemmat ohjeet sähkötekniiseen suunnitteluun, rakenne suunnitteluun tai maastosuunnittelun taloudellisuuteen keskittyvän ohjeistuksen.</p>			
Avainsanat Maastosuunnittelu, maastosuunnitteluprosessi, sähkönjakelu			

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering	
Author(s) Jerry Juutilainen	
Title of Thesis Preparation of Company-Specific Field Designing Drawing up	
Date 30 May 2022	Pages/Appendices 42/0
Client Organisation /Partners Voimatel Oy	
<p>Abstract</p> <p>This thesis was commissioned by Voimatel Ltd. The topic of the thesis arose from the company's own need to provide guidance and orientation material for field designers. The purpose of the thesis was to create the guidelines for field designing for the commissioner, and the main goal of the thesis was to prepare field designing instructions. Other goals set for the thesis were to unify and develop the company's field designing process and to improve the orientation process for field designers.</p> <p>This thesis was mainly limited to instruct a novice designer. The company's needs for field designing were investigated with the company's design manager and leading expert. The thesis was carried out as a functional thesis and theoretical information for guidance was collected through discussions, interviews, company documents and other research. With the help of interviews and source materials, the field planning instructions were created to meet the needs of the company. The theoretical part of this thesis is as itself a guideline, which contains legal texts relevant to field planning, general guidelines from network companies and other important information. The drawing up of the field planning guidelines is based on theoretical sources.</p> <p>As a result of the writing process of the thesis, guidelines that meet Voimatel Ltd's current needs for field designing were created. The guidance enhances the company's field designer's orientation process and provides older designers with a handy tool for reviewing their own or others plans. As a further study of this thesis, more detailed instructions focusing on electrical engineering, structural designing or the economics of field designing could be drawn up.</p>	
<p>Keywords</p> <p>Field planning, field planning process, electric power distribution</p>	

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 VOIMATEL OY JA SAVON VOIMA OYJ.....	8
2.1 Voimatel Oy.....	8
2.2 Savon Voima Oyj.....	8
3 SÄHKÖNSIIRTO JA -JAKELU SUOMESSA.....	10
3.1 Valtakunnallinen sähköjärjestelmä.....	10
3.1.1 Kantaverkko.....	11
3.1.2 Alue- ja jakeluverkot.....	13
3.2 Uusi sähkömarkkinalaki ja vuoden 2021 muutos.....	13
3.3 Savon Voima Verkko Oy.....	14
4 MAASTOSUUNNITTELU JA OHJEISTUKSEN LUONTI TOIMEKSIANTAJALLE.....	15
4.1 Maastosuunnittelu yleisesti.....	15
4.2 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä.....	16
4.3 Maastosuunnittelija.....	16
4.4 Sähkötekniinen suunnittelu.....	17
4.5 Projektiin perehtyminen ja tausta-aineiston selvittäminen.....	18
4.5.1 Maaperä.....	19
4.5.2 Telekaapelit.....	20
4.5.3 Vesijohto- ja viemäriverkosto.....	21
4.5.4 Maakaasuverkosto.....	22
4.5.5 Yhteiskaivut.....	23
4.5.6 Museoalueet.....	23
4.5.7 Luonnonsuojelualueet.....	24
4.5.8 Maanomistajatiedot.....	25
4.6 Reittisuunnittelu ja luvittaminen.....	25
4.6.1 Reittisuunnittelu.....	25
4.6.2 Johtoalueen käyttöoikeussopimus.....	26
4.6.3 Liittymispisteen muutossopimus.....	26
4.6.4 ELY-luvan hakeminen.....	27
4.6.5 AVI-luvan hakeminen.....	28

4.6.6	Muuntamoiden toimenpideluvat.....	28
4.6.7	Yksityisteiden sopimukset.....	28
4.6.8	Maastokäynnit, katselmukset ja ensimmäiset merkinnät.....	29
4.7	Merkintätyö	30
4.7.1	Maakaapelireitin merkitseminen.....	30
4.7.2	Ilmajohdon merkitseminen	31
4.7.3	Alitusporaus tai tunkkaus	31
4.7.4	Puunpoiston merkintä	32
4.8	Suunnitelma-aineiston tekeminen.....	32
4.8.1	Työkartat	32
4.8.2	Purkukartat	33
4.8.3	Lähestymiskartat	33
4.8.4	Puunpoisto-/raivauskartat	33
4.8.5	Alituskartat.....	33
4.8.6	Putkitustiedot	34
4.8.7	Työselostus	34
4.8.8	Purkusuunnitelma	35
4.8.9	Yhteystietolomake	35
4.9	Rakennesuunnittelu	35
4.10	Työn tarkastaminen ja luovutus	36
5	POHDINTA.....	37
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	39
	LÄHTEET	40

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

ABB Profila	Ilmajohtosuunnitteluun käytettävä sovellus.
AMKA	Ilmalinjoissa yleisesti käytetty riippukierrekaapeli.
AVI	Aluehallintovirasto.
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskus. Hallinnoi esimerkiksi yleisiä tieosuuksia.
GPS	Maailmanlaajuinen paikannusjärjestelmä, voi tarkoittaa myös GPS-paikannuslaitetta.
Haarotuskaappi	Jakokaappi ilman kiskostoa tai sulakkeita. Käytetään usein syöttökaapelin haaroittamiseen.
HeadPower	Selainpohjainen infraverkoston rakentamiseen ja hallintaan liittyvien töiden suunnitteluun, tilaamiseen, toimittamiseen, seurantaan ja raportointiin tarkoitettu sovellus. (HeadPower Oy, 2021)
Jakokaappi	Pienjännitepuolen keskus, mistä sähkö jaetaan eteenpäin. Sisältää kiskoston ja sulakkeita.
kV	Kilovoltti (1000 voltia).
PGField	Maasto-olosuhteisiin sähköinen verkostokartta, joka sisältää muun muassa käyttökarttatoiminnallisuuden, maastosuunnittelun ja kunnan hallinnan prosesseja.
PKS	Pohjois-Karjalan Sähkö.
ST-suunnittelu	Sähkötekniinen suunnittelu.
Tilaaja	Yleensä verkkoyhtiö, joskus muu taho, joka tilannut työn.
Trimble NIS	Verkkotietojärjestelmä sähköyhtiöiden liiketoimintaan.
V	Voltti, yksikkö SI-järjestelmästä, ilmaisee jännitettä.
Verkkoyhtiö	Jakelu- tai sähkönsiirtoverkkoa omistava ja hallinnoiva yhtiö.

1 JOHDANTO

Nykypäivän Suomessa sähköä käytetään lähes kaikkialla ja sen kulutus lisääntyy toistaiseksi vuosi vuodelta. Nykyisen sähköverkon ikä, sähkön lisääntynyt kulutus ja sen korvaamattomuus on luonut kasvavan tarpeen jakeluverkkojen rakentamiselle sekä kunnostamiselle. Sähköverkon rakentamisen ja kunnostamisen yhtenä vaiheena toimii maastosuunnitteluvaihe, jonka merkitys hankkeen onnistumisen kannalta voi olla merkittävä.

Sähköjakeluverkon maastosuunnittelu koostuu sekä toimistolla että maastossa tehtävistä työvaiheista, joita ovat sähkötekniinen suunnittelu, projektiin perehtyminen ja tausta-aineiston selvittäminen, reittisuunnittelu ja luvittaminen, merkintätyö, suunnitelma-aineiston tekeminen, rakennesuunnittelu ja työn tarkastaminen sekä luovutus. Suunnittelun sisältö vaihtelee verkko-yhtiökohtaisesti, mutta tässä työssä asiaa käsitellään mahdollisimman neutraalista näkökulmasta.

Opinnäytetyön aihe on peräisin Voimatel Oy:n tarpeesta saada sen uusille ja tuleville maastosuunnittelijoille ohjeistus. Työssä käydään läpi maastosuunnittelun eri vaiheet ja ohjeistus kirjoitettiin maastosuunnittelun eri vaiheista käsikirjan muodossa. Ohjeistuksen luominen on tärkeää, koska ohjeistusta ei ole ennen ollut ja sen kautta varsinkin suunnitteluun perehdyttämistä pystytään yhdenmukaistamaan eri paikkakunnilla. Tarkoituksena työssä on perehtyä suunnittelun eri työvaiheisiin ja kirjoittaa uusi ohjeistus, jota tulevaisuudessa voidaan käyttää perehdytyksessä sekä esimerkiksi suunnittelun apuna. Ohjeistuksen avulla mahdollistetaan maastosuunnittelun perehdyttämisen tehokkuuden kehitys ja uuden suunnittelijan laadukkaampi perehdytys. Opinnäytetyön kohderyhmä on Voimatel Oy:n maastosuunnittelijat.

Tässä työssä käydään läpi etenkin maastosuunnitteluprosessin eri työvaiheita ja esitellään niiden keskeisimpiä asioita. Työ rajattiin keskittymään perehdyttämiseen, koska selkeää ohjeistusta maastosuunnitteluun ei vielä yrityksellä ollut. Raportissa esitellään yleisen sähköverkon rakennetta, opinnäytetyön toimeksiantaja sekä oman toimialueeni pääverkkoyhtiö, hieman taustatietoa maastosuunnittelijoista ja maastosuunnittelun työvaiheet ohjeistuksen muodossa. Nämä aiheet ovat opinnäytetyön kannalta tärkeitä, koska niiden avulla minä sekä uudet maastosuunnittelijat luovat kokonaiskuvan ohjeistuksesta ja sähköverkkojen rakentamisesta. Oman kesätyöni merkeissä olen perehtynyt maastosuunnitteluun suunnittelijaharjoittelijana ja tämän opinnäytetyön kautta perehdyn aiheeseen entistä tarkemmin.

Tämä työ toteutetaan toiminnallisena opinnäytetyönä, jonka lopullisena tuotoksena tulee olemaan ohjeistus maastosuunnittelun tekemiseen. Toiminnallisessa opinnäytetyössä käytännön työllä ja sitä koskevilla asiastekeillä osoitetaan ammatillinen osaaminen. Opinnäytetyössä tullaan käyttämään pääsääntöisesti laadullista eli kvalitatiivista tutkimusmenetelmää, jossa tiedon kerääminen perustuu haastatteluihin, havainnointiin ja tekstin analysointiin. Laadullinen tutkimusmenetelmä sopii hyvin yrityksen toiminnan kehittämiseen. (Vilka 2021.)

2 VOIMATEL OY JA SAVON VOIMA OYJ

2.1 Voimatel Oy

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Voimatel Oy, joka lukeutuu Suomen suurimpiin toimijoihin sähkö- ja tietoverkkopalveluiden tuottavana toimittajana. Yritys perustettiin vuonna 2001 ja tuolloin perustajaosakkaat olivat Savon Voima Oy sekä Kuopion Puhelin Oy. Keväällä 2014 osuuskunta KPY osti Savon Voiman Oyj:n omistaman viimeisen 18 prosentin osuuden Voimatel Oy:n osakekannasta ja on siitä lähtien omistanut yrityksen kokonaan. (KPY julkaisuaika tuntematon.)

Voimatel Oy tarjoaa asiakkailleen useita erilaisia palveluita, joita ovat sähköverko-, tietoverko-, energia- ja teollisuuspalvelut. Sähkö- ja tietoverkkopalveluihin kuuluvat muun muassa suunnittelu- palvelu, asiantuntijapalvelu sekä verkon rakennus- että ylläpitopalvelu. Energiapalveluissa toimitetaan asiakkaille energijärjestelmiä, jotka ovat oikein mitoitettuja toimintaympäristön mukaan. Teollisuuspalveluissa palvellaan asiakkaita sekä rakentamalla että huoltamalla laitteistoja. (Voimatel julkaisuaika tuntematon.)

Vuonna 2020 Voimatel Oy:n liikevaihto oli 140,8 M€, josta liikevoittoa oli 4,3 M€ (KPY julkaisuaika tuntematon). Nykyisin Voimatel Oy työllistää Suomessa noin 1000 henkilöä. Pääkonttori sijaitsee Siilinjärven Toivalassa ja vuosittain yritys suorittaa yli 150 000 palvelutoimeksiantoa. Voimatel Oy:llä on kaksi tytäryhtiötä, jotka ovat BofTel OÜ ja OptiWatti Oy. (Voimatel julkaisuaika tuntematon.)

2.2 Savon Voima Oyj

Savon Voima on nimi konsernille, jonka omistaa täysin Energiaholding Oy, jonka taas omistaa sen toimialueen 20 kuntaa. Konsernin muodostavat emoyhtiö Savon Voima Oyj sekä tytäryhtiöt Savon Voima Verkko Oy ja Savon Voima Joensuu Oy. Konserni toimii asukkaiden omistamana lähien energian tuottajana, joka kantaa vastuun koko energiaketjusta. Sen liiketoimintaan kuuluvat sähkönsiirto ja verkkopalvelut, kaukolämmön tuotanto ja jakelu, energia-alan asiakaspalvelu- ja laskutusratkaisut sekä sähköntuotanto. (Savon Voima julkaisuaika tuntematon b; Savon Voima julkaisuaika tuntematon c.)

Savon Voima -konserni on merkittävä yhteiskunnallinen vaikuttaja ja se investoi vuosittain kymmeniä miljoonia euroja alueelliseen hyvinvointiin ylläpitämällä, kehittämällä sekä rakentamalla sähkö- ja kaukolämpöverkostoa. Savon Voima työllistää yhteensä noin 210 ammattilaista ja tämän lisäksi se työllistää yhteistyökumppaneiden henkilöstöä vuosittain noin 300 henkilötyövuoden edestä, joiden joukossa myös Voimatel on. (Savon Voima julkaisuaika tuntematon c.)

Savon Voima -konsernin liikevaihto vuonna 2021 oli 228,5 M€, mikä tarkoitti 20,5 prosentin kasvua aikaisempaan vuoteen verrattuna. Liikevoittoa konserni teki 48,1 M€, mikä kasvoi 98 prosenttia vuoteen 2020 verrattuna. Sekä liikevaihdon että kannattavuuden kasvua edesauttoi sähkönsiirron kasvu, kaukolämmön kysynnän lisääntyminen ja sähköntuotantoliiketoiminnan kelpo tulos. (Savon Voima 2022.)

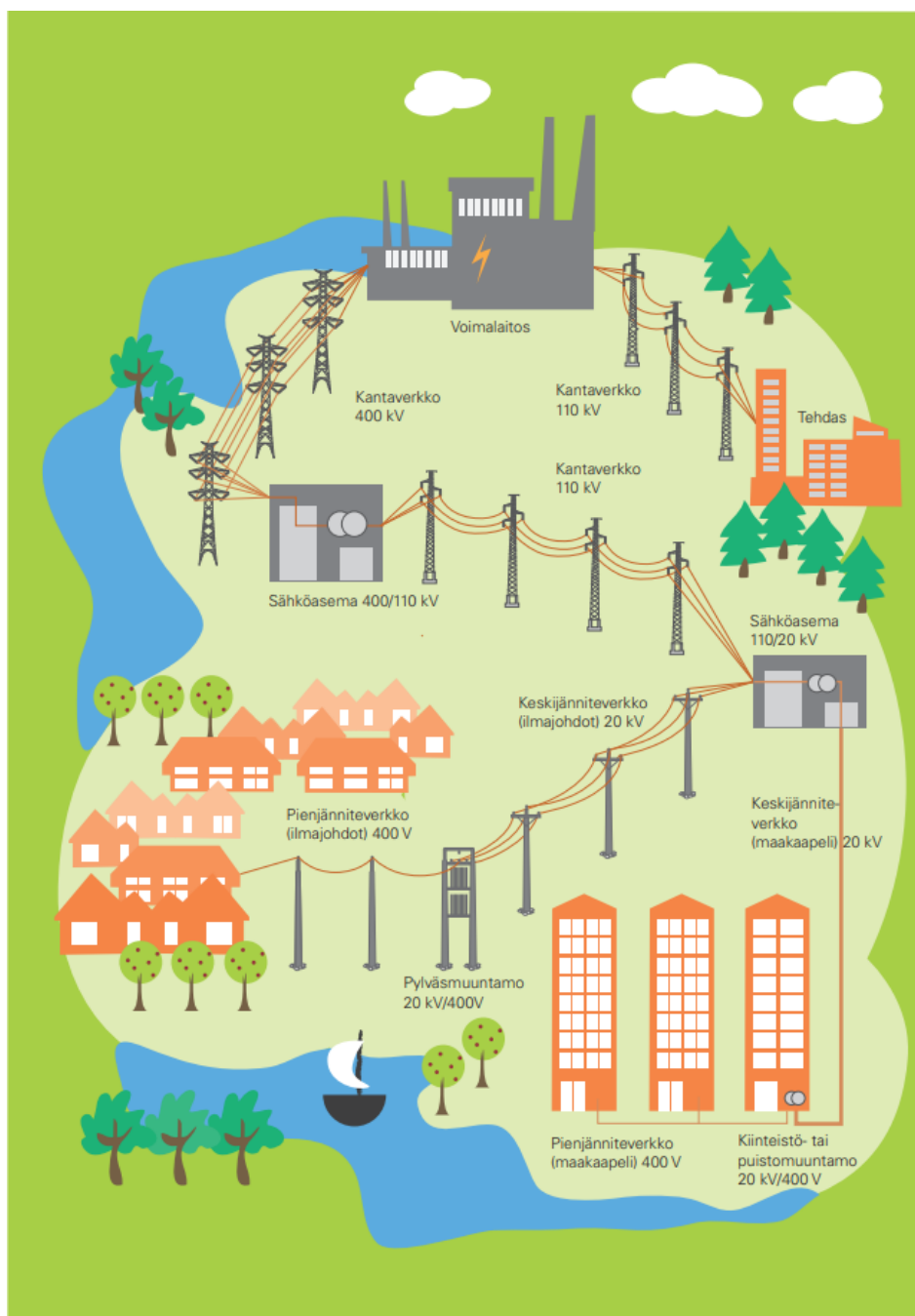
Konserni investoi yhteensä 56,6 M€ vuoden 2021 aikana, josta energian tuotantoon kohdistettiin 12,4 M€. Investoimalla tuotantoon konserni tähtää etenkin energiatehokkuuden vahvistamiseen ja

hiilineutraalisuustavoitteiden kehittämiseen. Verkkotoiminnan toimitusvarmuutta parantaviin investointeihin käytettiin 43,3 M€. Lisäksi Savon Voima ryhtyi Kymppivoima Oy:n kautta osakkaaksi yhteenliittymään, joka liitti konsernin mukaan Suomen suurimpaan tuulivoimalahankkeeseen. (Savon Voima 2022.)

3 SÄHKÖNSIIRTO JA -JAKELU SUOMESSA

3.1 Valtakunnallinen sähköjärjestelmä

Suomen valtakunnallinen sähköjärjestelmä muodostuu voimalaitoksista, kantaverkosta, alueverkoista sekä sähköä kuluttavista laitteista (kuva 1). Voimalaitoksissa tuotetaan sähköä, joka johdetaan kantaverkkoon ja jaetaan yleisesti käyttöjännitteiden mukaan kolmeen eri tasoon 110, 220 tai 400 kV. Kantaverkosta sähkö siirretään sähköasemien kautta keskijänniteverkkoon, jonka jännite-taso on 20 kV. Keskijänniteverkoista sähkö johdetaan pienjännitetasolle ja jakelumuuntajille, joissa jännitetaso pudotetaan edelleen 400 V jännitteeseen. Tämän jälkeen sähkö johdetaan pienjännite-verkkoa pitkin tavallisille kuluttajille. (Säteilyturvakeskus 2021.)

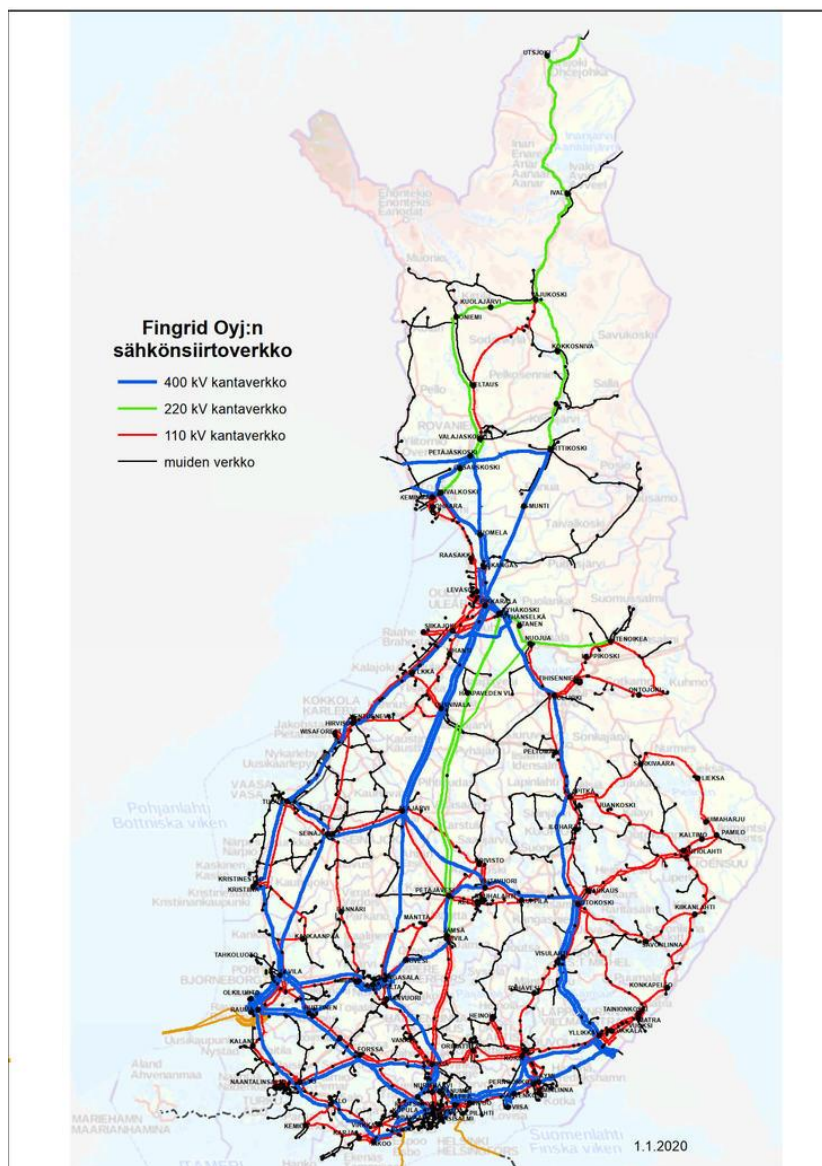


KUVA 1. Suomen sähkönsiirron kaaviokuva (Säteilyturvakeskus 2021)

Pohjoismaiden sähköverkot ovat yhdistetyt ja Suomen sähköjärjestelmä on osa yhteispohjoismaista järjestelmää. Tämän lisäksi Suomen sähköjärjestelmään on liitetty tasasähköyhteydet Venäjältä, Viirasta ja pohjoismaiden järjestelmän kautta Keski-Euroopasta. Tasasähköä käytetään järjestelmien liitoskohdissa, koska tämä mahdollistaa sähkönsiirron erilaisten verkkojen kesken. (Säteilyturvakeskus 2021.)

3.1.1 Kantaverkko

Kantaverkolla, joka koostuu voimajohtoista, mahdollistetaan sähkön siirtäminen koko Suomen mitakaavassa. Kantaverkon voimajohtoja on yhteensä noin 14 000 km ja sähköasemien määrä on yli sata (kuva 2). Suomen kantaverkon omistaja on Fingrid Oyj ja lisäksi paikalliset sähköyhtiöt omistavat 110 kV verkkoja. (Säteilyturvakeskus 2021.) Vastuuna kantaverkon omistajalla eli Fingrid Oyj:llä on verkon valvonta, käytön suunnittelu, tasepalvelu, rakentaminen, kehittäminen, ylläpito ja sähkömarkkinoiden toiminnan parantaminen (Fingrid julkaisuaika tuntematon).



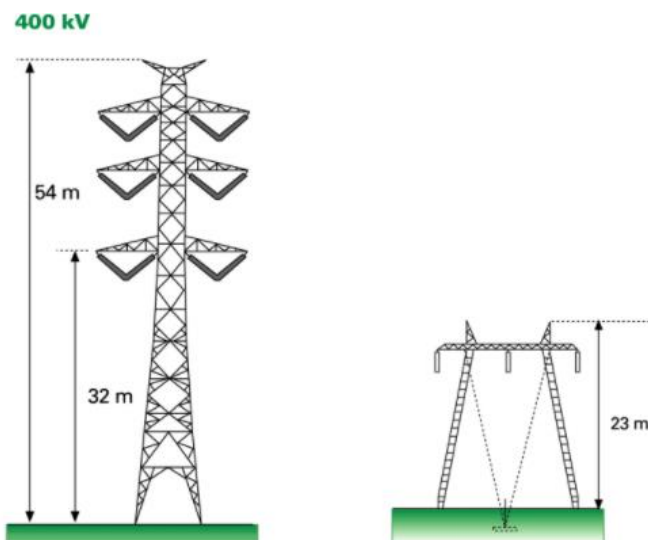
KUVA 2. Fingrid Oyj:n omistama sähköverkko (Fingrid 2020)

Voimajohdoissa käytetyt jännitetasot ovat 110, 220 ja 400 kV. Voimajohtoja rakennetaan pylväisiin avojohtoina ja poikkeustapauksissa maahan maakaapelina. Jännitetasolla vaikutetaan verkon pylväiden rakenteeseen ja mitä suurempi jännitetaso on, sitä suurempia pylviä rakenteissa käytetään. Pylväiden materiaali 400 kV jännitetasolla on aina teräs, kun taas 110 kV pylväävät ovat yleensä puuta, ellei maastossa vaadita korkeampia ja kestävämpiä teräspylviä. Kantaverkon jännitetaso tunnustetaan helpoiten johtojen kiinnittämiseen käytettävän eristeketjun pituuden ja sen eristelautasten määrän kautta (kuva 3). (Säteilyturvakeskus 2021.)

Voimajohdon jännitetaso (kV)	Eristeketjun pituus	Eristelautasten lukumäärä
110	noin 1 metri	6–8
220	noin 2 metriä	10–12
400	noin 4 metriä	18–21

KUVA 3. Voimajohdon eristelautasten lukumäärä ja eristeketjun pituus eri jännitetasoilla (Säteilyturvakeskus 2021)

Yleisimpänä pylvästyyppinä voimajohtojen kanssa käytetään niin sanottua harustettua portaalipylvästä, jossa on vaakaorsi ja joka on nimensä mukaisesti tuettu teräsvaijerilla eli haruksella. Tämän tyyppisissä pylväissä virtajohtojen korkeus maasta on yhtä suuri. Vapaasti seisovia eli ilman harusta olevia portaalipylviä käytetään muun muassa peltoalueilla, etteivät teräsvaijerit olisi maataloustöiden tekoa haittaamassa. Mikäli tilaa on vähän, kuten esimerkiksi taajama-alueilla, voidaan käyttää vapaasti seisovia teräspylviä. Tällöin kyseessä on yleisesti kaksoisjohtopylväs, jossa on kaksi erillistä virtapiiriä ja johtimet, jotka ovat eri korkeuksilla maanpinnasta. Pylvästyyppit ovat esitettynä alla olevassa kuvassa (kuva 4). (Säteilyturvakeskus 2021.)



KUVA 4. Vasemmalla kaksoisjohtopylväs ja oikealla harustettu portaalipylyvä (Säteilyturvakeskus 2021)

3.1.2 Alue- ja jakeluverkot

Suurjännitteiseksi jakeluverkoksi kutsutaan kantaverkkoon kuulumattomia 110 kV voimajohtoja, jotka toimivat kanta- ja jakeluverkon välimuotona. Sen yhteenlaskettu pituus Suomessa on noin 7500 kilometriä. Jakeluverkoiksi kutsutaan sähköverkon osia, jotka ovat verkkoyhtiöiden omistamia ja jännitetasoltaan 0,4–110 kV. Tämänkaltaisia sähköjakeluverkkoja kutsutaan myös keski- ja pienjänniteverkoiksi. (Säteilyturvakeskus 2021.)

Jakeluverkkojen kautta sähkö siirretään tavallisille kotitalouksille. Jakeluverkoilla siirretään sähköä kotien lisäksi muun muassa voimalaitoksille ja tämä on yleistynyt kehityssuunta aurinkosähkön sekä muiden sähkön pientuotantotapojen lisääntyessä. Suuremmat sähkökuluttajat, joita ovat esimerkiksi palvelut, kauppa, teollisuus ja maatalous voivat liittyä jakeluverkkoon, suurjännitejakeluverkkoon tai kantaverkkoon. Myös tuottavilla voimalaitoksilla on sama mahdollisuus liittyä mille tahansa verkkotasolle. (Energieollisuus julkaisu aika tuntematon.)

Suomen sähköistäminen tapahtui vuosien 1950 ja 1970 välisenä aikana. Kustannustehokkuuden takia sähköverkkoa rakennettiin varsinkin maaseuduilla pääosin ilmajohtoina. Nykyisin erityisesti kaupungeissa ja taajamissa jakeluverkot on kaapeloitu eli maahan kaivettu, mutta maaseudulla käytössä on yhä edelleen yleisesti avo- eli ilmajohtoja. Vanhat ilmajohtoverkot ovat tulemassa käyttöikänsä päähän ja yhdessä uuden sähkömarkkinalain kanssa jakeluverkkojen saneeraaminen on ollut erittäin ajankohtainen aihe jakeluverkkoyhtiöissä vuodesta 2013 lähtien. (Elenia 2022; Fingrid julkaisu aika tuntematon.)

3.2 Uusi sähkömarkkinalaki ja vuoden 2021 muutos

Vuosina 2010 ja 2011 suuret myrskyt aiheuttivat mittavia tuhoja sähköjakeluverkon kannalta ympäri Suomea. Jakeluverkot, joiden toimivuudet ovat yhteiskunnan toimivuuden kannalta erittäin tärkeitä, olivat tuolloin rakennetut metsien keskelle kustannustehokkaan laatukriteerin vuoksi. Nykyisin, osittain uuden sähkömarkkinalain vuoksi, yhtenä tärkeimpänä laatukriteerinä on toimitusvarmuus,

jotta sähkönsiirto kotitalouksille ja yrityksille ei keskeytyisi luonnonilmiöiden vuoksi liian pitkäksi aikaa. (Yle uutiset 2013.)

Vuoden 2013 syyskuussa astui voimaan uusi laki, joka asetti sähkönjakeluyhtiöille uudenlaisia vaatimuksia sähkönjakelun varmuuteen liittyen. Laki määräsi, että jakeluverkko on suunniteltava, rakennettava ja ylläpidettävä siten, että sähkönjakelun häiriö, joka johtuu lumikuormasta tai myrkystä, ei saa kestää taajama alueella yli kuutta tuntia tai haja-asutusalueella yli 36 tuntia kauemmin. Lisäksi laki määräsi, että jakeluverkoista vastaavien yhtiöiden on kyettävä täyttämään asetetut toimitusvarmuuskriteerit viimeistään 15 vuoden sisällä. Tämän lain voimaantulemisen jälkeen useat verkkoyhtiöt ovat investoineet säävarmoihin sähköverkkoihin yhä enemmän ja investoinnit jatkuvat vielä tänäkin päivänä. (Yle uutiset 2013.)

Jatkuvat investoinnit säävarmaan sähköverkkoon ovat kuitenkin johtaneet tilanteeseen, jossa sähköverkkoyhtiöiden verkkopalvelumaksut ovat nousseet huomattavasti. Tämän seurauksena uuden sähkömarkkinalain muutos astui voimaan 1.8.2021 ja lakimuutoksen tarkoituksena on vähentää toimitusvarmuusinvestointien vuoksi kohonneita verkkopalvelumaksuja. Toisin sanoen tämän muutoksen myötä siirto- ja jakeluverkkotoiminnan tuottotaso tulee laskemaan, mikä tarkoittaa, että jakeluverkkoyhtiöiden investointikyky heikkenee. (Järvi-Suomen Energia 2021; Savon Voima 2021.)

3.3 Savon Voima Verkko Oy

Savon Voima Verkko Oy on sähköverkkoyhtiö, joka toimittaa sähköä ja muita verkkopalveluja noin 118 000 kotitalouteen ja yritykseen Pohjois-Savon, Keski-Suomen sekä Etelä-Savon alueella. Yhtiöllä on yhteensä yli 27 000 kilometriä sähköverkkoa ja yhtä asiakasta kohden tämä tekee noin 230 metriä. Vuoden 2013 uusi sähkömarkkinalaki on velvoittanut Savon Voima Verkko Oy:tä parantamaan toimitusvarmuuden tasoa merkittävästi ja säävarman sähköverkon rakentaminen aloitettiin saman vuoden aikana. (Savon Voima julkaisuaika tuntematon d.)

Savon Voima Verkko Oy on investoinut vuosittain vuodesta 2013 lähtien noin 50 M€ säävarman sähköverkon rakentamiseen. Tavoitteena Savon Voima Verkolla on, että kaikki sen asiakkaat ovat säävarman sähköverkon piirissä viimeistään vuonna 2036. Suurin osa taajama-alueista on jo saneerattu ja saneeraustyöt ovat siirtyneet maaseutuverkkojen pariin haja-asutusalueille. Säävarman sähköverkon rakentamistahti on ollut noin 1000 kilometriä vuodessa, josta noin 500 kilometriä on kaapelointia. 1000 kilometrin vuositähti on saavutettu tekemällä noin 80–100 yksittäistä rakennushanketta vuosittain. (Savon Voima julkaisuaika tuntematon a.)

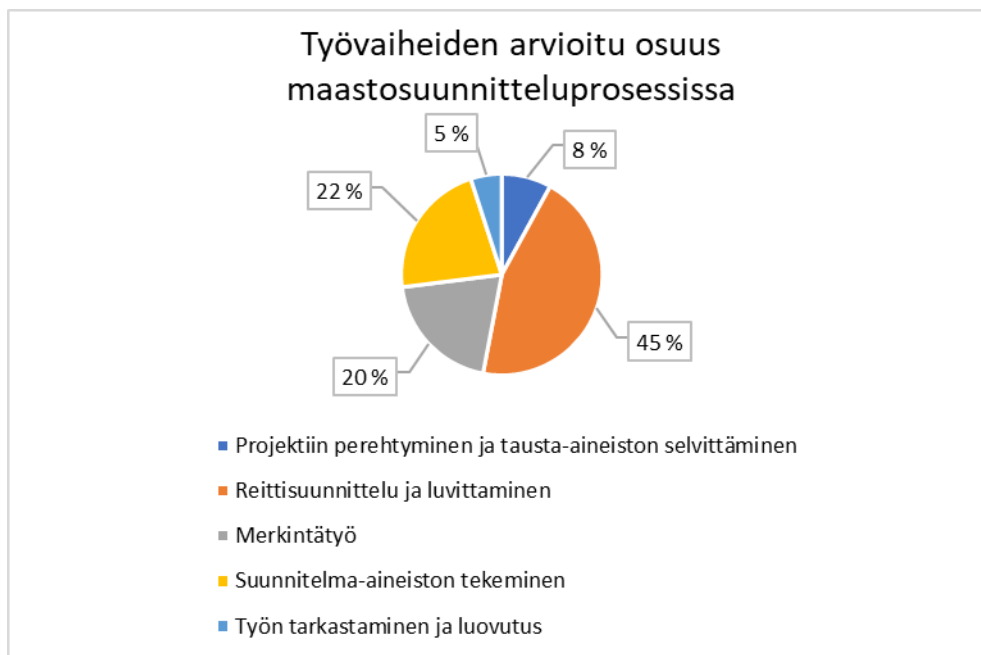
Vuoden 2021 uuden lakimuutoksen odotetaan laskevan verkkopalveluiden hintaa viimeistään vuoteen 2028 mennessä, mutta muutos aiheuttaa myös investointien mahdollista vähenemistä. Lakimuutoksen takia yhtiöiden sallittua tuottoa tullaan leikkaamaan ja tämä herättää kysymyksen, mistä rahaa saadaan investointien jatkamiseen? Tuoton heikkeneminen vaikuttaa lisäksi urakoitsijoihin, kuten Voimateliin, joka toimii yhtenä pääurakoitsijana Savon Voima Verkko Oy:n toimialueella. (Savon Voima Verkko Oy 2021.)

4 MAASTOSUUNNITTELU JA OHJEISTUKSEN LUONTI TOIMEKSIANTAJALLE

4.1 Maastosuunnittelu yleisesti

Maastosuunnittelu on välivaihe, minkä aikana alkuperäistä sähkötekniistä suunnitelmaa muokataan siten, että se on toteutettavissa niin maaston kuin eri osapuolten toiveiden sekä vaatimusten sallimissa rajoissa (JTT Power julkaisuaika tuntematon). Maastosuunnittelulla tarkoitetaan työvaihetta, joka alkaa sähkötekniikan suunnitelmapaketin vastaanottamisella ja loppuu valmiin maastosuunnitelmapaketin luovuttamiseen (Savon Voima Verkko 2021, 2). Maastosuunnittelun tarkoitus on luoda selkeä suunnitelma prosessin seuraavaa vaihetta eli rakentamisvaihetta varten. Maastosuunnittelu jaetaan ohjeistuksen luomista varten seuraaviin työvaiheisiin: verkon mitoitus eli sähkötekniikan suunnittelu, projektiin perehtyminen ja tausta-aineiston selvittäminen, reittisuunnittelu ja luvittaminen, merkintätyö, suunnitelma-aineiston tekeminen, rakennesuunnittelu ja työn tarkastaminen sekä luovutus.

Alla olevassa kaaviossa kuvataan työvaiheiden arvioidut kestot suhteessa koko maastosuunnittelu-prosessin vaatimaan ajankäyttöön (kaavio 1). Tässä työssä sähkötekniikan suunnittelu käsitellään omana aiheenaan ja rakennesuunnittelu sisältyy suunnitelma-aineiston tekemiseen. Maastosuunnittelun kesto on ajallisesti hyvin vaihteleva ja se määräytyy täysin suunnittelukohteen laajuuden mukaan. Laajuudeltaan pienemmät työt, kuten esimerkiksi liittymätyöt kestävät yleensä muutamasta viikosta kuukauteen. Laajemmat tai tietynlaisia viranomaislupia vaativat työt voivat kestää jopa vuoden. Seuraavaksi esitellään opinnäytetyön tutkimusmenetelmä ja maastosuunnittelijan vaatimukset. Tämän jälkeen läpikäydään maastosuunnittelun vaiheet ja esitellään ohjeistusta mahdollisimman laajasti.



KAAVIO 1. Työvaiheiden arvioitu osuus maastosuunnitteluprosessissa

4.2 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä

Tämän opinnäytetyön aihe sai alkunsa Voimatel Oy:n tarpeesta saada sen maastosuunnittelijoille selkeä ohjeistus työn avuksi. Aihetta ehdotettiin minulle yrityksen puolesta ja kiinnostuin siitä, koska toimin parhaillaan maastosuunnittelijaharjoittelijana Voimatelillä. Tämän aiheen kautta perehtyisin työtehtävääni entistä tarkemmin ja pääsisin kehittämään oman ammattiosaamiseni lisäksi maastosuunnittelua ja etenkin sen yhdenmukaisuutta koko yrityksessä. Uuden maastosuunnitteluoppaan suunnittelu aloitettiin vanhaa, tiivistettyä maastosuunnitteluopasta tutkimalla ja sen tärkeimpiä kohtia tarkastelemalla.

Valitsin tämän opinnäytetyön tyypiksi toiminnallisen opinnäytetyön, koska se sopii erittäin hyvin ammatillisen ohjeistuksen luomiseen. Toiminnallinen opinnäytetyö voi olla alasta riippuen ammattikäyttöön tarkoitettu ohjeistus, ohje tai opastus, joka vastaa johonkin käytännöstä huomioituun tarpeeseen. Tärkeää tämän tyyppiselle työlle on, että siinä yhdistyy käytännön toteutus ja sen raportoiminen tutkimusviestinnällisin keinoin. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää ja helpottaa toimeksiantajan maastosuunnittelun toimintaa ja kerätä maastosuunnitteluun liittyvät tiedot, valmiit esimerkit ja ohjeistukset yhteen ja samaan paikkaan. (Airaksinen & Vilka 2003, 9.)

Toiminnallisessa opinnäytetyössä ammatillista osaamista tuodaan esille käytännön työllä eli tässä tapauksessa maastosuunnittelijan ohjeistuksella. Käytännön työ valmistuu opinnäytetyön etenemisprosessissa ja sen aineiston keräämiseen käytetään suurimmaksi osaksi laadullisen tutkimuksen keinoja. (Vilka 2021.) Opinnäytetyön raportissa tuodaan esille mahdollisimman paljon ohjeistuksen materiaalia sekä sitä, mistä tieto on peräisin. Yritykselle valmistuvassa tuotoksessa eli ohjeistuksessa asiat käydään läpi mahdollisimman tarkasti ja kerätään niin sanottua hiljaista tietoa. Ohjeistukseen kerätään lisäksi muun muassa toimeksiantajan entisiä ohjeistuksia ja esimerkkejä maastosuunnittelun eri prosessivaiheisiin liittyen.

Opinnäytetyön materiaalia ja tietoa on kerätty opinnäytetyön toimeksiantajayrityksen omista arkistoista, jakeluverkkoyhtiöiden asiakirjoista, internetjulkaisuista sekä haastatteluiden avulla. Tiedon ja materiaalin keräämiseen on käytetty laadullista eli kvalitatiivista tutkimusmenetelmää, joka voi perustua haastatteluihin, havaintoihin ja tekstin analysointiin (Vilka 2021.) Muut yrityksen toimihenkilöt ovat jakaneet tietojaan aiheeseen liittyen, ja näistä sekä muista tietolähteistä etsittyjä tietoja analysoimalla on ohjeistusta rakennettu. Tietoa yrityksen muilta henkilöiltä on kerätty puhelimitse, palaverien ja paikan päällä keskusteluiden kautta. Yhteyshenkilönä työn toimeksiantajan puolella toimi suunnittelupäällikkö, mutta keskustelua käytiin myös muiden yrityksen henkilöiden kanssa.

4.3 Maastosuunnittelija

Tässä kappaleessa kerrotaan Voimatel Oy:n näkökulmasta siitä, mitä maastosuunnittelijana toimiminen edellyttää, minkälaisia ominaisuuksia rekrytoinnissa pidetään tärkeinä, maastosuunnittelijoiden taustaa ja kokemuspohjaa sekä mitä hyötyjä eri polkujen kautta maastosuunnittelijaksi päätyemisessä voi olla. Maastosuunnittelijoiksi valitaan yleensä henkilöitä, joilla on ammattikorkeakoulun sähkötekniikan tutkinto suoritettuna tai meneillään. Sähköalan tutkinto ei ole vaatimus eli maastosuunnitteluun voi päätyä muidenkin tutkintojen kautta, kuten esimerkiksi maanmittausinsinööriutkinnon. (Holopainen 2022c.)

Tavallisin polku maastosuunnittelijaksi on ammattikorkeakoulututkinnon kautta, mutta tehtävään voi myös päätyä muiden tutkintoasteiden tai ammatillisen kokemuksen kautta, kuten sähköasennustautan kautta. Keskimääräisesti yhdellä kolmesta maastosuunnittelijasta on asennustausta. Asennustaustan kautta päädytään usein suunnittelupuolelle omasta halusta kehittyä työuralla tai halusta vaihtaa työtehtävää. Molemmilla puolilla on hyviä ja huonoja puolia, mutta ratkaisevin tekijä tehtävässä pärjäämiseen on henkilön oma asenne ja kiinnostus tehtävää kohtaan. Jakeluverkkoasennustaustan omaavalla henkilöllä on yleensä paljon näkemystä verkon rakentamisesta, mikä yleensä vaikuttaa esimerkiksi helpommin rakennettavien suunnitelmien tekemiseen. Uuden suunnittelijan etuja ovat taas vanhojen tapojen puuttuminen, mitkä voivat monesti olla jopa virheellisiä tapoja jatkuvasti muuttuvassa tehtävässä. (Holopainen 2022c.)

Aikaisempi työkokemus sähköverkkojen parista on etu, mutta sitä ei vaadita, varsinkaan harjoittelijoiden kohdalla. Suunnittelijaharjoittelijoiksi valitaan ammattikorkeakoulun 2. tai 3. vuosikurssin opiskelijoita, ellei hakijalla ole aikaisempaa kokemusta sähköverkon rakentamisesta tai suunnittelusta. Maastosuunnittelijana voi toimia täysi-ikäiset henkilöt. Maastosuunnittelijan tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluvat halu liikkua luonnossa ja hyvät vuorovaikutustaidot, joiden lisäksi tärkeitä taitoja ovat myös hyvä tietotekninen osaaminen sekä yleinen kiinnostus sähköalasta. Näitä ominaisuuksia pidetään tärkeinä rekrytoinneissa ja niiden perusteella valitaan uusia maastosuunnittelijoita. (Holopainen 2022c.) Maastosuunnittelukokemus antaa harjoittelijalle valtavasti yleisymmärrystä sähköverkkojen rakentamisen alalta. Tehtävässä nähdään lähes koko sähköverkkoprojektin prosessin eri vaiheet sen vastaanottamisesta valmiiseen rakennettuun verkkoon.

4.4 Sähkötekniinen suunnittelu

Useamman vuoden ajan sähkötekniistä suunnittelua on siirretty verkkoyhtiöiltä urakoitsijoille tehtäväksi ja tämän vuoksi maastosuunnitteluohjeistukseen päätettiin lisätä kohta aiheeseen liittyen. Maastosuunnitteluprosessi aloitetaan sähkötekniisellä suunnittelulla ja sitä voidaan joutua tekemään lisää myöhemmin projektin edetessä, jos esimerkiksi kaapelipituudet muuttuvat merkittävästi. Sähkötekniisessä suunnittelussa on jonkin verran eroavaisuuksia eri verkkoyhtiöiden välillä ja tästä syystä ohjeistus on vain suuntaa antava eli siinä läpikäydään vain perustiedot. Kaikkien suunnittelijoiden ei välttämättä tarvitse tehdä sähkötekniistä suunnittelua, mutta perusteet siitä on silti hyvä tietää.

Sähkötekniisellä suunnittelulla tähdätään siihen, että sähköverkko palvelisi kuluttajia mahdollisimman hyvin niin suunnitteluhetkellä kuin myös tulevaisuudessa. Tämän lisäksi sähköverkon tulisi olla sekä standardien että verkkoyhtiön strategian mukainen. Verkkoyhtiöiden strategiat ovat usein erilaiset, joten luonnollisesti myös sähkötekniisessä suunnittelussa esiintyy eroja eri verkkoyhtiöiden välillä. Tämän takia selkeän ohjeistuksen luominen sähkötekniiseen suunnitteluun on haastavaa ja tämän vuoksi tässä opinnäytetyössä käydään läpi vain pääkohdat. (Torvinen 2022.)

Tärkeää sähkötekniisen suunnittelun kannalta on suunnittelijan perehtyminen verkkoyhtiön luomaan ohjeistukseen sähkötekniisen suunnittelun tekemisestä. Sähkötekniinen suunnittelu edellyttää, että suunnittelija sisäistää verkkoyhtiön ohjeistuksen ja ymmärtää strategian, jolla verkkoyhtiö toimii.

Strategian ymmärtäminen auttaa suunnittelijaa hahmottamaan minkälaista verkkoa verkkoyhtiö haluaa rakentaa. Tähän auttaa myös ymmärrys olemassa olevasta ympäröivästä verkosta, mikä kehittyy kokemuksen karttuessa. Suunnittelijan ymmärrys verkon tilasta ja verkkoyhtiöstä kehittyy kokemuksen kautta. (Torvinen 2022.)

Sähkötekniinen suunnittelu aloitetaan olemassa olevan ympäröivän verkon hahmottamisella. Verkkoyhtiön luoma ohjeistus toimii suunnittelussa apuna ja verkon mitoitus tehdään ohjeistuksen perusteella. Sähkötekniisen suunnittelun kannalta tärkeimmät kohdat ovat oikosulkuvirrat, jännitteenalennemat ja suojauksen toiminta-ajat. Näiden raja-arvot löytyvät verkkoyhtiöiden ohjeistuksista, joiden mukaan verkko on suunniteltava. Verkkoyhtiöiden raja-arvoihin vaikutetaan standardeilla, mutta verkkoyhtiöt voivat halutessaan itse määrittää sähköverkolle tiukemmat raja-arvot. (Torvinen 2022.)

Tapauksissa, joissa urakoitsijalta vaaditaan sähkötekniistä suunnittelua, on verkkoyhtiö yleensä tehnyt suunnitelman pääpiirteittäin ja urakoitsijan suunnittelijalle jää kohteen tarkempi mitoittaminen. Verkon alimitoittamisen lisäksi suunnittelussa täytyy muistaa, että myöskään verkon ylimitoittaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa. Mutkikkaammaksi sähkötekniisestä suunnittelusta tekee vielä se, että sähköverkoissa on parhaillaan käynnissä murros, kun verkkoihin liittyy tuulivoimapuistoja, yksittäisten käyttäjien aurinkosähköä ja sähköautojen latauslaitteita. Edellä mainittujen asioiden vaikutus sähköverkon rakenteeseen voi olla merkittävä ja tämän takia nämäkin asiat pitäisi pyrkiä huomioimaan mahdollisimman hyvin verkkoa suunniteltaessa. (Torvinen 2022.)

4.5 Projektiin perehtyminen ja tausta-aineiston selvittäminen

Maastosuunnittelussa perehdytään työkohteeseen ja projektiin yleisellä tasolla ennen työn aloittamista. Projektiin perehdytään tutkimalla tilaajan suunnitelmaa ja työn maasto-olosuhteita esimerkiksi Google Maps ja maankamara.fi -palveluiden avulla. Tilaajalta saatu suunnitelma käydään huolellisesti läpi, jotta maastosuunnittelussa kyetään hahmottamaan työn kokonaiskuvan. Jos sähkötekniistä suunnittelua ei ole tehty, alkaa maastosuunnittelu sähkötekniisellä suunnittelulla eli verkon mitoittamisella.

Maasto-olosuhteilla, maaperällä ja muulla olemassa olevalla infrastruktuurilla on suuri vaikutus maastosuunnitteluun jo työn alkuvaiheessa. Monesti kaapelointiprojektialueen lähistöllä on muuta aikaisemmin rakennettua maanalaista infrastruktuuria, mikä otetaan huomioon maastosuunnittelussa. Mikäli työlle tehdään myös sähkötekniinen suunnittelu, on muun maanalaisten infrastruktuurin merkitys suunnittelulle erittäin tärkeä jo suunnittelun aikana. Esimerkiksi eri putkistoverkoilla on erilaisia rajoituksia siitä, miten lähelle sähkökaapeleita tai muita sähköverkon rakenteita voidaan sijoittaa. (Pentti 2021.) Lisäksi maastosuunnittelussa selvitetään muun muassa yhteiskaivuut esimerkiksi teleoperaattoreiden tai katuvalaistuksen kanssa. Monilla asioilla on vaikutusta maastosuunnittelussa tehtäviin valintoihin ja nämä asiat selvitetään asianmukaisella tausta-aineiston selvittämisellä.

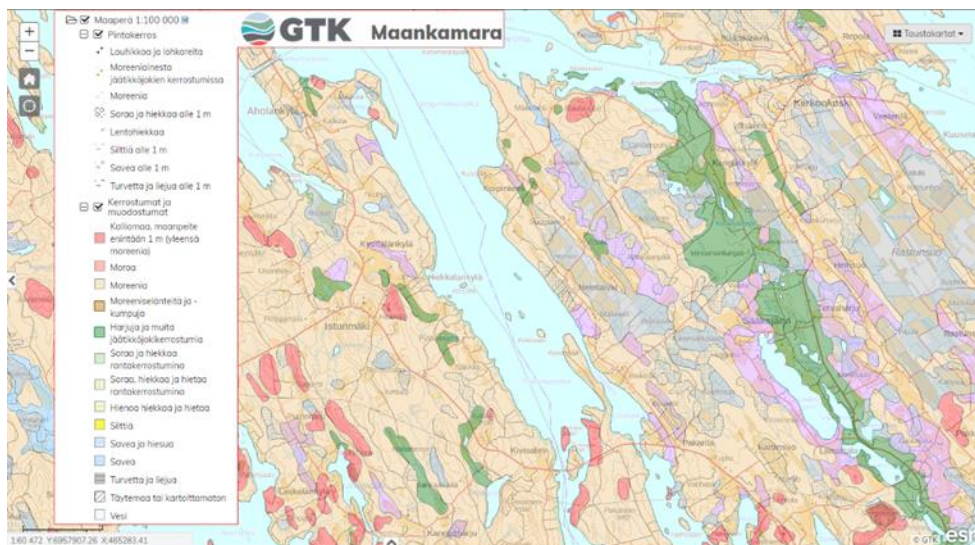
Tämän projektiin perehtymisen perustiedon jälkeen raportissa ohjeistetaan maastosuunnittelijaa tausta-aineiston selvittämiseen kohta kohdalta. Tausta-aineiston selvittämisen lähdemateriaaleista analysoidaan tärkeimmät kohdat, joita käytetään apuna ohjeistuksen kirjoittamisessa. Lähdetietoja

analysoidaan tarkasti ja pohditaan etenkin sitä, ovatko ne tärkeitä tietoja uudelle maastosuunnittelijalle. Raportissa esitellään ohjeistuksen sisältöä mahdollisimman paljon, mutta osa joudutaan sisällyttämään ainoastaan toimeksiantajalle tehtävään ohjeistukseen.

4.5.1 Maaperä

Varsinkin kaapelointiprojekteissa yksittäisistä tekijöistä suurin vaikutus työn toteutukseen on maaperällä, koska tavoiteltu kaivussyvyys on 0,7 m. Kallioisia kohtia tulee pyrkiä välttämään mahdollisimman paljon, mutta tämä ei kuitenkaan aina onnistu. Kaapelointia voidaan tehdä myös kallioisessa maaperässä, mutta kustannustehokkuuden kannalta se ei ole paras vaihtoehto. (Pentti 2021.) Hyvä maaperän tuntemus auttaa suunnittelijaa valitsemaan työlle oikeanlaiset rakenteet ja budjetoimaan työn rakentamista varten. Varsinkin kaapelointiprojekteissa maaperän rakenteen vaikutus hankkeen toteutukseen voi olla merkittävä.

Maaperän koostumuksesta löydetään nykyisin tietoa useasta eri lähteestä, kuten esimerkiksi Trimble NIS tai maankamara.fi -palveluista. Alla olevasta kuvasta nähdään, miten maankamara.fi-palvelussa esitetään maaperän laatu (kuva 5). Maankamara.fi-palvelusta löydetään maaperän koostumuksen lisäksi tietoa mm. pohjavesialueista, kallioperästä ja maapeitepaksuudesta. Kartan eri värien merkitys selvitetään avaamalla sivuston vasemmassa reunassa olevan karttatasot valikon tarkemmat kuvaukset plusmerkkien alta.



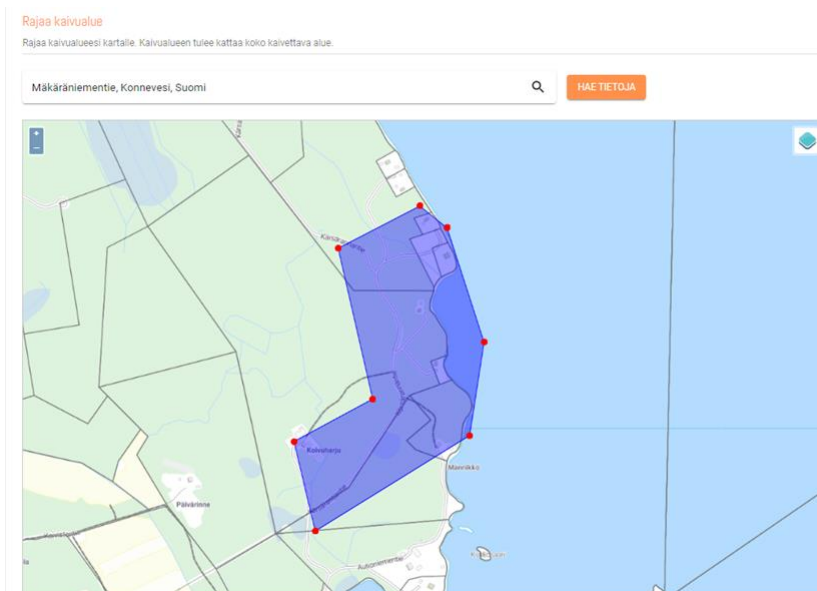
KUVA 5. Kuvaleike maankamara.fi-palvelun maaperäkartasta seliteluettelon kanssa (GTK)

Myöhemmissä suunnitteluvaiheissa maaperää tutkitaan myös muilla tavoin. Esimerkiksi rautakankea käytetään maastokäynneillä maaperän tutkimisvälineenä. Rautakangen lisäksi maastosuunnittelussa voidaan käyttää esimerkiksi porakonetta pitkällä terällä maaperän koostumuksen ja kallion syvyyden tutkimiseen. Maaperän syvyyden arvioiminen on usein todella haastavaa varsinkin talvikuukausina, kun maa on jäässä ja peittynyt lumen alle. Tällaisessa tilanteessa maastosuunnittelussa joudutaan luottamaan karttatietoihin linjaa suunnitellessa. Karttojen lisäksi porakonetta voidaan käyttää talvella ja tämä on osoittautunut hyväksi tavaksi maaperän tutkimiseen kylmien kuukausien aikana.

4.5.2 Telekaapelit

Teleoperaattoreiden kaapeleista saadaan nykyään helposti tietoa internetin kautta. Telekaapeleiden sijaintitietoja pyydetään johtotietopankki.fi-, kaivulupa.fi- ja verkkoselvitys.fi -palveluista. Kaikissa palveluissa vaaditaan rekisteröityminen ja tämä on hyvä tehdä heti työsuhteen alussa. Tunnuksia tarvitaan useaan otteeseen jatkossa. Ilman tunnuksia telekaapeleiden sijaintia voidaan tiedustella sähköpostitse tietopankkien kautta liittämällä sähköpostin liitteeksi työalueen karttakuva.

Alla olevassa kuvassa on näkymä kaivulupa.fi-palvelusta (kuva 6). Palveluun kirjautumisen jälkeen avautuu interaktiivinen kartta, johon merkitään haluttu tiedustelualue. Kaivuluvan interaktiivisella kartalla rajoitetaan maksimirajausalue 2,5 hehtaariin, joten suuremmissa töissä palveluun ollaan yhteydessä sähköpostin kautta. Sähköpostitse asiointi on helppoa ja vastaukset tulevat yleensä saman työpäivän aikana. Sähköpostitse asioitaessa viestin liitteeksi lisätään projektialueesta karttakuva. (Pentti 2021.)



KUVA 6. Kuvaleike kaivulupa.fi-palvelun karttanäkymästä (Kaivulupa)

Johtotietopankki.fi-palvelussa tarjotaan, samoin kuin kaivulupa.fi-palvelussa, interaktiivinen kartta-pohja alueen rajaamista varten (kuva 7). Johtotietopankin interaktiivisella kartalla ei kuitenkaan ole samanlaista rajoitusta alueen kokoon liittyen kuin kaivulupa.fi-palvelun kartalla, joten suuremmankin alueen tiedustelu onnistuu palvelun kautta. Johtotietopankin kanssa voi myös asioida sähköpostitse samoin kuin kaivuluvan kanssa. Yleisesti sähköpostitse asian hoitaminen on jopa helpompaa. Projektialueen kuva lisätään sähköpostin liitetiedostoksi ja viesti lähetetään verkkosivustolta löytyvään osoitteeseen.



KUVA 7. Kuvaleike johtotietopankki.fi-palvelusta (Johtotieto)

4.5.3 Vesijohto- ja viemäriverkosto

Vesi- ja viemäriverkoston on myös vaikutusta kaapelointeihin ja sähköisten rakenteiden sijoittamiseen. Nykyisin sähkökaapeleiden tai muiden sähköisten rakenteiden ja vesiputkistojen välisenä minimietäisyytenä on alettu käyttämään vähintään kahta metriä. Kahden metrin etäisyys tarkoittaa käytännössä esimerkiksi sitä, että sähkökaapeli suunnitellaan mahdollisuuksien mukaan toiselle puolelle tietä. (Pentti 2021.)

Kuntien ja kaupunkien vesihuoltolaitoksilla on jo olemassa melko kattavat dokumentit putkistoverkoistaan. Putkistoverkkojen sijaintia kannattaa tiedustella sähköpostitse, jotta esimerkiksi kaapelointireitin suunnittelussa ei myöhemmin tule yllätyksiä vastaan ja lisäksi päällekkäisyyksiä pystytään välttämään. Alla olevissa kuvissa on näytillä esimerkkejä, miltä vesijohto-/putkikartta voi näyttää (kuvat 8 ja 9). (Pentti 2021.)



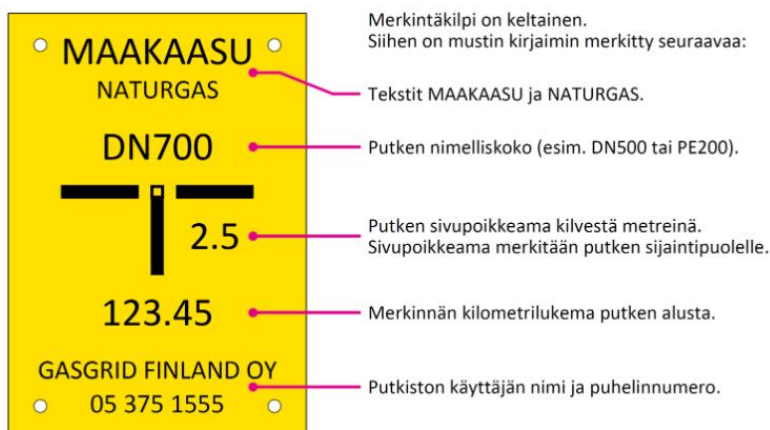
KUVA 8. Esimerkkikuva vesijohto-/putkikartasta (Voimatel 2022b)



KUVA 9. Toinen esimerkkikuva vesijohto-/putkikartasta (Voimatel 2022b)

4.5.4 Maakaasuverkosto

Maakaasuun liittyvän infranstruktuurin vaikutukset suunnitteluun näkyvät lähinnä Kaakkois-Suomessa sekä pääkaupunkiseudulla (Gasgrid 2022). Toimijoita alalla on useita, muutama isompi ja useampi paikallinen. Maakaasuverkostojen tietoja on yleensä hankala etsiä, koska yhteistä karttapalvelua ei ole vielä saatavilla. Suurimpien toimijoiden kaasuputkien sijaintia voi tutkia esimerkiksi gasgrid.fi-sivustolta. Mikäli suunnittelussa epäillään projektialueella olevan maakaasuverkostoa, selviää asia yleensä helpoimmin maastoon tutustumalla. Maakaasuverkostojen tulisi olla maastossa merkittynä merkintäpylväillä ja -kilvillä, josta esimerkki alla olevassa kuvassa (kuva 10). (Pentti 2021.)



KUVA 10. Esimerkkikuva maakaasuverkon merkintäkilvestä (Gasgrid 2022)

Maastosuunnittelussa täytyy ottaa huomioon, että esimerkiksi Gasum Oy ja Gasgrid määrittelevät maanrakennustyön suojaetäisyydeksi vähintään 5 metriä kaasuputkistosta. Kaivuluvan saaminen vaatii, että työstä vastaava on yhteydessä Kaivulupa Oy:lle tai Johtotieto Oy:lle ja kaivutiedustelu täytetään vähintään viisi työpäivää ennen kaivutyön aloittamista pakkonäyttöalueella. Tämän takia maakaasuverkosto vaikuttaa sähkökaapeleiden sijoittamiseen ja kaapelointireitit pyritään suunnittelemaan kauemmaksi maakaasuverkoista. (Pentti 2021.)

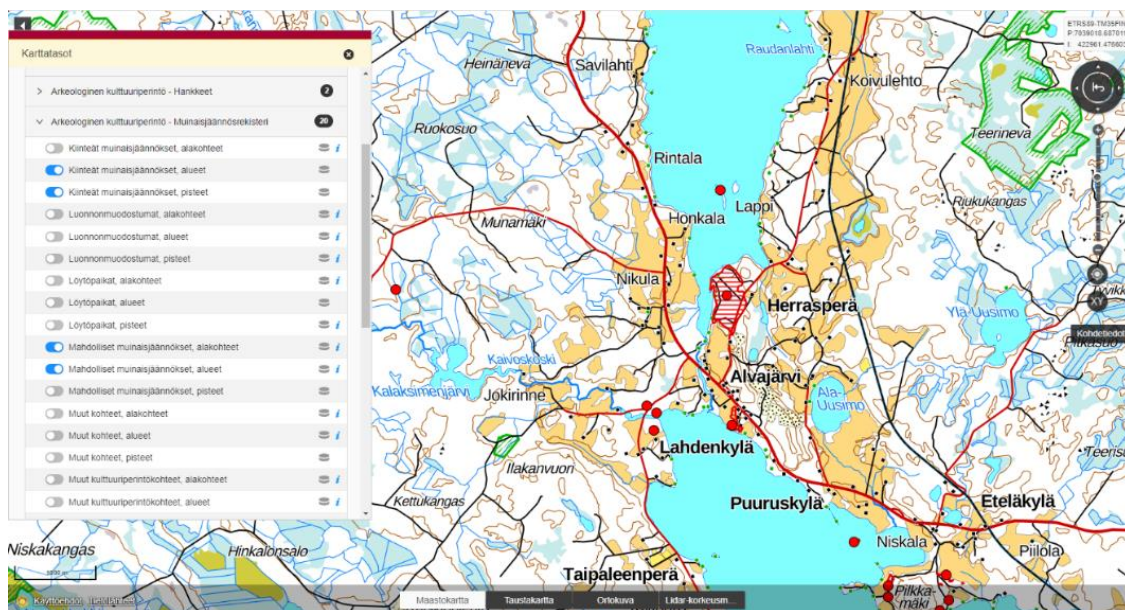
4.5.5 Yhteiskaivut

Projektin sijainnista ja koosta riippuen kaivuhankkeeseen saattaa samanaikaisesti liittyä muitakin kaapelointia, mikä on hyvä selvittää ja huomioida jo työn alkuvaiheessa. Maaseudulla kyseessä on yleensä teleoperaattori. Taajamissa ja kaupunkialueilla telen lisäksi voi olla muun muassa kunnan tai kaupungin katuvalaistushankkeita, joiden sijainti voi myös vaikuttaa suunnittelutyöhön. (Pentti 2021.) Yleensä yhteiskaivut liittyvät isompiin projekteihin, joten pienöitä tehdessä tällaisia tapauksia tulee vastaan suhteellisen harvoin. Tieto yhteiskaivusta voi tulla suoraan verkkoyhtiöltä suunnittelutyön mukana tai vaihtoehtoisesti tietoa yhteiskaivuun halukkaista joudutaan hakemaan itse, toteaa Holopainen (2022) haastattelussaan.

4.5.6 Museoalueet

Suomen laki suojelee ja on rauhoittanut muinaisjäännökset Suomessa (Muinaismuistolaki 295/1963). Maastosuunnittelijalle museoalueet tarkoittavat esiselvitykseen kuuluvaa asiaa, joka täytyy tarkistaa ennen suunnittelua. Tietoa museoalueista on löydettävissä sekä Museovirastolta muinaisjäännösrekisteristä että heidän karttapalvelustaan kartta.museoverkko.fi. (Pentti 2021.)

Karttapalvelun käyttö on yksinkertaista. Kartan vasemman laidan valikosta valitaan arkeologisten kulttuuriperintöjen alta kiinteiden muinaisjäännösten alueet ja pisteet. Lisäksi voidaan valita aktiivisiksi myös mahdollisten muinaisjäännösten alueet ja pisteet, jotta nähdään vielä määrittelemättömät kohteet. Tämän jälkeen etsitään projektialue ja katsotaan, onko alueella suojeltavia kohteita. Alla olevassa kuvassa on näkymä museoviraston karttapalvelusta ja siitä, miltä suojeltavat kohteet näytävät kartalla (kuva 11). (Museoverkko.) Suojeltavat alueet ja kohteet näkyvät kartalla punaisina palloina ja raidallisina alueina. Suojeltavia kohteita tulee pyrkiä välttämään jakeluverkkojen suunnittelussa.



KUVA 11. Kuvaleike museoviraston karttapalvelun näkymästä (Museoverkko)

4.5.7 Luonnonsuojelualueet

Museoalueiden lisäksi Suomen laki on määrännyt luonnonsuojelualueet suojeltaviksi kohteiksi (Luonnonsuojelulaki 20.12.1996/1096). Luonnonsuojelualueiden selvittäminen tapahtuu esimerkiksi GTK maankamara -sivuston tai maanmittauslaitoksen karttapaikka-palvelun kautta. Maankamara-karttapalvelussa kartan vasemman laidan valikosta valitaan karttatasoiksi suojelualueet ja lisäksi valitaan ainakin Natura, luonnonsuojelu- ja erämaa-alueet sekä luonnonsuojeluohjelma-alueet. Maanmittauslaitoksen karttapaikan kartassa luonnonsuojelualueet esitetään vihreinä raidallisina alueina, kuten alla olevassa kuvassa (kuva 12).



KUVA 12. Kuvaleike maanmittauslaitoksen karttapaikan näkymästä (Maanmittauslaitos)

Luonnonsuojelualueelle on mahdollista sijoittaa esimerkiksi sähkökaapeli, mutta se edellyttää ELY-keskuksen lupaa, joka täytyy hakea maastosuunnitteluvaiheessa. Lupa sisältää erityisiä reunaehtoja kaivamiseen liittyen, joiden vuoksi jo suunniteltuun reittiin voidaan joutua tekemään merkittäviä

muutoksia jälkikäteen, mikä ei tietenkään ole toivottua. Tästä syystä luonnonsuojelualueita pyritään välttämään jo suunnitteluvaiheessa. (Pentti 2021.)

4.5.8 Maanomistajatiedot

Ennen reittisuunnittelun aloittamista maastosuunnittelijan on oltava yhteydessä alueen maanomistajiin ja pyydettävä suunnittelulupaa työlle. Tätä varten alueen maanomistajat on selvitettävä maanmittauslaitoksen valtakunnallisesta kiinteistöpalvelusta. Suunnitteluluvan saamisen lisäksi maanomistajien kanssa kannattaa keskustella, koska monesti heiltä selviää suunnittelua helpottavia tietoja. Tällaisia tietoja voivat olla esimerkiksi muun maanalaisen infrastruktuurin sijainti maastossa, maaperän rakenne tai muuta vastaavaa.

Maanomistajatiedot on hyvä kerätä ylös esimerkiksi tulostetulle kuvalle suunnitelma-alueesta. Maanomistajatiedot lisätään työn loppuvaiheessa työn lopullisiin dokumentteihin esimerkiksi kaivu-urakoitsijaa varten. Maanomistajatietoihin selvitetään ja merkitään ainakin seuraavat tiedot:

- Kiinteistötunnus
- Maanomistajan nimi / Maanomistajien nimet
- Osoitetiedot
- Puhelinnumerot
- Sähköpostiosoitteet, jos vain mahdollista

4.6 Reittisuunnittelu ja luvittaminen

Reittisuunnittelun ja luvittamisen osalta pääpaino ohjeistuksessa on erilaisten lupien hakuprosessien kuvaamisessa. Reittisuunnitteluun löytyy jokaiselta verkkoyhtiöltä oma ohjeistus, minkä takia tärkein ohjeistus maastosuunnittelijalle on verkkoyhtiön ohjeistuksen tarkistaminen ja noudattaminen. Tässä opinnäytetyöraportissa esitellään laadittua ohjeistusta mahdollisimman paljon, mutta osa tiedosta jouduttiin kirjoittamaan vain toimeksiantajan versioon. Lähdetietoja analysoitiin kriittisesti ja ohjeistukseen kirjoitettiin tärkeimmät kohdat.

4.6.1 Reittisuunnittelu

Reittisuunnittelun tarkoitus on löytää maastosta paras sijoituspaikka johdoille ja muille rakenteille sähkötekniistä suunnitelmaa silmällä pitäen. Jos jo suunniteltuun reittiin tehdään tässä vaiheessa suuria muutoksia, täytyy sähkötekniinen mitoitus tarkistaa uudestaan. Jos esimerkiksi johtopituudet kasvavat liiaksi, on vaarana, että esimerkiksi jännitteenalenemat nousevat liian korkeiksi. (Savon Voima Verkko 2021.)

Reittisuunnittelussa otetaan huomioon verkkoyhtiön ohjeistus. Nykyään ohjeistetaan yleisesti, että johtoreitin ensisijainen sijoituspaikka on tien reunassa. Maakaapelia suunniteltaessa sijoituspaikkaa ei ole niin tarkkaan määritelty, mutta varsinkin uudet ilmalinjat pyritään suunnittelemaan teiden varsille. Teiden varsille sijoittaminen on osa säävarman sähköverkon rakennusstrategiaa ainakin osalla jakeluverkkoyhtiöistä. Kulmien määrää ilmajohtoverkossa pyritään minimoimaan ja tämä tehdään muun muassa vaihtelemalla pylväiden etäisyyksiä tien reunasta. (Savon Voima Verkko 2021.)

Jos ilmajohto joudutaan kuitenkin sijoittamaan metsään, pyritään suunnittelussa hyödyntämään rajalinjoja ja mahdollisuuksien mukaan maaston luontaisia metsäkuvioita. Maakaapelireittiä suunniteltaessa on suunnittelijan osattava huomioida maanpinnan mahdollinen myöhempi muuttuminen. Tämä on tärkeää esimerkiksi rinnepelloilla sekä vesien valuma-alueilla. (Savon Voima Verkko 2021.)

4.6.2 Johtoalueen käyttöoikeussopimus

Johtoalueen käyttöoikeussopimuksen osapuolina toimivat yleensä yksityiset maanomistajat ja verkkoyhtiön valtuuttama maastosuunnittelija. Johtoalueen käyttöoikeussopimus on tehtävä kaikkien niiden maanomistajien kanssa, joiden tonteille sähköverkon rakenteita suunnitellaan sijoitettavaksi. Jos tätä sopimusta ei saada tehtyä tai ei tehdä, on sähköverkon sijoittaminen tontille laitonta. Tässä työvaiheessa vaaditaan maastosuunnittelijalta yhteistyökykyä maanomistajien kanssa ja neuvottelutaidot ovat tässä työvaiheessa tarpeen. (Valtonen 2021.)

Johtoalueen käyttöoikeussopimus on kirjallinen sopimus, jonka pohja on löydettävissä jokaiselta verkkoyhtiöltä. Sopimus tehdään jokaisen yksityisen maanomistajan kanssa, joiden tonteille sähköverkon rakenteita suunnitellaan. Kyseinen sopimus tulee sisältää korvauslaskelman, jossa kuvio kerrallaan eritellään korvattava euromäärä sijoitettavista rakenteista. Korvauslaskelmassa eritellään rakenteet, joita ovat esimerkiksi keski- ja pienjännitejohdot, maakaapelit, jako- ja haaroituskaapit, muuntamot ja niin edelleen. Korvausmäärät vaihtelevat ja ne tarkistetaan verkkoyhtiön ohjeistuksista. Sopimukseen liitetään lisäksi karttakuvat, joista selviää korvauslaskelman kuvioden sijainti kuvionumeroiden perusteella.

Yleensä sopimusten tekeminen on osoittautunut melko vaivattomaksi ja yhteisymmärrykseen päästään maanomistajien kanssa viimeistään lyhyen neuvottelun jälkeen. Tämä työvaihe vaatii usein maastosuunnittelijalta hyviä sosiaalisia taitoja, jotta verkon rakenteet saadaan sijoitettua suunniteltuihin paikkoihin. Maastosuunnittelussa pyritään siihen, että sopimus olisi molempia osapuolia tyydyttävä. Mikäli sopimusta ei jostain syystä saada tehtyä, täytyy suunnittelussa harkita reittisuunnitelman muuttamista. Tällä tavalla kierretään alueet, joille rakenteita ei saada sijoittaa. Mikäli tämäkään ei ole mahdollista rakenteiden sijoittaminen annetaan paikalliselle rakennuslautakunnalle ratkaistavaksi. Rakennuslautakunta tekee päätöksen rakenteiden sijoittamisesta ja toimittaa päätöksen kullekin osapuolelle.

4.6.3 Liittymispisteen muutossopimus

Liittymispisteen muutossopimuksella muutetaan maanomistajan liittymispistettä ja käytetään, kun liittymispiste eli johdon omistussuhde muuttuu. Käytännössä liittymispisteen muutoksia tehdään esimerkiksi silloin, kun vanha pienjänniteilmalinja saneerataan ja vanha liittymispiste siirretään joko tontin rajalle, pylvään liittimiin tai haaroitus-/jakokaapin liittimiin. Yleisimmät liittymispisteet ovat tontin raja, haaroitus- tai jakokaapin liittimet, muuntamon tai pylvään liittimet (kuva 13). Sopimuksen myötä liittymisjohdon omistajuus ja vastuu siirtyvät liittymän omistajalle. (Valtonen 2021.)



KUVA 13. PKS:n havainnekuva liittämiskohdasta (PKS Sähkösiirto Oy julkaisuaika tuntematon)

4.6.4 ELY-luvan hakeminen

ELY-hakemus tehdään aina, kun sähköverkon rakenteita suunnitellaan sijoitettavaksi ELY-tien teialueelle (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2022). Projektin sekä teialueelle sijoitettavien rakenteiden laajuudesta riippuen hakemuksen tekeminen alkaa joko maastokatselmuksella paikallisen tieviranomaisen kanssa tai maastosuunnittelijan omalla maastokäynnillä. Suuremmissa projekteissa maastokatselmus tieviranomaisen kanssa on suositeltavaa, mutta pienemmissä projekteissa tälle ei ole tarvetta. Mikäli tieviranomaisen kanssa järjestetään maastokatselmus, käydään tämän aikana läpi teialueelle suunniteltavien rakenteiden sijoituspaikat. (Valtonen 2021.) Jos maastokatselmusta ei tarvita, voidaan maastosuunnittelussa siirtyä itsenäisesti suoritettuna maastokäynnin jälkeen ELY-hakemuksen laatimiseen.

Lupahakemus tehdään ELY-keskuksen verkkosivuilla. Hakemuksen tekemiseen ja varsinkin sen palautumiseen kannattaa varata reilusti aikaa, koska etenkin ruuhka-aikoina hakemusten käsittely on hidasta. ELY-keskuksen sivustolla ilmoitetaan hakemusten käsittelyajoiksi noin 5–6 viikkoa. Tämän takia ELY-hakemus kannattaa tehdä mahdollisimman varhain suunnittelutyön aloittamisen jälkeen. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2022.)

Hakemukseen syötetään kaikki tarvittavat yhteystiedot ja rakenteet merkitään kartalle. Karttaan merkitään myös kaikki tien alitukset ja ylitykset sekä teialueen läheisyyteen suunnitellut kaapelit ja ilmajohdot. Tämän jälkeen ELY-hakemukseen liitetään tarvittavat liitteet, joita ovat:

- Karttakuvat
 - Lähestymis-, yleis- ja suunnitelmakartat
- Kaapeleiden asennus- ja suojausohjeet (valmis pohja)
- ELY-katselmusmuistio
 - Jos tällainen on luotu tieviranomaisen kanssa maastokäynnillä
- Liikenteenohjaussuunnitelma (valitaan valmiista pohjista)
- Maaperäkartat
- Kartat muista selvitetystä kaapeleista, johdoista ja putkista
- Mahdolliset kartat muista haitoista/esteistä alueella
- Tulevat tiehankkeet alueella

4.6.5 AVI-luvan hakeminen

Sähköjohtoa suunniteltaessa vesistöön maastosuunnittelussa täytyy huomioida Suomen vesilain asettamat rajoitukset (Vesilaki 27.5.2011/587). Lisäksi suunnittelussa on hyvä huomioida valtioneuvoston asetus eräistä vesialueelle sijoitettavista johdoista (Valtioneuvoston asetus eräistä vesialueelle sijoitettavista johdoista 146/2018). Vesi-, viemäri- ja voimajohdon, tietoliikennekaapelin tai muun samantapaisen johdon asentaminen jonkin valtavyöhyksen kuten joen, vesistökaapeikon tai salmen ja puron alitse on ilmoitettava ELY-keskukselle ja vesialueen omistajalle vähintään 60 vuorokautta ennen rakentamistyöhön ryhtymistä. Tämän ilmoituksen tekeminen on maksutonta ja ilmoituksen saatuaan ELY-keskuksesta ohjataan ilmoituksen tekijää joko hakemaan aluehallintoviraston vesilain mukaista lupaa tai määrittää projektin toteuttamiselle reunaehdot. (Ympäristö 2022.)

AVI:lle eli aluehallintovirastolle tehdään lupahakemuksia yleensä tilanteissa, joissa kaapelia suunnitellaan sijoitettavaksi suuren vesistön pohjalle tai yleisen vesikulkuväylän ali, kuten esimerkiksi joen. Aluehallintovirastolle tehtävät hakemukset liittyvät siis yleisesti suurempiin projekteihin ja lupien odotusajat ovat yleensä noin 9–12 kuukautta. (Aluehallintovirasto julkaisuaika tuntematon.) Lupaprosessin työläyden sekä pitkien käsittelyaikojen vuoksi vesistöt pyritään lähtökohtaisesti kiertämään, jotta lupia ei tarvitse hakea. Aika ajoin esimerkiksi vesistöjen alituslupia kuitenkin haetaan ja näissä tapauksissa ohjeita hakemuksen tekemiseen löydetään muun muassa AVI:n verkkosivustolta.

4.6.6 Muuntamoiden toimenpideluvat

Maastosuunnittelussa tarkistetaan, pitääkö muuntajan sijoittamiseen pyytää lupa sijoitusalueen kunnalta. Kunnat toimivat lupien hakujen kanssa hieman eri tavoin ja kaikissa tapauksissa lupia ei tarvita. Esimerkiksi joidenkin kuntien alueelle muuntamoita suunniteltaessa vaaditaan sijoitusluvan hakemista ainoastaan asemakaava-alueella. Kuntien ohjeistukset toimenpidelupahakemuksien tekemiseksi ovat löydettävissä kuntien omilta internet-sivustoilta rakennus- tai ympäristöohjeistuksista. (Silver 2020.)

4.6.7 Yksityisteiden sopimukset

Yksityistiet ovat Suomessa tieosakkaiden ylläpitämiä teitä. Yksityistie on tie, joka ei ole yleinen tie, katu tai kaavatie. Yksityistielle perustetaan yleensä tiekunta, jonka tehtävänä on vastata tien ylläpidosta. Sähköverkon rakenteiden sijoittamisesta tiealueelle on tehtävä sopimus tiekunnan kanssa. Yhteyshenkilö tiekunnassa on yleensä tiekunnan puheenjohtaja, jonka yhteystiedot selvitetään maanmittauslaitoksen yksityistierekisteristä tai muilta alueen maanomistajilta. (Maanmittauslaitos julkaisuaika tuntematon.)

Tiealueille sijoitettavista kaapeleista, ilmajohdoista tai muista rakenteista on tehtävä sopimus sekä tiekunnan asioista vastaavan henkilön tai osakkaiden kanssa, jos tiekuntaa ei ole perustettu. Vuoden 2018 yksityistielain pykälän 30 mukaan

Tiealueen tiekäyttöön ottamisen jälkeen suostumuksen kiinteistöä tai yhdyskuntaa palvelevan maahan sijoitettavan johdon ja sellaiseen

liittyvän vähäisen laitteen sijoittamiseen antaa tiekunta tai, jos sel-
laista ei ole perustettu, tieosakkaat. Kiinteistön omistajan suostu-
mista ei tällöin tarvita. (Yksityistielaki 566/2018, 3 luku 30 §.)

Maastosuunnittelijan on hyvä tutustua yksityistielakiin ja verkkoyhtiön ohjeistuksiin kaapelin tai ilma-
linjan sijoittamisesta tiealueelle. Verkkoyhtiöiden ohjeistuksien välillä voi olla eroja esimerkiksi johti-
mien minimikorkeuksissa tien pinnasta. Ohjeistukset sisältävät yleensä verkkoyhtiön ohjeistuksia
kaapeleiden, ilmalinjojen tai muiden rakenteiden sijoittamiseen liittyen.

Teiden läheisyydessä käytettäviä termejä ja määritelmiä, joihin kannattaa tutustua:

- Maantie: tie, jonka ylläpidosta huolehtii valtio
- Yksitystie: tie, jonka ylläpidosta huolehtii muu kuin valtio
- Tiealue: tiealueen raja on yleensä merkitty paaluilla tms. Muussa tapauksessa se on 2 m
ojan ulkoluiskasta
- Ajoin: tieliikenteelle tarkoitettu valkoisten reunaviivojen välinen alue tai vastaava kohta
ilman reunaviivamerkintöjä olevilla teillä
- Luiska: ojakaivannon reunat, maastoleikkaus tai pengerrys tien reunassa
- Maantien suoja-alue: ulottuu yleensä 20 m etäisyydelle ajoradan keskilinjasta

4.6.8 Maastokäynnit, katselmuksot ja ensimmäiset merkinnät

Tämän kappaleen ohjeistuksen luominen todettiin erityisen haastavaksi, koska reittisuunnittelun työ-
vaiheet ja tavot vaihtelevat hyvin paljon työn laajuudesta riippuen. Ohjeistukseen laadittiin kohdat
sekä suurempien että pienempien töiden reittisuunnittelua varten. Pääpaino ohjeistuksessa yleisesti
on pientöillä, joita varsinkin uudet maastosuunnittelijat tekevät.

Suuremmat projektit:

Suuremmissa projekteissa maastokäyntejä tehdään suunnittelun aikana useita. Maastokäynti saattaa
sisältää maastokatselmuksia, rakenteiden sijoituspaikkojen kartoitusta ja niiden maastomerkitse-
mistä. Tässä työvaiheessa ei merkitä mahdollista pidempää reittiä, vaan ainoastaan tiettyjä merkittä-
viä rakenteita, kuten muuntamoiden sijaintoja. Mikäli projektialue sijaitsee kaukana yrityksen tai
suunnittelijan toimipisteestä, yritetään samalle päivälle sopia mahdollisimman useita tärkeitä tapaa-
misia. (Valtonen 2021.)

Varsinkin isommissa projektikohteissa täytyy muistaa laittaa työmaakyltit paikalleen, yleensä muun-
tamoiden paikalle ja työalueen läheisyyteen tien varteen. Työmaakyltistä pitäisi selvittää ainakin alu-
een verkkoyhtiö, rakennustyön pääurakoitsija, lyhyt kuvaus suoritettavista töistä sekä työmaan yh-
teyshenkilö eli yleensä maastosuunnittelija. (Penttinen 2021.)

Maastotapaamiset eli maastokatselmuksot yksityisten maanomistajien tai viranomaisten kanssa ovat
tärkeitä ja niiden aikana pyritään yhteisymmärryksessä löytämään paras mahdollinen sijoituspaikka
sähköteknisen suunnitelman mukaisille rakenteille. Maanomistajat tietävät monesti paljon tärkeää
tietoa maaperästä ja muista huomioon otettavista asioista tontin alueella, joten maanomistajien
kanssa kannattaa keskustella asioista. Tapaamisiin maanomistajien kanssa maastosuunnittelijan

kannattaa varautua ottamalla mukaan vähintään karttakuvia ja GPS-laite sijaintitietojen tallentamiseksi.

Pienemmät projektit:

Pienemmät työt, joita varsinkin harjoittelijat yleensä tekevät, hoituvat yleensä yhdellä maastokäynnillä. Kuten suuremmissa projekteissa, pientöissäkin kannattaa keskustella maanomistajien kanssa rakenteiden sijoittamisesta. Myös pienemmissä projekteissa voidaan sopia maanomistajien kanssa tapaamisia paikan päällä, mutta nämäkin yleensä yritetään hoitaa samalla kerralla. Matkakulut lisäävät kustannuksia ja tämä asia maastosuunnittelijan pitää huomioida. Pientöiden kustannustehokkuuden kannalta ylimääräisten maastokäyntien ja matkakulujen kertyminen vaikuttaa huomattavasti enemmän verrattuna isompaan projektiin.

Pientöissä merkintöjen tekeminenkin onnistuu yleensä yhden työpäivän aikana, joten maastosuunnittelijan täytyy varautua riittävällä määrällä työvälineitä. Merkkauskepit, GPS, kartta-aineisto, merkkausnauha ja rautakanki on hyvä pitää mukana lähtiessä pienemmälle projektialueelle. Merkinnöistä enemmän seuraavassa kappaleessa.

4.7 Merkintätyö

Maastomerkinnät sijoitetaan työn laajuudesta riippuen joko ennen luvittamista tai vasta viimeisenä työvaiheena luvittamisen jälkeen. Joskus merkintöjen sijoittaminen voidaan jättää tekemättä heti suunnittelutyön valmistuttua, jos rakentaminen esimerkiksi siirtyy talven vuoksi ensi vuodelle. Tällöin merkintätyö tehdään vasta juuri ennen rakennusvaiheen alkamista.

4.7.1 Maakaapelireitin merkitseminen

Maakaapelireitin merkitseminen tehdään noin 1,2–1,5 m pitkillä merkitsemiskepeillä. Tarkoitus olisi, että asentajan tai kaivajan mennessä paikalle reitti tai muut komponentit olisivat selkeästi merkitty. Merkitseminen tehdään niin, että edelliseltä merkitsemiskepiltä nähdään aina seuraavalle merkitsemiskepille. Mikäli reitissä on mutkia tai muita tarkennettavia asioita, merkitään kohdat useammalla merkitsemiskepillä. Maakaapeloinneissa maastosuunnittelussa merkitään reitin lisäksi ainakin seuraavat asiat:

- Putkien sijainnit
- Haaroitus- ja jakokaappien paikat
- Muuntamot
- Alitukset
- Hankalien kohtien kierrot (esim. kaivot, vesijohdot)
- Rajapyykit, jos tarpeen

Maakaapelin asennussyvyys on 70 cm. Tämän takia maakaapelireitin merkitsemisessä täytyy ottaa huomioon mahdolliset kallioiset alueet, mitkä pyritään selvittämään jo esiselvitysvaiheessa. Mikäli suunnitteluvaiheessa todetaan, että 70 cm syvyyden saavuttaminen on epätodennäköistä, täytyy maastosuunnittelijan harkita muita keinoja, joilla sähköverkko saadaan rakennettua. Tässä vaiheessa jakeluverkkoyhtiön strategia voi vaikuttaa vaihtoehtoihin. Mikäli 70 cm syvyyteen ei päästä,

voidaan kaapeli kuorruttaa, putkittaa tai betonoida. Vaihtoehtona voi myös olla maakaapelin muuttaminen ilmalinjaksi, mutta tämä on verkkoyhtiökohtaista, koska esimerkiksi joidenkin verkkoyhtiöiden ohjeistuksessa mainitaan, että kaikki uudet pienjänniterakennushankkeet tehdään maakaapelina. Maastosuunnittelijan täytyy muistaa tarkistaa verkkoyhtiön ohjeistukset.

Kaapelireittiä merkattaessa keppeihin kirjoitetaan esimerkiksi kaapelireitti tai vain kaapeli. Putkien eli alitusten kohdalla molemmat päät merkitään ja merkitsemiskeppeihin kirjoitetaan putki, A.lk, 110 mm, 6 m sen mukaan, millainen putki on kyseessä. Putkien tietoihin kuuluu putken tyyppi, koko eli halkaisija ja pituus. Haarotus- ja jakokaappien merkitsemiskeppeihin kirjoitetaan HK/JK sekä kaapin tunnus, joka löytyy suunnitteluohjelmasta, kuten esimerkiksi PGFieldistä. (Holopainen 2022b.)

Muuntamoita merkitään kirjoittamalla merkitsemiskeppeihin muuntamon tunnus ja kepit sijoitetaan muuntamon jokaisen kulman kohdalle. Näin tehdään varsinkin suurempien muuntamokoppien ollessa kyseessä. Kaksikin merkitsemiskeppiä riittää, jolloin merkitsemiskepit sijoitetaan muuntamokoppin ristikkäisiin kulmiin. Pienempiä muuntamoita merkittäessä, kuten maaseutukoppeja, riittää yhden merkitsemiskepin sijoittaminen. (Holopainen 2022b.)

4.7.2 Ilmajohdon merkitseminen

Ilmajohtoreitin merkitsemisessä voidaan käyttää samoja merkitsemiskeppejä, kuin maakaapelireittiä suunniteltaessa. Ilmajohtoreitin merkitseminen voidaan tehdä esimerkiksi kirjoittamalla pelkkä työpistenumero merkitsemiskeppiin. Tämän jälkeen työkarttoihin merkitään työpistenumerot vastamaan keppien numeroita ja jokaisen työpisteen tiedot saadaan tätä kautta. Pylväiden rakennetiedot ja mitat saadaan ABB:n Profila-ohjelmasta.

Ilmajohtoreitin suunnittelussa merkitään seuraavat asiat merkitsemiskepeillä:

- Pylväiden paikat
- Muuntamoiden paikat (pylväissä)
- Harukset ja tukipuut (ei välttämätöntä)

4.7.3 Alitusporaus tai tunkkaus

Alituskohdissa, joissa käytetään porausta tai tunkkausta, merkitsemiskeppeihin kirjoitetaan alitusporaus tai tunkkaus. Alituskohtien maastosuunnittelussa täytyy huomioida porauslaitteiden koko ja niiden mahtuminen porauksen alkamiskohtaan. Laitteiston koon huomioimiseksi löytyy valmis ohjeistus yrityksen omista dokumenteista. Porauksen alkamispisteessä täytyy olla tarpeeksi tilaa porauslaitteille. Laitteiden koon lisäksi alitusporauksissa otetaan huomioon alitusporan nousemisjyrkkyys. Tällä tarkoitetaan etäisyyden suhdetta siihen, kuinka paljon poraa pystytään nostamaan tietyllä matkalla. Alitusporauksen tai tunkkauksen ymmärtämiseksi uuden suunnittelijan olisi hyvä käydä paikan päällä näkemässä ja varmistamassa, miten poraus toteutetaan. (Savolainen 2022.)

Alitusporauksia ja tunkkauksia tehdään yleensä suurempien teiden alituskohdissa. Lisäksi alitusporauksia voidaan toteuttaa esimerkiksi vesistöjä, kuten jokia, alitettaessa kaapeloinnilla. ELY-teiden alitusporaukset suunnitellaan siten, että poraus alkaa tiealueen reunasta ja loppuu tien toiselle puolelle tiealueen reunan ulkopuolella, jos vain mahdollista.

4.7.4 Puunpoiston merkintä

Puunpoiston merkintätavoissa on eroja eri jakeluverkkoyhtiöiden kesken. Maastosuunnittelussa muistetaan tarkistaa jakeluverkkoyhtiön ohjeistus. Puunpoistoa suunniteltaessa merkitään hakkuualueen rajat ja yksittäiset poistettavat puut sovitulla tavalla. Lisäksi kuitunauhalla merkitään säästettävät ja suojeltavat kohteet, jos tällaisia on hakkuureitillä tai sen lähistöllä. Savon Voiman alueella puunpoiston hakkuualueen raja merkitään sinisellä kuitunauhalla ja sinistä nauhaa laitetaan puihin, jotka ovat reunimmaisat jäävät puut. Yksittäiset poistettavat puut merkitään yleensä punaisella kuitunauhalla tai spraymaalilla. Maastosuunnittelussa tarkastetaan verkkoyhtiön ohjeistus puunpoiston merkintöihin liittyen.

Puunpoistoalueen leveys määräytyy siihen suunnitellun sähköverkon perusteella. Maakaapelireiteissä ja pienjännitteisissä AMKA-ilmalinjoissa leveys on 3 m eli 1,5 m reitin molemmille puolille, kun korkeampien jännitteiden ilmalinjoissa alue on leveämpi. Esimerkiksi 20 kV ilmajohdolle varataan 10 m leveä johtokatu.

4.8 Suunnitelma-aineiston tekeminen

Suunnitelma-aineistoon kuuluvat seuraavat dokumentit:

- Työkartat
- Purkukartat
- Lähestymiskartat
- Puunpoisto- ja raivauskartat
- Alituskartat
- Putkitustiedot (voidaan sisällyttää työkarttoihin)
- Maanomistajien yhteystiedot
- Työselostukset
- Purkuselostukset

Kaikkien verkkoyhtiöiden ohjeistuksissa ei välttämättä vaadita kaikkia edellä mainittuja dokumentteja. Maastosuunnittelussa muistetaan kuitenkin tarkistaa jakeluverkkoyhtiön vaatimukset, mille suunnittelua tehdään. Suunnitelma-aineiston vaatimukset voivat hieman vaihdella jakeluverkkoyhtiöiden välillä.

4.8.1 Työkartat

Maastosuunnittelussa työkartat tehdään sen jälkeen, kun luvittaminen on valmis ja projektin kaikkien rakenteiden sijainnit on selvitetty. Työkarttoihin merkitään suunnittelijan yhteystiedot ja suunnitelman nimi. Kartat saadaan tulosteena suunnitteluohjelmasta, kuten PGFieldistä, ja niihin kirjataan kaikki tarpeellinen tieto rakennusprosessia varten. Työkarttoihin merkitään seuraavat asiat:

- Maaston esteistä tai muista huomioista selvitykset
- Alituskohdat, tiet, joet tai muut vesistöt
- Kaapeli- ja ilmajohtoreitit
- Kaapelin/ilmajohdon tyyppi
- Kaapelin/ilmajohdon pituus

- Jako- ja haaroituskaappien sijainnit
- Esteet ja muut huomiot, kuten vesiputket, valokuidut tai muut vastaavat
- Jatkokset
- Maadoitukset ja niiden suunnat

Työkarttojen tulisi olla mahdollisimman selkeät ja helppolukuiset, jotta asentajien työ olisi mahdollisimman vaivatonta. Maastosuunnittelussa työkarttoihin merkitään kaikki tärkeä olennainen tieto, jotta asentajan työ onnistuisi suoraan näiden karttojen sekä muiden dokumenttien avulla.

4.8.2 Purkukartat

Purkukartan tarkoitus on toimia ohjeistuksena ja tarkistustyökaluna asentajille. Purkukartta auttaa asentajaa tarkistamaan kohteen laajuus ja saamaan käsityksen purkutyöstä. Purkukarttoihin merkitään seuraavat asiat:

- Purettavat linjat ja niiden pituus
- Purkukohteiden jännitetasot
- Purettavat rakenteet
- Purettavan johdon ikä- ja kuntotiedot
- Erotuskohdat
- Varoituksia esimerkiksi lähistöllä olevista jännitteisistä verkonosista
- Muita huomioita, kuten pystyyn jääviä pylviä

4.8.3 Lähestymiskartat

Lähestymiskartan tarkoitus on toimia työalueen paikantamisen apuna. Lähestymiskartat olivat käytössä ennen navigointilaitteiden yleistymistä, mutta niitä kuitenkin käytetään edelleen, vaikka suunnistus työkohteeseen tehdään usein nykyaikaisin menetelmin. Lähestymiskarttoihin merkitään työalueen sijainti kartalle ja kuvaan voidaan lisätä kommenttina osoitetiedot, jotta paikka löydetään helposti. Lähestymiskarttoja tehdään esimerkiksi kaksi kappaletta, joista toinen mittakaavalla 1:50 000 ja toinen 1:15 000. Lähestymiskarttaan voidaan myös merkitä esimerkiksi maanomistajan yhteystiedot.

4.8.4 Puunpoisto-/raivauskartat

Puunpoistokarttojen tarkoitus on toimia metsäurakoitsijan apuna työssä. Karttoihin selvitetään hakattava alue, tonttien omistajien yhteystiedot ja mahdolliset huomiot suojeltavista kohteista reitillä tai reitin lähistöllä. Puunpoistokartan tulisi olla mahdollisimman selkeä ja helppolukuinen, jotta väärinkäsityksiltä vältytään.

4.8.5 Alituskartat

Alitus- eli suuntaporauskarttaa tehtäessä muistetaan tarkistaa verkkoyhtiön ohjeistus. Yleensä karttaan merkitään vähintään seuraavat asiat:

- Suuntaporausalkamis- ja arvioitu tai tavoiteltava loppumispiste
- Porauksen ja putken pituus
- Putkitustiedot (mistä lisää seuraavassa kappaleessa)

- Varottavat kohteet, kuten valokuitu tai vesiputki

4.8.6 Putkitustiedot

Karttoihin merkitään putkien luokka, koko eli halkaisija ja pituus. Putkitustiedot lisätään työkarttoihin ja putken halkaisija saadaan laskettua siihen asennettavan kaapelin perusteella. Mikäli putkien kaapelointia ei suoriteta kaivuun/porauksen yhteydessä, tulee putkien päät tulpata. Lisäksi mahdollisten varaputkien päät tulpataan ja niiden sijainti dokumentoidaan. (Valtonen 2021.) Putkien tai putken koko saadaan laskettua alla olevassa kuvassa esitetyn kaavan avulla (kuva 14). Putken halkaisijan on oltava vähintään 1,5 kertaa suurempi kuin siihen asennettavan yksittäisen kaapelin halkaisija.

Kaapeleiden ulkohalkaisijat

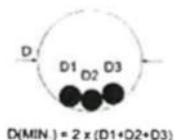
Poikkipinta	AXMK 1 kV	AHXAMK-W	AHXAMK-WP 20 kV	AXCLight -TT
16	20			
25	23			
35	23			
50	26	64	61	52,5
70	30			
95	34	71	69	60,1
120	38	74		
150	42	76	75	66,5
185	47	80		71
240	53	89	86	75,9
300	59	94		

Putkien halkaisijat / mm

Ulko	Sisä
75	57
110	92
140	115
160	129

Suuntaporaus putki SDR 17		
Ulkohalkaisija [mm]	Seinämä [mm]	Sisähalk. [mm]
50	3	44
75	4,5	66
90	5,4	79,2
110	6,6	96,8
125	7,4	110,2
140	8,3	123,4
160	10,7	138,6

Putken halkaisijan on oltava vähintään 1,5 x kaapelin halkaisija. Putkituksessa suositellaan kulmat tehtäväksi vähintään 2 m säteellä.



Mikäli putkeen asennetaan useampi kaapeli, on putken halkaisijan oltava vähintään 2 x kaapelin yhteenlaskettu halkaisija. Katso myös kohta 5.5.

KUVA 14. Putken halkaisijan määrittäminen (Voimatel 2022a)

4.8.7 Työselostus

Työselostuksen pohja on löydettävissä yleensä työn tilanteen verkkoyhtiön palvelusta. Työselostus tehdään rakentamistyötä varten ja siihen täytetään puuttuvat tiedot, joita ovat yleensä:

- Suunnittelijan yhteystiedot
- Työkohteen tunnistetiedot eli sijainti
- Ohjeet rakentamistyön tekemiselle eli mitä on suunniteltu
- Muita huomioita työstä
- Turvallisuusasiat

4.8.8 Purkusuunnitelma

Purkusuunnitelman idea on sama kuin työselostuksessa, mutta siinä käsitellään pelkästään purkutyötä. Rakentamis- ja purkutyö pidetään siis erillään toisistaan ja molemmille tehdään omat selostukset. Purkutyöselostuksen pohja on löydettävissä verkkoyhtiön palveluista ja sen tulee sisältää ainakin seuraavat asiat:

- Suunnittelijan yhteystiedot
- Työkohteen tunnistetiedot eli sijainti
- Mitä puretaan ja kuinka paljon
- Purettavien pylväiden ikä ja kunto

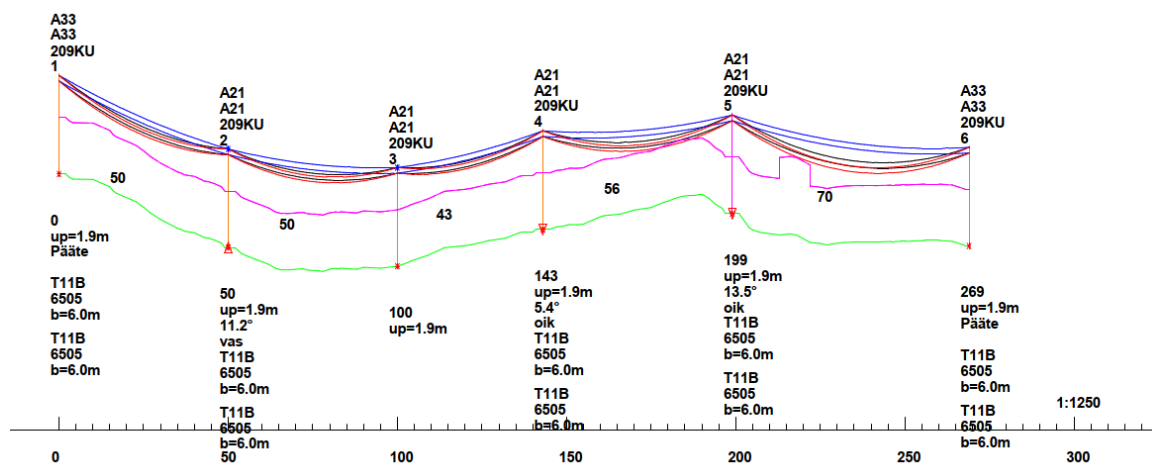
4.8.9 Yhteystietolomake

Maanomistajien jo esiselvitysvaiheessa selvitettyt tiedot kerätään yhteen tiedostoon ja liitetään työn dokumentteihin. Kerättäviin yhteystietoihin kuuluvat maanomistajan nimi, osoitetiedot, puhelinnumero ja mahdollisesti sähköpostiosoite. Mikäli kiinteistöllä on useampia omistajia, lisätään kaikkien osakkaiden yhteystiedot yhteystietolomakkeelle tai -kartalle. Pienemmissä projekteissa voidaan yhteystietolomakkeen sijaan käyttää karttakuvaa työalueesta, mihin merkitään tarvittavat yhteystiedot.

4.9 Rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelulle kerätään kaikki saatavilla oleva tieto tilattavasta materiaalista. Työvaihe on tiivistetty suunnitteluohjelman, kuten PGFieldin, rakennepakettien lisäämiseen, mikä tehdään yleensä työn loppuvaiheessa. Rakennepakettien lisääminen vaatii muun muassa tiedon siitä, kuinka paljon esimerkiksi kaapelia tai pylväitä rakennustyössä tulee kulumaan. Rakennesuunnittelun vaikutus projektin kokonaisuuteen voi olla merkittävä varsinkin taloudellisuutta ajatellen. Työlle tilataan rakennepakettien mukaiset tuotteet ja jos rakennesuunnittelussa on tehty virheitä, lisää se työn kustannuksia. Esimerkiksi liikaa tai väärin tilatuilla työtarvikkeilla, turhilla matkoilla ja menetetyllä työajalla lisätään projektin kustannuksia. (Holopainen 2022d.)

Tärkein työvaihe rakennesuunnittelussa on ilmajohtoon Profila-suunnitteluohjelman mallinnus, minkä kautta saadaan tieto ilmajohtoreitin rakenteista. Profilan kautta saadaan tietoa pylväiden pituuksista, niiden vahvuuksista (pylväsluokka), latvarakenteista ja harusten koosta sekä määrästä. Profilan mallinnuksen tekemisen jälkeen maastosuunnittelijan on helppo kerätä suunnitelmalle oikeat tuotteet HeadPowerin vakiorakennevalikoimasta, joka löytyy suunnitteluohjelmasta. Alla olevassa kuvassa (kuva 15) on esimerkki Profilalla tehdystä ilmajohtoreitin mallinnuksesta. Kuvasta nähdään muun muassa se, miten Profila ilmoittaa pylväsrakenteiden tiedot jokaisen pylvään kohdalla. (Holopainen 2022d.)



Kuva 15. Profila-mallinnusohjelmalla tehty mallinnus ilmajohtoreitistä (Voimatel 2021)

Maakaapelireitin suunnittelussa rakennesuunnittelu koostuu yleisesti jakokaappien mitoittamisesta ja kaapelimäärien, suojaustarvikkeiden sekä muiden komponenttien laskennasta. Maastosuunnittelussa on muistettava, että suunniteltu reitti voi vaikuttaa sähköisten rakenteiden, kuten kaapeleiden pituuksiin ja tämän kautta esimerkiksi jännitteenalenemaan. Mikäli maastosuunnittelussa on muutettu reittiä merkittävästi alkuperäisestä alustavasta suunnitelmasta, täytyy sähkötekninen suunnittelu tarkistaa ja mahdollisesti tehdä uudestaan, jotta se on edelleen standardien sekä verkkoyhtiöiden ohjeistuksien mukainen. (Holopainen 2022d.)

4.10 Työn tarkastaminen ja luovutus

Kun kaikki suunnittelun työvaiheet on tehty ja suunnitelmapaketti on kasassa, maastosuunnittelija tarkistaa kokonaisuuden itse. Apuna voi käyttää esimerkiksi tämän opinnäytetyön toiseen osan eli ohjeistukseen luotua muistilistaa. Kaikki dokumentit läpikäydään ja tarkistetaan, että kaikki tarvittava on muistettu tehdä. Tämän jälkeen maastosuunnittelussa tallennetaan oleelliset tarvittavat dokumentit tilaajan järjestelmiin, mikä tarkoittaa yleensä HeadPowerin IWM -palvelua. Maastosuunnittelussa kerätyt ja laaditut dokumentit tallennetaan ohjeistuksien mukaisiin paikkoihin. On huomioitava, että verkkoyhtiökohtaiset käytännöt dokumenttien tallentamisesta eroavat hieman toisistaan. Lopuksi maastosuunnittelussa päivitetään työlle toteutuneet yksiköt laskuttamista varten.

Työn luovutus sisältää suunnitelman palauttamisen suunnitteluohjelmassa, kuten PGFieldissä, missä suunnitelma palautetaan valmiina tilaajalle tarkistettavaksi. On huomioitava, että käytettäessä PGField-suunnitteluohjelmaa suunnitelman palauttamisen jälkeen työkohteeseen poistuu omalta päätelaitteelta eikä siihen voi enää tehdä muutoksia tämän jälkeen. Mikäli PGFieldiä käytettäessä muutoksille ilmenee tarvetta, täytyy suunnitelma saada takaisin tilaajan järjestelmästä.

5 POHDINTA

Opinnäytetyöprosessissa valmistunut maastosuunnitteluohjeistus on osoittautunut hyväksi työtä helpottavaksi tekijäksi. Ohjeistus on onnistunut ainakin jossain määrin ja tämä johtunee varmasti siitä, että olen saanut tarpeeksi tukea ja apua opinnäytetyön kirjoittamiseen yritykseltä. Mielestäni minulla on vielä hyvä näkemys siitä, minkä uusi maastosuunnittelija kokee hankalaksi ja mitä ohjeistuksessa kannattaa korostaa oman työkokemukseni pohjalta maastosuunnittelijana toimiessani.

Maastosuunnitteluohjeeseen onnistuin keräämään luotettavaa, ajantasaista ja etenkin tärkeää tietoa uudelle maastosuunnittelijalle. Lisäsin ohjeistukseen tietoja, joiden paikkaansa pitävyyden pystyin varmistamaan. Onnistuin omasta mielestäni ajankohtaisten lähteiden löytämisessä. Ajantasainen teksti parantaa yrityksen toimintaa. Toiminnan yhtenäistäminen oli yksi tavoitteista ja uskon, että käyttöönotettuna ohjeistuksesta on hyötyä yritykselle. Mikäli yrityksen kaikki maastosuunnittelijat koulutettaisiin käyttämällä samaa ohjeistusta, tulisi maastosuunnittelusta yhdenmukaisempaa. Maastosuunnitteluun perehdytys toimii yrityksessä hyvin, mutta aina on parantamiseen varaa.

Vanhemmille suunnittelijoille ohjeistukseen lisättiin vanha, mutta päivitetty muistilista, jota voi käyttää työtä tehdessä tai sitä tarkistettaessa. Muistilistan kautta on helppo siirtyä tarvittaessa ohjeistuksen tarkempaan kohtaan. Ohjeistukseen lisäsin myös linkkejä yrityksen tiedostoissa olevista ohjeistuksista. Kaikkea ei tarvinnut kirjoittaa ylös, koska valmiita ohjeita löytyi jo yrityksen sisäältä. Nyt, kun kaikki ohjeistukset on kerätty samaan paikkaan, on niiden löytäminen nopeampaa ja helpompaa.

Opinnäytetyön kirjoitusprosessissa valmistunut ohjeistus on laadittu Voimatel Oy:n näkökulmasta, mutta on muidenkin käytettävissä. Ohjeistus luotiin yleisohjeeksi eli siinä ei juurikaan oteta kantaa jakeluverkkoyhtiöiden omiin määräyksiin tai ohjeisiin. Toivottavasti tämä opinnäytetyö täydentää aiemmin tehtyjä ansiokkaita opinnäytetöitä maastosuunnittelusta. Lisäksi toivottavasti jokin muu suunnittelutoimisto pystyy hyödyntämään tätä ohjeistusta oman toimintansa parantamiseen, vaikka kaikki tieto ohjeistuksessa ei olekaan julkista. Ennen kaikkea toivon, että työ tulee edistämään Voimatel Oy:n maastosuunnitteluprosessia.

Omaa työskentelyä arvioiden olisin voinut tehdä joitakin muutoksia. Pitkähköt tauot kirjoittamisen välissä jättäisin ensi kerralla pois. Opinnäytetyö valmistunee tavoiteajassa, mutta tulevaisuudessa noudattaisin tarkemmin asettamiani väliaikatauluja. Haasteita syntyi opinnäytetyön aiheesta. Todella laajana aiheena maastosuunnitteluprosessin aukikirjoittamisesta aloittaminen tuntui hitaalta ja haastavalta, mutta kun rajaus alkoi selviämään, niin kirjoittaminenkin muuttui helpommaksi. Lopulliseen aikatauluun olen tyytyväinen, sillä valmistuminen ei myöhästy suunnitellusta ajankohdasta.

Yhteisiä välipalavereita koulun sekä yrityksen yhteyshenkilöiden kanssa olen pitänyt erityisen tärkeinä. Jälkeenpäin ajateltuna välipalavereita olisi voinut olla vielä enemmän. Välipalavereissa oli hyvä seurata opinnäytetyön etenemistä ja ne olivat hyviä tilanteita läpikäydä mahdollisia haasteita opinnäytetyötä ohjaavan opettajan ja yrityksen edustajan kanssa. Välipalavereista sain myös uusia ideoita kirjoittamiseen ja aihe tarkentui näiden palavereiden aikana. Samojen palavereiden avulla yrityksen edustaja sai tietoa opinnäytetyön edistymisestä. Itse olisin tulevaisuudessa aktiivisempi prosessin aikana ja varaisin aikaa useammalle välipalaverille. Opinnäytetyön valmistaminen on ollut kokonaisuudessaan haastava, mielenkiintoinen ja opettavainen työ. Opinnäytetyöprosessin aikana

saavutettiin mielestäni sille asetetut tavoitteet ja varsinkin oma ammattitaitoni kehittyi työn edetessä.

Jatkokehitysideat tälle työlle olisivat sähköteknisestä suunnittelusta, rakennesuunnittelusta tai maastosuunnittelun taloudellisuudesta laadittu opinnäytetyö. Varsinkin nämä asiat vaatisivat laajemman ohjeistuksen ja uskon, että niistä olisi todella hyötyä yrityksen toiminnan kannalta maastosuunnittelun osalta. Etenkin suunnittelun taloudellisuudesta tehty opinnäytetyö olisi varmasti yritykselle arvokas.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön aihe syntyi Voimatel Oy:n tarpeesta saada varsinkin sen uusille maastosuunnittelijoille ohjeistus työn tekemiseen. Vuoden 2021 keväällä pääsin Voimatel Oy:lle kesätöihin ja jatkumona tälle ilmoitin, että olisin kiinnostunut opinnäytetyön tekemisestä. Toimin itse yrityksessä maastosuunnittelijana ja halusin jatkaa tehtävässä sen mielekkyyden takia. Minulle ehdotettiin opinnäytetyön aiheeksi maastosuunnitteluprosessin kehittämistä ja työtä lähdettiin edistämään. Lopulta aihe muotoutui maastosuunnittelun ohjeistuksen laatimiseksi ja ohjeistuksen tekeminen aloitettiin alkuvuodesta 2021. Ohjeistuksen tarkempaa rajausta ei alun perin saatu tehtyä tarpeeksi hyvin, joten kirjoitusprosessin aikana se täsmentyi, kun yrityksen tarpeet selvenivät itselleni.

Opinnäytetyön tyypiksi valitsin toiminnallisen opinnäytetyön. Tiedon ja materiaalin keräämiseen on käytetty laadullista eli kvalitatiivista tutkimusmenetelmää, joka voi perustua haastatteluihin, havaintoihin ja tekstin analysointiin (Vilkkä 2021.) Kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää käytettiin lähdemateriaalien keräämisessä edellä mainituin tavoin. Haastatteluiden ja kirjallisten lähteiden lisäksi lähdemateriaalia kerättiin toimeksiantajan omista dokumenteista sekä asiakirjoista. Kirjallisiin lähteisiin kuului muun muassa lakitekstejä, kuten vesi- ja yksityistielaki, ja näistä poimittiin tärkeimmät kohdat ohjeistusta varten. Toiminnallinen osa eli maastosuunnitteluohje vaati lähdetietojen etsimisen lisäksi materiaalin analysointia, jotta siitä saatiin kerättyä tärkeimmät kohdat tätä ohjeistusta varten.

Tuotoksena tässä työssä on maastosuunnitteluohjeistus, joka pyrkii avaamaan maastosuunnittelun työvaiheita mahdollisimman selkeästi aloittavalle maastosuunnittelijalle. Ohjeistuksen ohessa on tehty muistilista, jota voi käyttää myös vanhemmat suunnittelijat esimerkiksi oman työn tarkistamisessa. Maastosuunnitteluohjeistus on yritykselle tärkeä työkalu. Opinnäytetyö parantaa myös yrityksen yhdenmukaisuutta maastosuunnittelijan perehdyttämisessä. Tuloksena syntyi maastosuunnitteluohjeistus.

Opinnäytetyön tarkoitus ja päätavoite oli luoda toimeksiantajalle maastosuunnittelun prosessikuvaus eli ohjeistus, joka vastaisi yrityksen tarpeita. Lisäksi muita tavoitteita olivat yrityksen maastosuunnitteluprosessin yhtenäistäminen, kehittämien ja maastosuunnittelijoiden perehdytysprosessin parantaminen. Päätavoite saavutettiin ohjeistuksen valmistuessa ja maastosuunnitteluohjeistus vastaa yrityksen tarpeisiin. Lisäksi käyttöön otettuna luotu maastosuunnitteluohjeistus yhtenäistää maastosuunnitteluprosessia eri paikkakunnilla ja helpottaa sekä selkeyttää maastosuunnittelijan perehdyttämisprosessia.

Tutkimus- ja ammattieettisiä ohjeita on noudatettu opinnäytetyötä tehdessä. Teoriapohja on kerätty asianmukaisista lähteistä, kuten lainsäädännöistä, asiakirjoista ja viranomaisten verkkosivuilta. Lähdekriittisyyttä on mietitty jokaisen lähteen kohdalla ja työhön on pyritty valitsemaan lähteitä mahdollisimman uusista teoksista tai ohjeistuksista.

LÄHTEET

Airaksinen, Tiina & Viikka, Hanna 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Aluehallintovirasto julkaisuaika tuntematon. Vesilupa. Verkkojulkaisu. <https://avi.fi/asioi/viranomaisen/luvat-ilmoitukset-ja-hakemukset/vesi-ja-ymparisto/vesilupa>. Viitattu 3.5.2022.

Elenia julkaisuaika tuntematon. Elenia Säävarman tarina. Verkkojulkaisu. <https://www.elenia.fi/palvelut/sahkoverkon-rakentaminen-ja-yllapito/elenia-saavarma>. Viitattu 15.3.2022.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2022. Kaapeli, johdot ja putket tiealueella. Verkkojulkaisu. <https://www.ely-keskus.fi/kaapelit-johdot-ja-putket-tiealueella>. Viitattu 29.4.2022.

Energiateollisuus julkaisuaika tuntematon. Sähköverkkojen rakenne. Verkkojulkaisu. <https://energia.fi/energiasta/energiaverkot/sahkoverkot>. Viitattu 4.3.2022.

Fingrid julkaisuaika tuntematon. Fingridin sähkönsiirtoverkko. Verkkojulkaisu. <https://www.fingrid.fi/kantaverkko/sahkonsiirto/fingridin-sahkonsiirtoverkko/>. Viitattu 14.3.2022.

Gasgrid 2022. Kaasuputken tunnistaminen. Verkkojulkaisu. <https://gasgrid.fi/kaasuverkosto/tunnistaminen-ja-toiminta/>. Viitattu 7.5.2022.

GTK 2022. Maankamara. Verkkopalvelu. <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>. Viitattu 8.5.2022.

Holopainen, Ville 2022a. Suunnittelupäällikkö. Haastattelu 6.4.2022.

Holopainen, Ville 2022b. Suunnittelupäällikkö. Haastattelu 25.4.2022.

Holopainen, Ville 2022c. Suunnittelupäällikkö. Haastattelu 5.5.2022.

Holopainen, Ville 2022d. Suunnittelupäällikkö. Haastattelu 6.5.2022.

Johtotieto. Verkkopalvelu. <https://johtotietopankki.fi/>. Viitattu 4.5.2022.

JTT Power julkaisuaika tuntematon. Mistä on tehty laadukas maastosuunnittelu?. Verkkojulkaisu. <https://www.jttpower.fi/blogi/mista-tehty-laadukas-maastosuunnittelu/>. Viitattu 21.3.2022.

Järvi-Suomen Energia 2021. Sähkömarkkinalain muutoksesta tulevat kärsimään suomalaiset verkostoasentajat sekä huoltovarmuus. Verkkojulkaisu. <https://www.jseoy.fi/ajankohtaista/sahkomarkkinalain-muutoksesta-tulevat-karsimaan-suomalaiset-verkostoasentajat-seka-huoltovarmuus/#7bc47dd3>. Viitattu 5.3.2022.

Kaivulupa. Verkkopalvelu. <https://www.kaivulupa.fi/>. Viitattu 8.5.2022.

KPY julkaisuaika tuntematon. Voimatel tuo älyn ja energian jokaisen saataville. Verkkojulkaisu. <https://www.kpy.fi/omistuksemme/voimatel-oy/>. Viitattu 2.3.2022.

Luonnonsuojelulaki 20.12.1996/1096. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961096>. Viitattu 6.5.2022.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>. Viitattu 7.5.2022.

Maanmittauslaitos. Karttapaikka. Verkkopalvelu. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>. Viitattu 6.5.2022.

Maanmittauslaitos julkaisuaika tuntematon. Yksityistien hoito ja ylläpito. Verkkojulkaisu. <https://www.maanmittauslaitos.fi/huoneistot-ja-kiinteistot/kiinteistot-ja-kiinteistokauppa/yksityistien-hoito-ja-yllapito>. Viitattu 8.5.2022.

Muinaismuistolaki 295/1963. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1963/19630295>. Viitattu 7.5.2022.

Pentti, Janne 2021. Sähköverkon sähköinen suunnittelu. Opinnäytetyö. Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/509707/Pentti_Janne.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Viitattu 6.5.2022.

PKS Sähkönsiirto Oy julkaisuaika tuntematon. Sähköliittymät. Verkkajulkaisu. <https://www.pks.fi/sahkoverkkopalvelut/sahkoliittymat/>. Viitattu 8.5.2022.

Savolainen, Markku 2022. Verkostosuunnittelija. Haastattelu 20.4.2022.

Savon Voima julkaisuaika tuntematon a. Kohti säävarmaa sähköverkkoa. Verkkajulkaisu. <https://savonvoima.fi/kotitalouksille/sahkoverkko/saavarma>. Viitattu 4.3.2022.

Savon Voima julkaisuaika tuntematon b. Organisaatio. Verkkajulkaisu. <https://savonvoima.fi/tietoa/savonvoima/organisaatio/>. Viitattu 4.3.2022.

Savon Voima julkaisuaika tuntematon c. Tuttua savolaista voimaa. Verkkajulkaisu. <https://savonvoima.fi/tietoa/savonvoima/>. Viitattu 7.3.2022.

Savon Voima julkaisuaika tuntematon d. Voima elää meissä – sähköä koteihin. Verkkajulkaisu. <https://savonvoima.fi/kotitalouksille/sahkoverkko/>. Viitattu 7.3.2022.

Savon Voima 2022. Savon Voima -konsernin tilinpäätöstiedote 2021: Onnistuneen vuoden takana pitkäjänteinen kehitys ja kasvuinvestoinnit. Verkkajulkaisu. <https://savonvoima.fi/savon-voima-tilinpaatostiedote-2022/>. Viitattu 3.3.2022.

Savon Voima 2021a. Sähkömarkkinalaki uudistuu. Verkkajulkaisu. <https://savonvoima.fi/sahkomarkkinalaki-uudistuu/>. Viitattu 10.3.2022.

Savon Voima 2021b. Säävarman sähköverkon investointien pääpaino siirtyy taajamista haja-asutusalueille. <https://savonvoima.fi/saavarman-sahkoverkon-investointien-paapaino-siirtyy-taajamista-haja-asutusalueille/>. Viitattu 10.3.2022.

Savon Voima Verkko 2021. 01.1 Jakeluverkon maasto- ja rakennesuunnitteluohjeet. Pdf-tiedosto. Julkaisuaika tuntematon. <https://savonvoima.sharepoint.com/teams/sahkoverkon-urakoitsijat/Jaetat%20asiakirjat/01.1%20Maastosuunnitteluohjeet/01.1%20Jakeluverkon%20maasto-%20ja%20rakennesuunnitteluohjeet.pdf>.

Silver, Eetu 2020. Sähkönjakeluverkon maastosuunnittelu. Opinnäytetyö. Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma. Satakunnan ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/342708/Silver_Eetu.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Viitattu 8.5.2022.

Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130588>. Viitattu 7.5.2022.

Säteilyturvakeskus 2021. Sähkönsiirto ja -jakelu. Verkkajulkaisu. <https://www.stuk.fi/aiheet/sahkonsiirto-ja-voimajohdot/sahkonsiirto-ja-jakelu>. Viitattu 15.03.2022.

Torvinen, Joni 2022. Johtava asiantuntija. Haastattelu 12.4.2022.

Valtonen, Tatu 2021. Maastosuunnittelijan käsikirja. Opinnäytetyö. Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma. Savonia-ammattikorkeakoulu. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/495227/Maastosuunnittelijan%20k%C3%A4sikirja%20270421.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Viitattu 1.5.2022.

Vesilaki 27.5.2011/587. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>. Viitattu 7.5.2022.

Vilka, Hanna 2021. Näin onnistut opinnäytetyössä. Verkkokirja. <https://www.ellibslibrary.com/reader/9789523701236>. Viitattu 18.3.2022.

Voimatel julkaisuaika tuntematon. Maailma nojaa nyt ja tulevaisuudessa tiedon ja energian liikkeeseen. Verkkojulkaisu. <https://www.voimatel.fi/voimatel/>. Viitattu 2.3.2022.

Voimatel 2021. Profila-aineisto. Yrityksen sisäiset tiedostot. Viitattu 15.5.2022.

Voimatel 2022a. Putkitustiedot. Yrityksen sisäiset tiedostot. Viitattu 15.5.2022.

Voimatel 2022b. Vesijohtotiedot. Yrityksen sisäiset tiedostot. Viitattu 15.5.2022.

Voimatelin luentoaineisto 2021. Sähköverkon rakentaminen. Savonia yleinen. Moodle-oppimisympäristö. Savonia-ammattikorkeakoulu. https://moodle.savonia.fi/pluginfile.php/1575133/mod_resource/content/1/VTel.pdf. Viitattu 2.3.2022.

Yksitystielaki 560/2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180560>. Viitattu 8.5.2022.

Yle Uutiset 2013. Uusi laki suitsii sähkökatkon enimmäiskestoja. Verkkojulkaisu. <https://yle.fi/uutiset/3-6810328>. Viitattu 5.3.2022.

Ympäristö 2022. Pienten vesirakennustöiden luvanvaraisuus. Verkkojulkaisu. https://www.ymparisto.fi/fi-fi/vesi/vesien_kaytto/pienet_vesirakennustyot. Viitattu 7.5.2022.