

# SÄHKÖNJAKELUVERKON KOKONAISVASTUURAKENTAMINEN

Tuovila Jukka

Opinnäytetyö  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Sähkötekniikka  
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikan ja Liikenteen ala  
Sähkötekniikka  
Insinööri AMK

---

<b>Tekijä</b>	Jukka Tuovila	Vuosi	2016
<b>Ohjaaja</b>	Ins. (AMK), Marko Kukkola		
<b>Toimeksiantaja</b>	Pohjolan Werkonrakennus Oy, Erkki Latola		
<b>Työn nimi</b>	Sähkönjakeluverkon kokonaisvastuurakentaminen		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	36 + 8		

---

Opinnäytetyö tehtiin Pohjolan Werkonrakennus Oy:lle. Pohjolan Werkonrakennus Oy saneeraa keskijännitesähköverkkoa Caruna Oy:lle Koillismaalla ja Pohjanmaalla. Tavoitteena oli ottaa myös turvallisuusasiat sähköverkon rakentamisessa huomioon. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä malli sähköverkon kokonaisvastuurakentamisesta suunnittelun ja projektivastuun osalta.

Tietoperustana oli suurimmaksi osaksi omakohtainen tutustuminen eri vaiheisiin ja myös keskusteltiin suunnittelijoiden ja projektivastaavien kanssa. Lisäksi opinnäytetyössä käytettiin apuna maastosuunnittelijoille tehtyä ohjeistusta. Kirjallisuudesta käytettiin sähköverkon rakentamiseen ja suunnittelun toteuttamiseen liittyviä kirjoja sekä lehtiartikkeleita.

Työssä seurattiin verkostosuunnittelijan, maastosuunnittelijan, dokumentoijan ja projektivastaavan töitä, sekä tutkittiin sitä, että onko mahdollista suorittaa edellä mainitut työt yhdellä henkilöllä. Suunnitelman raamit saatiin Carunan Oy:n ohjeistuksista ja Pohjolan Werkonrakennus Oy:n omista ohjeista.

Opinnäytetyössä selvitettiin sähköisen suunnittelun ja maastosuunnittelun osittaista yhdistämistä, jotta suunnittelu olisi selkeämpää. Tämä toteutui tässä työssä. Koulutuksien jälkeen suunnittelun, dokumentoinnin ja projektivastaavan työn voi hoitaa yksi henkilö.

Industry and Natural Resources  
Electrical engineering

---

<b>Author</b>	Jukka Tuovila	Year	2016
<b>Supervisor</b>	Marko Kukkola, B.Eng.		
<b>Commissioned by</b>	Pohjolan Werkonrakennus Oy, Erkki Latola		
<b>Subject of thesis</b>	Overall responsibility for the construction of electricity network		
<b>Number of pages</b>	36 + 8		

---

This bachelor's thesis was done for Pohjolan Werkonrakennus Ltd. The aim of this study was to make a model of the overall the electricity network construction with regard to design and project responsibility. Pohjolan Werkonrakennus Ltd builds Caruna Ltd.'s electricity distribution system in Koillismaa region and in Ostrobothnia. The thesis also took into consideration safety perspectives.

For data collecting I got to know the design work personally and also discussed with designers and project managers. In addition, earlier Bachelor thesis is made of field instructions for designers, which I also used as an aid in this thesis. From the literature I used books and newspaper articles related to electricity network construction and design.

The working of network designer, documentation specialist and project manager were monitored in the thesis work. Additionally the possibility for one person handling the above mentioned work was studied. The framework for this job became from Carunan Ltds instructions and Pohjolan Werkonrakennus Ltds own documentation.

Partial combining of electrical design and field design was studied for making the design work clearer. This was realized in this theses work. After the training one person can handle the tasks of designing, documenting and managing the project.

Key words

electricity supply, electricity grid, planning, project

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	TRIMPLE NIS 14.2 .....	8
3	SÄHKÖNJAKELUVERKKO .....	9
4	TYÖTURVALLISUUS .....	11
4.1	Työturvallisuuslaki .....	11
4.2	Sähkötyöturvallisuus sähköverkonrakentamisessa.....	11
4.3	Sähkötyöturvallisuus SFS 6002 .....	11
5	SUUNNITTELUPROSESSI .....	13
5.1	Prosessin yhteenveto.....	13
5.2	Suunnitteluprosessi .....	13
5.3	Sähköverkon suunnittelu.....	15
5.4	Sähköinen suunnittelu.....	15
5.5	Maastosuunnittelu.....	18
5.6	Dokumentointi.....	22
5.7	Projektivastuu .....	22
5.8	Työturvallisuus työmaalla.....	23
6	SUUNNITTELUPROSESSIN LÄPIVIEMINEN.....	25
6.1	Tavoitteet .....	25
6.2	Projektin aloitus .....	25
6.3	Aikataulutus .....	26
6.4	Suunnittelu.....	27
6.5	Turvallisuus.....	30
6.6	Suunnittelu tulevaisuudessa .....	33
7	POHDINTA .....	34
	LÄHTEET .....	35
	LIITTEET .....	36

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö on tehty Pohjolan Werkonrakennus Oy:lle. Opinnäytetyössä Pohjolan Werkonrakennus Oy:ssä ohjaajana ja neuvonantajana oli Erkki Latola ja koulun puolesta ohjaavana opettajana oli Marko Kukkola. Kiitän molempia ja varsinkin Erkkiä hyvistä neuvoista ja oikaisuista suunnittelun toteuttamisessa. Myös haluan kiittää Pohjolan Werkonrakennus Oy:n projektikoordinaattoria Paavo Haverista hyvistä ohjeista opinnäytetyön aikana.

Oulussa 6.4.2016

Jukka Tuovila

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Autori	Tietomekan tietopalvelu
KJ	keskijännite
KTMP	kauppa- ja teollisuusministeriön päätös
KVR	sähköverkon kokonaisvastuurakentaminen
PAS	muovipäällysteinen ilmajohto
Pcs	Trimple Nis- tunnus tuotteelle
PJ	pienjännite
PWR	Pohjolan Werkonrakennus Oy
Tietomekka Oy	ohjelmistovalmistaja

## 1 JOHDANTO

Sähköverkon toimitusvarmuusvaatimukset vaativat sähköyhtiöitä tekemään sähköverkoista varmempia. Siihen päästäkseen on rakennettava säävarmoja verkkoja. Säävarman verkon saavuttamiseksi voidaan rakentaa johdot teiden viereen, tehdä vierimetsähoitoa tai rakentaa ilmajohdot päällysteisistä johdoista (PAS). Caruna rakentaa säävarmaa verkkoa tällä hetkellä laajasti. PWR on yhteistyökumppanina useissa kohteissa.

Tämä opinnäytetyö tehdään Pohjolan Werkonrakennus Oy:lle. Opinnäytetyön tavoitteena on laatia suunnitelma sähköverkon kokonaisvastuurakentamisesta. Suunnitteluprosessista ja projektin vetämisestä tehdään yhtenäinen suunnitelma, jotta prosessin voi viedä loppuun asti yksi henkilö. Suunnitelmaan kuuluu myös ottaa huomioon turvallisuusasiat sähköverkonrakentamisessa.

Pohjolan Werkonrakennus Oy on erikoistunut sähköverkkojen rakentamiseen, sekä tie-, katu-, liikennevalojen että kiinteistömuuntamoiden ja -kojeistojen rakentamiseen, huoltoon ja ylläpitoon. Palveluihin sisältyy tarvittava suunnittelu, rakentaminen ja kunnossapitotyöt sekä tarvittaessa materiaalien ja aliurakointitöiden hankinta. Yritys työllistää noin 150 henkilöä. Infratek osti PWR:n osakekannan tammikuussa 2016. PWR jatkaa toimintaa omana yhtiönä.

PWR tekee Caruna Oy:lle sähköverkon muutostöitä. Tässä opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan lähinnä Caruna Oy:n sähköjakeluverkon rakentamista suunnittelijan ja projektivastaavan näkökulmasta. Työssä seurataan verkostosuunnittelijan, maastosuunnittelijan, dokumentoijan ja projektivastaavan töitä. Suunnitelman raamit tulevat Caruna Oy:n ohjeistuksista ja PWR:n omista ohjeista.

Tämä suunnitelma nopeuttaa ja selventää prosessin läpiviemistä suunnittelun ja projektin vetämisen kannalta. Tavoite on saada käyttöön tämä suunnitelma keuhällä 2016.

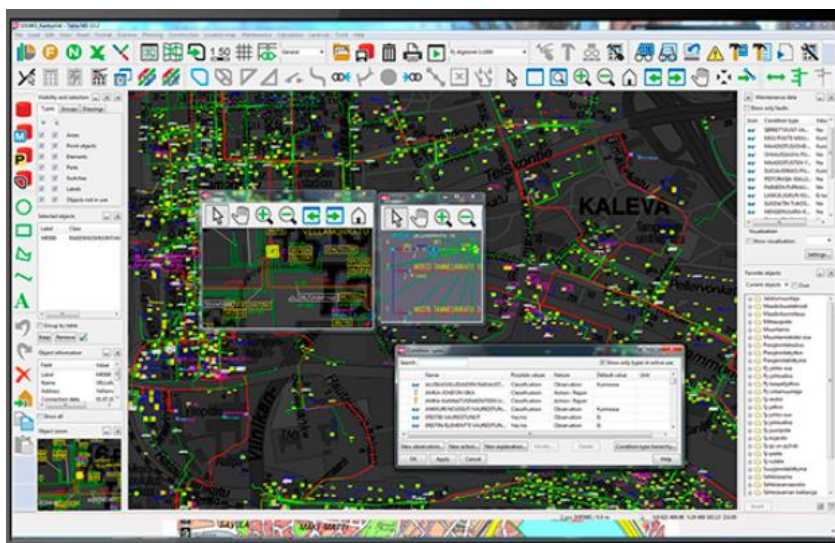
## 2 TRIMPLE NIS 14.2

Trimble on johtava usealla alalla toimiva yhdysvaltalainen teknologiayhtiö, joka tarjoaa asiakkailleen paikkatietoon pohjautuvia tuottavuutta, tehokkuutta ja kannattavuutta lisääviä ratkaisuja. Trimblen ratkaisussa paikannusteknologiat yhdistyvät langattomiin laitteisiin, sovelluksiin ja palveluihin mahdollistaen tiedon keräämisen, hallinnan ja analysoinnin nopeammin ja tehokkaammin. Trimblen osake on listattu teknologiapörssi NASDAQissa Yhdysvalloissa. (Trimble 2016)

Trimble NIS 14.2 on verkkotietojärjestelmä sähköyhtiöiden liiketoimintaan. Järjestelmä muodostuu älykkäästä verkkomallista ja siihen integroiduista paikkatieto-ominaisuuksista. Verkkotopologia ja tuki kohteiden elinkaarelle ovat mallin sisäänrakennettuja ominaisuuksia. Trimble NIS koostuu seuraavista, modulaarisista toimialasovelluksista:

- verkostolaskenta
- verkon suunnittelu ja rakentaminen
- omaisuudenhallinta
- verkkoinvestointien hallinta
- kunnossapito. (Trimble 2016)

Trimble Nis 14.2- verkkotietojärjestelmää käytetään verkostosuunnittelussa, maastosuunnittelussa ja dokumentoinnissa (Kuva 1).

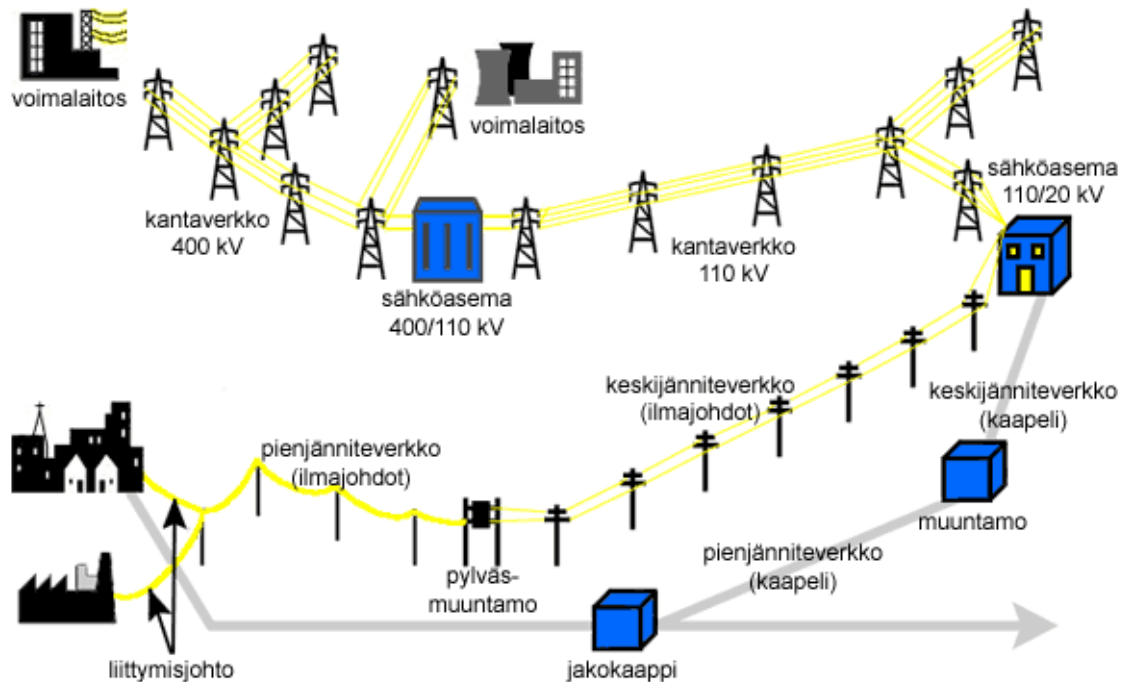


Kuva 1. Trimble Nis- verkkotietojärjestelmä (Trimble 2016)

### 3 SÄHKÖNJAKELUVERKKO

Sähkönjakeluverkko Suomessa alkaa yleisesti 110/20 kV:n sähköaseman jälkeen. Sähkönjakeluverkoista huolehtivat sähköverkkoyhtiöt. Fingridin vastuulla on huolehtia 400/110 kV:n kantaverkosta (Kuvio 1).

Keskijänniteverkkoa käytetään lähes aina säteittäisenä, vaikka se onkin rakennettu monin osin silmukoiduksi. Jännitetaso on 20 kV tai joissain kaupungeissa voi olla 10kV. Pienjänniteverkkoa käytetään tavallisesti säteittäisenä ja jännitteenä on yleensä 0,4kV. (Lakervi & Partanen 2008,125)



Kuvio 1. Sähkönjakelun periaate (Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu & Motiva Oy 2003)

Säävarmassa sähkönjakeluverkossa sääilmiöt eivät pääse aiheuttamaan paljoa vikoja, koska säävarmassa verkossa käytetään maakaapeleita ja ilmajohtoja avoimessa ympäristössä. Sähkömarkkinalaki muuttui 1.9.2013. Muutokset toimitusvarmuusvaatimuksille ovat 6 tuntia taajamassa ja 24/36 tuntia taajaman ulkopuolella. Tämä tavoite saavutetaan vaiheittain seuraavasti:

- Vuonna 2019 50 % asiakkaista on vaatimuksen piirissä.

- Vuonna 2023 75 % asiakkaista on vaatimuksen piirissä.
- Vuonna 2028 100 % asiakkaista on vaatimuksen piirissä.

Näihin tavoitteisiin päästääkseen verkkoyhtiöt joutuvat rakentamaan säävarma-  
verkkoa. Viimeaikaiset myrskyt (Kuva 2) ovat lisänneet tarvetta maakaapeloin-  
nille. (Partanen 2012, 2-4)



Kuva 2. Myrskytuhoa 2015 vuoden lopulla (MTV 2015)

## 4 TYÖTURVALLISUUS

### 4.1 Työturvallisuuslaki

Tässä laissa on tarkoituksena parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi. Laki velvoittaa työnantajan huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Työntekijän velvollisuutena on noudattaa työnantajan määräyksiä ja ohjeita, ja muutenkin on noudatettava työssä huolellisuutta ja varovaisuutta. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, § 8, § 18)

### 4.2 Sähkötyöturvallisuus sähköverkonrakentamisessa

Sähköverkon rakentamista säätelee sähköturvallisuuslaki N:o 410/1996. Laissa määritellään seuraavia asioita:

- sähköturvallisuuden taso
- sähköalan työt
- sähkölaitteiden turvallisuuden varmentaminen
- sähkölaitteistojen käyttöönotto ja käyttö
- sähköturvallisuuden valvonta
- vahinko ja haitta. (Sähköturvallisuuslaki 410/1996)

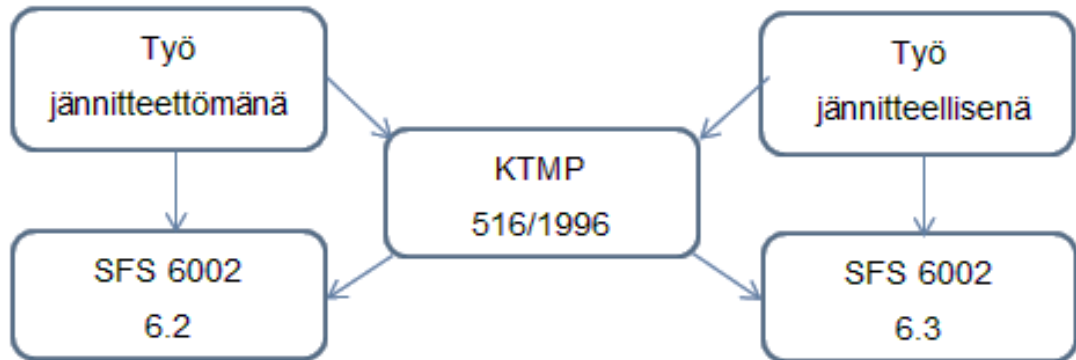
Lisäksi noudatetaan sähköverkonhaltijan ohjeita. Tärkein ohje on noudattaa hyviä työtapoja ja valmistajien asennusohjeita. Töissä käytetään asianmukaisia vaatetuksia ja suojaimia.

### 4.3 Sähkötyöturvallisuus SFS 6002

Tätä standardia SFS 6002 sovelletaan kaikkeen sähkölaitteistojen käyttöön ja työskentelyyn sähkölaitteistoissa ja niiden läheisyydessä (SFS 6002 2015, 7).

Sähkötöidenjohtajalla on kokonaisvastuu sähköturvallisuuden varmistamisesta ja hänen velvollisuutenaan on huolehtia siitä, että kaikki sähkötöihin osallistujat ovat opastettuja työtä koskeviin säädöksiin, vaatimuksiin ja yrityksen ohjeisiin

(SFS 6002 2015, 54). Kuviossa 2 on tiivistettynä se, mistä löytyy tietoa, jos työ tehdään jännitteellisenä tai jännitteettömänä.



Kuvio 2. Sähkötyöturvallisuuden toimenpiteet sähkötyössä

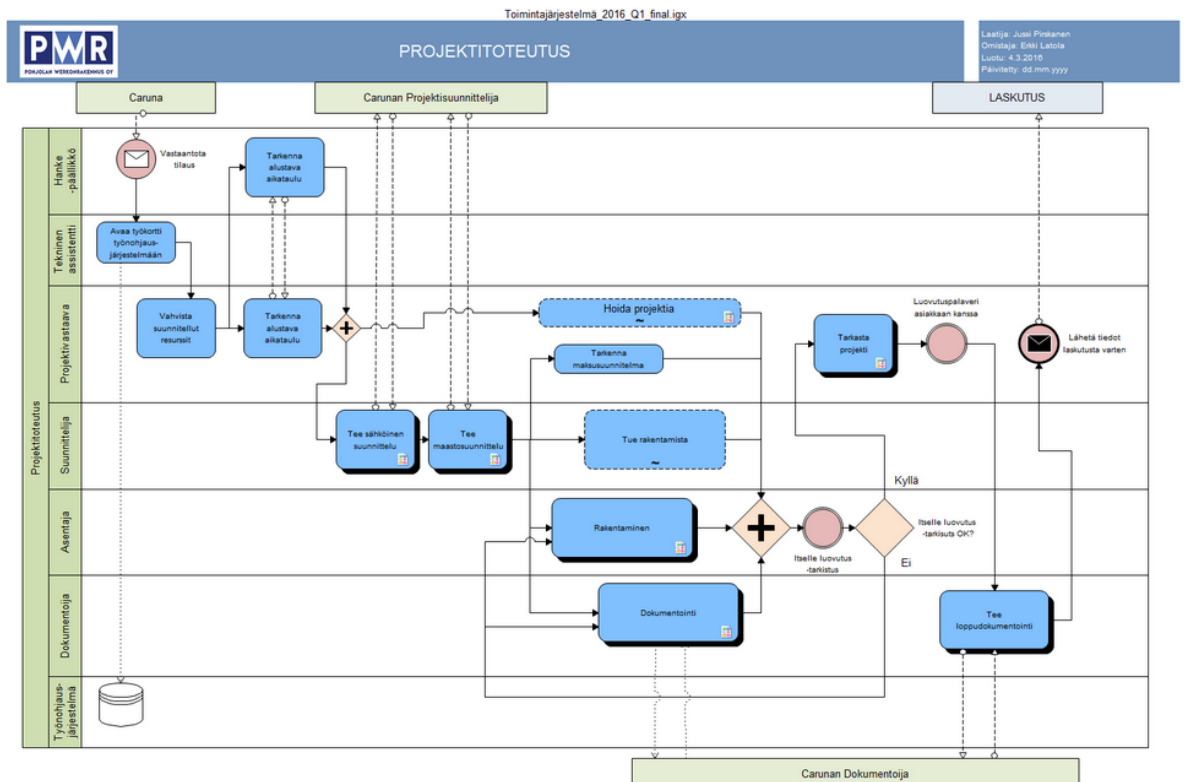
Lisäksi kaikilla työmailla liikkuvilla pitää olla vähintäänkin hätäensiapukortti ja vähintään yhdellä ensiapu 1 -koulutus. Tulityökortti ja vähintään tieturva 1- kortti täytyy olla kaikilla PWR:n työmaan työntekijöillä. Lisäksi jos tehdään 0,4kV:n ja 20kV:n jännitetöitä, niin silloin pitää olla jännitetyökoulutus käytynä.

## 5 SUUNNITTELUPROSESSI

### 5.1 Prosessin yhteenveto

Caruna ei itse rakenna ja huolla sähköverkkoa, vaan se ulkoistaa työt aliurakoitsijoille KVR-urakoina. KVR-urakoinnissa urakoitsija huolehtii kokonaisuudessaan rakennuskohteen toteuttamisen, johon kuuluu myös suunnittelu ja hankkeen koordinointi. KVR-urakassa on kaksi sopijapuolta: rakennuttaja ja KVR-urakoitsija. (Sähköala.fi 2016)

PWR on KVR-urakoitsija Caruna Oy:lle. Kuvassa 3 on projektin kuvaus Caruna Oyj verkon KVR-urakassa.

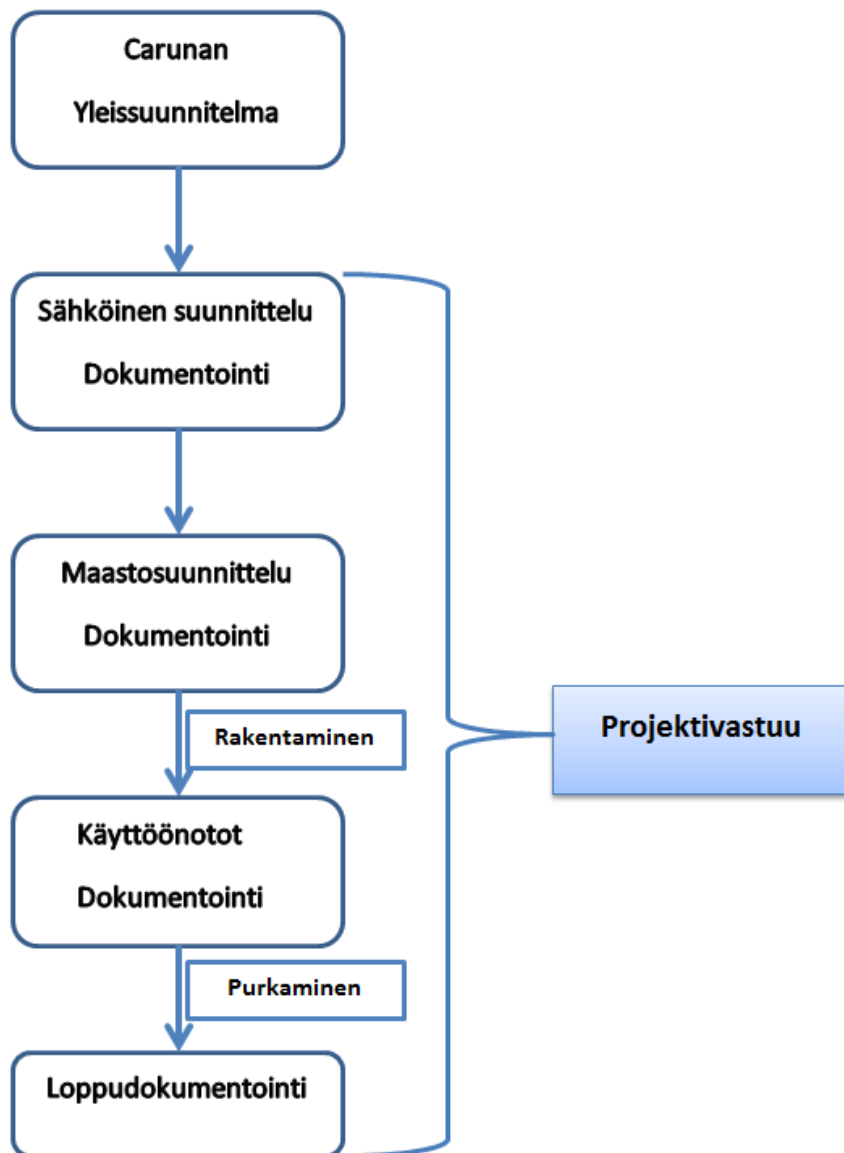


Kuva 3. PWR:n projektikuvaus Caruna Oy:n KVR-urakassa (Tietomekka Oy 2016)

### 5.2 Suunnitteluprosessi

Suunnitteluprosessi lähtee liikkeelle siitä, kun Caruna lähettää yleissuunnitelman PWR:lle, jonka jälkeen PWR voi jakaa suunnitelman haluamallaan tavalla

pienempiin projekteihin. Tässä jakamisessa pitää ottaa kuitenkin huomioon suositeltava projektikoko, joka Carunan ohjeissa on noin 10 -15 muuntamo ja 15 - 20 km kj- kaapelia. Seuraavaksi pidetään aloituspalaveri, jossa sovitaan esimerkiksi projektin aikataulu ja työturvallisuusasiat. Suunnitteluprosessi etenee kuvion 3 mukaan.



Kuvio 3. Suunnitteluprosessin eteneminen

### 5.3 Sähköverkon suunnittelu

Sähkönjakeluverkon suunnittelu lähtee yleissuunnittelusta. Yleissuunnittelu on tyypillisesti pitkän aikavälin suunnittelua. Sähkönjakeluverkkoa suunniteltaessa pyritään määrittelemään, millainen verkko tulee suunnittelujakson lopussa olemaan ja millaisia investointeja kunakin ajanjaksona tarvitaan, jotta verkosto jatkuvasti täyttäisi sille asetetut vaatimukset. Yleissuunnittelu laatii aikataulun toimenpiteille, joiden avulla asetetut tavoitteet täytetään kustannustehokkaasti. Sähkönjakeluverkon investoinnin tavoitteisiin vaikuttavat:

- kustannukset koko verkon elinkaaren ajalta
- tuottovaatimukset
- luotettavuusvaatimukset
- käytettävyys
- turvallisuus
- kuormitusennusteet
- siirtokyky
- sallitut jännitteenalenemat
- ympäristönäkökohdat.

Tärkeä suunnittelun lähtökohta on verkoston nykytila. Erilaiset verkkotietojärjestelmillä ja verkoston suunnittelulaskentaohjelmilla tehdyt seurantalaskelmat ja kartoitukset toimivat lähtötietojen tuottajina. (Sähköinfo Oy 2012, 4)

### 5.4 Sähköinen suunnittelu

Sähköinen suunnittelu alkaa valmiista yleissuunnitelmasta, jonka Carunan suunnittelija on tehnyt Trimple Nis:ssä. Yleissuunnitelmassa on uudet muuntamot, erotinasemat, kytkinasemat ja KJ- kaapeloinnit.

PWR:llä tutustutaan projektiin ja sen jälkeen pääsuunnittelija ottaa yhteyttä Carunan projektisuunnittelijaan. Yhteydenotossa sovitaan suunnittelun aloituspalaverin ajankohta. Palaverissa varmistetaan yhteinen näkemys suunnittelun ku-

lusta ja lopputuloksesta. Palaverissa kerrataan vielä Carunan suunnitteluperiaatteet ja ohjeet, myös käydään läpi projektin yksityiskohdat.

Suunnitelman sähköinen mitoitus voidaan aloittaa Carunan projektisuunnittelijan kanssa käydyn palaverin jälkeen. Suunnittelija aloittaa suunnittelun aukaisemalla Trimple Nis:n projektin suunnitelman (Kuva 4). Yleissuunnitelmassa on KJ-reitti ja muuntamot sijoitettu alustavasti paikoilleen, mutta tarvittaessa suunnittelija muuttaa näitä jos tarve vaatii. Muutoksista käydään keskustelua Carunan pääsuunnittelijan kanssa.

Sähköisen mitoituksen työvaiheisiin kuuluvat muuntamopaikkojen ja KJ-reitin alustava kartoitus. PJ-kaapelit pyritään sijoittamaan samaan ojaan KJ-kaapeleiden kanssa.

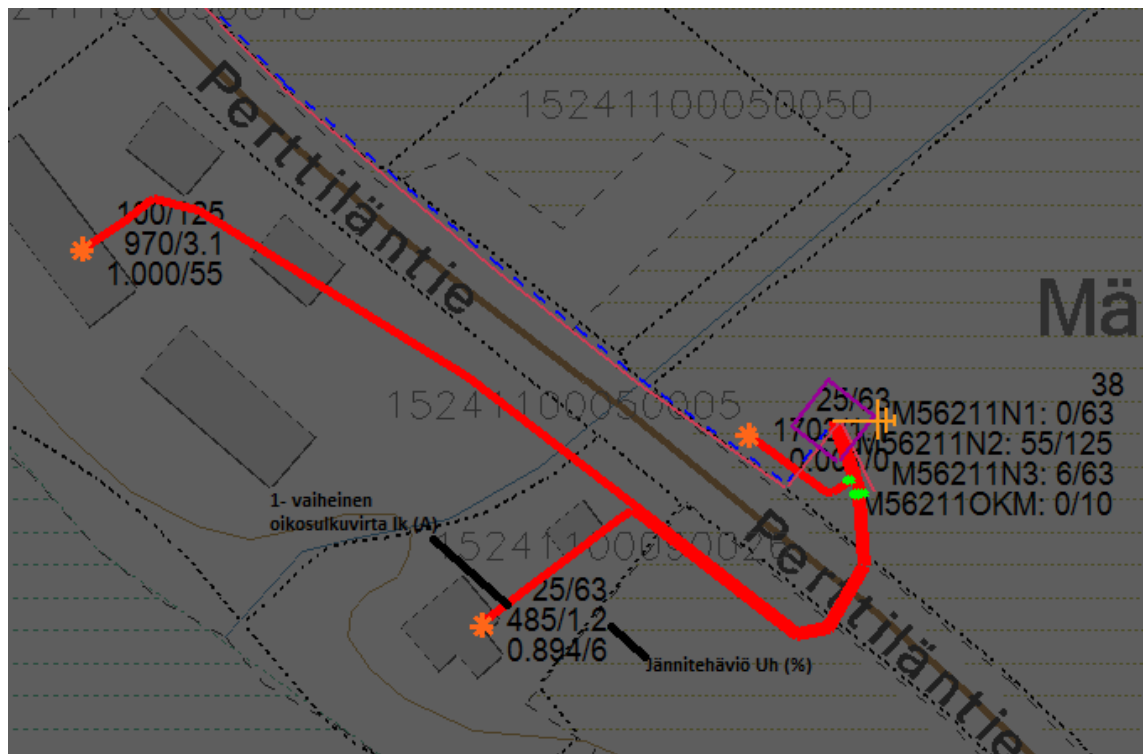


Kuva 4. Trimple Nis suunnitelma-alue

Lisäksi sähköteknisessä mitoituksessa on huomioitava verkon jännitehäviöt ja nollausehdot (Caruna Oy 2014). Kuormitusvirrat lasketaan Trimple Nis:n laskeutustyökalulla (Kuva 5).

Kuormitusvirtaa tarkastellessa kuuluu huomioida seuraavia:

- Muuntaja vaihdetaan jos kuormitusaste ylittää 100 % tai järjestetään verkon kuormia.
- Sulakkeiden on kestettävä laskennallinen kuormitusvirta.
- Johtimien on kestettävä kuormitusvirta.
- Jakokaappien tyypillinen nimellisvirta on 400A tai 630A, ja niiden on kestettävä kuormitusvirrat.
- PJ- verkon ylivirta- ja vikasuojaukset sulakkeilla ovat SFS 6000 mukaan.
- Pienimmät sallittavat jännitetasot ovat taajamassa 220 V, ja maaseudulla, sekä haja- asutusalueella 215 V.
- Riittävät oikosulkuvirrat pitää olla liittymispisteissä. (Caruna Oy 2014)



Kuva 5. Trimple Nis verkostolaskenta

Ylhäällä olevassa kuvassa 5 on laskettu yhden muuntamopiirin liittymien yksi- vaiheiset **oikosulkuvirrat  $I_k$**  ja **jännitehäviöt  $U_h$** . Kuvassa 6 on Trimple Nisin laskentatyökalun antamat tulokset tehonjakautumisesta liittymissä ja kuvassa 7 on laskettu 1- ja 3 vaihe oikosulkuvirrat.

## Y H T E E N V E T O (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Kohde	Tunnus	K-aste (%)	Umin (V)	Uh (%)	Ph (kW)	Eh (kWh)	K(Ph) (€)	K(Eh) (€)	K(yht) (€)
1 -	2	38	228.5	1.1	0.368	1413	0	0	0
Verkko		30	223.8	3.1	0.740	570	0	0	0

## T U L O K S E T P J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Lähdön suunta	Jakokeskus/ Rinn.lähtö	Sulake (A)	Imax (A)	Pmax (kW)	Kul lkm	Energia (MWh)	A (%)	B (%)	C (%)
			0	56	36	10	86.7			
M56211N1	4576370, Perttiläntie 98	PMS6211	63	0	0	1	0.3			
M56211N2	132383540, Perttiläntie 29	PMS6211	125	55	36	8	79.7			
M56211N3	132383156, Perttiläntie 31	PMS6211	63	6	4	1	6.7			
M56211OKM	Omakäyttö	PMS6211	10	0	0	0	0.0			

Kuva 6. Tehonjakolaskenta tulokset

## T U L O K S E T P J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Lähdön suunta	Jakokeskus/ Rinn.lähtö	Sulake (A)	Ik3max (A)	Ik1min (A)	A (%)	B (%)
			0	3128	2886		0
M56211N1	4576370, Perttiläntie 98	PMS6211	63	3128	1693		
M56211N2	132383540, Perttiläntie 29	PMS6211	125	3128	967		
M56211N3	132383156, Perttiläntie 31	PMS6211	63	3128	484		
M56211OKM	Omakäyttö	PMS6211	10	3128	2886		

Kuva 7. Oikosulkuvirrat liittymissä

Kun sähköinen suunnittelu on valmis, niin se lähetetään tilaajan suunnittelijalle tarkistettavaksi ja hyväksyttäväksi.

## 5.5 Maastosuunnittelu

Kun tilaaja on hyväksynyt sähköisen suunnitelman, aloitetaan maastosuunnittelu. Maastosuunnittelussa sovitetaan sähköinen suunnitelma maastoon. Kaapeli-reittien valinnassa on kuitenkin otettava huomioon maanomistajien suostumukset ja toiveet. Maastosuunnittelun lomakkeet ja asiakirjat tallennetaan Headpoweriin.

Headpower on ohjelmisto josta löytyy yhteiset ohjeistukset ja käyttötavat sähköverkkoyhtiöille (Headpower.2016).

Reitin suunnittelussa pitää ottaa huomioon seuraavanlaisia asioita:

- Reitti saa pidentyä, jos löytyy kustannustehokkaampi kaivureitti, silloin tehdään uusi sähköinen laskenta.
- Kallio- osuuksia on vältettävä.
- Katsotaan ennalta maanrakennuksen kannalta toteutuvat reitit maastosta.
- Reittien valinnoissa huomioidaan maanomistajien toiveet ja suostumukset.
- Ennen maastokäyntiä, hankitaan maanomistajien tiedot johtoalueella maanmittauslaitoksen kiinteistötietojärjestelmästä.

Maastokäynnillä pyritään yhdistämään useampi kohde, sen takia käynnit suunnitellaan hyvin. Ennen kuin maastoon lähdetään, niin tulostetaan alueen kartta ja sovitaan mahdollisesti maanomistajien kanssa katselmuksista. Maastossa tarkastellaan silmämääräisesti kaivuolosuhteet ja alituskohdat.

Maastosuunnittelijalle kuuluu lupa-asioiden ja korvauslaskelmien hoito tiehallinnolta (ELY), ratahallinnolta (RHK) ja vesistöluvut (AVI). Nämä luvat haetaan ensimmäisenä, koska niissä menee paljon aikaa. Maastosuunnittelija hoitaa myös korvauslaskelmat maanomistajille, kunnille ja kaupungeille ja pyytää heiltä johtoalueen käyttöoikeussopimuksia. Lupatehtäviin kuuluvat myös tiehoitokunnan sopimukset ja toimenpideluvat muuntamoille. Lupien saamisen jälkeen maastokäynnillä merkataan kaapelireitit, muuntamot ja liittymispisteet, kuten esimerkiksi tontin rajat. Lisäksi arvioidaan koneiden kulkureitit ja keskustellaan maanomistajien kanssa mahdollisista puiden kaadoista. Tarvittaessa valokuvataan kohteet, joissa on huomioitavaa.

Maastosuunnittelija tekee rakenne- ja asemakuvat muuntamoista, sekä työkuvat, joita ovat:

- Lähestymiskartta, jossa näkyy suunnittelukohteet korostettuna, mittakaava 1:50 000.
- Yleiskartta, jossa näkyy KJ-verkko, muuntamot ja jännitetyön kytkentä/katkopaikat, mittakaava 1:5 000- 20 000.
- Suunnitelmakartta, jossa näkyy suunniteltu KJ- ja PJ-verkko ja kaikki dokumentoidut komponentit, mittasuhteet 1:500- 2 000.

- Tarvittaessa erillinen putkituskartta, jossa näkyy putkiluokat, koot, reitit ja tyhjät putket, mittakaava 1:500.
- Purkukartta, jossa näkyy kj- ja pj- verkko ja kaikki dokumentoidut komponentit, purettava verkko näkyy korostettuna väreillä, mittasuhte 1: 500- 2 000.
- Maadoitusverkko, jos tarvitaan. Siinä näkyy maadoituselektrodijohtojen poikkipinnat, sekä mahdolliset pysty maadoitussauvat ja niiden laatu ja määrät sekä kytkeytyminen olemassa olevaan verkkoon, mittasuhte 1:500- 2 000.
- Raivauskartta, jos tarvitaan. Siinä näkyy raivattavat reitit, reittileveydet, maanomistajarajat ja maanomistajatiedot, mahdolliset sovitut kasauspaiikat ja muut kaatoon ja raivaukseen liittyvät esitettävät asiat, mittasuhte 1: 1 000- 2 000.
- PJ- oikosulkuvirrat kartta, jossa näkyy PJ- sulakesuojauksen pienimmät oikosulkuvirrat suojausalueittain.
- Tarvittaessa haittakartat ja tarkekuvat ELY:lle
- Kaapelojaerittely, jossa näkyy eriteltynä projektin kaivuoajat.

Tarvittaessa karttoja voi yhdistää samalle kartalle, jos on pieni projekti.

Maastosuunnittelija tekee myös muuntajista, KJ- kaapeleista ja PJ- kaapeleista materiaalilistan. Suunnittelija tekee muuntamo-, jakokaappi- ja erotinasemakaaviot. Kaavioissa esiintyy seuraavat asiat:

- Muuntamokaavio, jossa näkyy KJ- ja PJ- kaaviot, muuntamon tunnus, nimi, KJ- ja PJ- kytkeytymistopologia, erottimien, varokekuormanerotimien, maadoituserottimien katkaisijoiden, pääkytkin, varoke, sulake ja lähtöjen tunnuksot ja osoitetiedot, sekä muuntamon osoitetieto.
- Jakokaappikaavio, jossa näkyy PJ- kaavio, jakokaapin tunnus, kytkeytymistopologia, varoke, sulake ja lähtöjen tunnuksot ja osoitetiedot, sekä jakokaapin osoitetieto.
- Erotinasemakaavio, jossa näkyy KJ- kaavio, erotinaseman tunnus, nimi, kytkeytymistopologia, katkaisijat, erottimet, maadoituserottimet ja lähtöjen tunnuksot ja nimet, sekä erotinaseman osoite.

Muuntaja-, muuntajahuolto- ja keskitinlomakkeet tehdään myös loppudokumentointia varten. Muuntajalomakkeeseen laitetaan kilpitiedot yms. Muuntajahuolto-lomake on muuntajalogistiikalle välitettävä tieto vaihdettavasta muuntajasta.

Headpowerin Carunan turvallisuusasiakirjaa käytetään vakioturvallisuusasiakirjana, jota täydennetään projektikohtaisesti. Maastosuunnittelija laatii työselostuksen ja turvallisuus- ja ympäristö asiakirjat, sekä riskikartoitukset ja perehdytysohjeistuksen yrityksen käyttämään tietojärjestelmään. Urakkakohteen työntekijöiden täytyy perehtyä näihin ja kuitata se luetuksi.

Muuntamoille on asennettu keskitimet, jotka keräävät muuntamokohtaisesti asiakkaiden kulutustiedot. Keskitimeltä saadaan välitettyä kulutustiedot langattomasti Caruna Oy:lle. Keskitin on voinut olla asiakkaan osoitteessa, mutta uudet keskitimet laitetaan muuntamotiloihin. Maastosuunnittelija täyttää keskitinlomakkeeseen tiedot siitä, onko kysymys keskitimen tilauksesta, asennuksesta, poistosta tai palautuksesta. Keskitinlomake tehdään Carunan Extranet pohjalle.

Maastosuunnitteluvaiheessa syntyy määräluettelo. Määräluettelossa (Kuva 8) pitää näkyä projektin tuotteen nimi Trimple Nis:n pcs tunnuksina. Määräluettelossa pitää näkyä myös KVR-yksikkö ja KVR-tuotteen nimi, sekä tuotteiden määrät.

Maastosuunnittelu on hyväksyttävä Carunalla.

1	PCS-tuotenummi	KVR-yksikkö	KVR-tuotteen nimi	PCS-tuotteen nimi	Yksikkö	Määrä
2	C5000	0100KVR	Operaattoriyhitys	Operaattoriyhitys f/m	Euro	
3	C5001			Lupamaksut	Euro	
4	C5002	0105KVR	Kytkentäsuunnitelma	Kytkentäsuunnitelma	kpl	
5	C5003	0105KVR	Kytkentäajastelut	Kytkentäajastelut	kpl	
6	C5005	0153KVR	Erikoislupien haku	Erikoislupien hakeminen	kpl	
7	C5004	4530KVR	20 kV:n maakaapelin sisäpäätte	20 kV:n maakaapelin sisäpäätte	kpl	
8	C5005	4520KVR	20 kV:n maakaapelin ulkopäätte	20 kV:n maakaapelin ulkopäätte	kpl	
9	C5007	4520KVR	20 kV:n kaapelin jatko	Kä jatko	kpl	
10	C5025	44520KVR	Kaukokäytettävän kaapelerotin-tai kytkinaseman rakentaminen	Kaukokäytettävän kaapelerotin-tai kytkinaseman rakentaminen	kpl	
11	C5026	44710R	1- vaihemuuntajan asennus	Omakäyttömuuntajan asennus	kpl	
12	C5030	0210KVR	Pj-pölväsrakenteen vaihto	Pölvästyksen vaihto AMKA 16 - 25, urakoitsijahinta	kpl	
13	C5031	0210KVR	Pj-pölväsrakenteen vaihto	Pölvästyksen vaihto AMKA 35 - 50, urakoitsijahinta	kpl	
14	C5032	0210KVR	Pj-pölväsrakenteen vaihto	Pölvästyksen vaihto AMKA 70, urakoitsijahinta	kpl	
15	C5033	0210KVR	Pj-pölväsrakenteen vaihto	Pölvästyksen vaihto AMKA 120, urakoitsijahinta	kpl	
16	C5034	0212KVR	Kj-pölväsrakenteen vaihto	Pölvästyksen vaihto Sparrow tai pienempi, urakoitsijahinta	kpl	
17	C5035	0212KVR	Kj-pölväsrakenteen vaihto	Pölvästyksen vaihto Flaven, urakoitsijahinta	kpl	
18	C5036	0212KVR	Kj-pölväsrakenteen vaihto	Pölvästyksen vaihto Pigeon, urakoitsijahinta	kpl	
19	C5037	0212KVR	Kj-pölväsrakenteen vaihto	Pölvästyksen vaihto AI 132 tai suurempi, urakoitsijahinta	kpl	
20	C5038	40040R	Pölvään vaihto jännitejona	JT pölväänvaihto Sparrow, urakoitsijahinta	kpl	
21	C5039	40040R	Pölvään vaihto jännitejona	JT pölväänvaihto Flaven, urakoitsijahinta	kpl	
22	C5030	40040R	Pölvään vaihto jännitejona	JT pölväänvaihto Pigeon, urakoitsijahinta	kpl	
23	C5031	40040R	Pölvään vaihto jännitejona	JT pölväänvaihto AI 132, urakoitsijahinta	kpl	
24	C5032			Pölvästyksen vaihto AMKA 16 - 25	km	
25	C5033			Pölvästyksen vaihto AMKA 35 - 50	km	
26	C5034			Pölvästyksen vaihto AMKA 70	km	
27	C5035			Pölvästyksen vaihto AMKA 120	km	
28	C5036			Pölvästyksen vaihto Sparrow tai pienempi	km	
29	C5037			Pölvästyksen vaihto Flaven	km	
30	C5038			Pölvästyksen vaihto Pigeon	km	
31	C5039			Pölvästyksen vaihto AI 132 tai suurempi	km	
32	C50320			JT pölväänvaihto Sparrow	km	
33	C50321			JT pölväänvaihto Flaven	km	
34	C50322			JT pölväänvaihto Pigeon	km	

Kuva 8. Määräluettelomalli

## 5.6 Dokumentointi

Carunan dokumentoinnin käsikirjassa kerrotaan mitä tietoja dokumentoidaan Trimble Nis-järjestelmään. Käsikirjaan on merkitty dokumentoinnit:

- maastosuunnitteluvaiheessa
- käyttöönottovaiheessa
- loppudokumentointivaiheessa. ( Caruna Oy 2015, 6)

PWR:llä kaikki dokumentointi Trimble Nissin Carunan jakeluverkossa perustuu tähän käsikirjaan.

Dokumentointi alkaa jo **verkosto- ja maastosuunnitteluvaiheessa**, jossa laiteaan tunnus, valmistaja, tyyppi, arvot ja mekaaniset mitat dokumentoitaviin kohteisiin.

**Käyttöönottovaiheessa** dokumentoidaan käyttöönottopäivämäärät, omistajat, valmistajat ja mitatut pituudet. Tässä vaiheessa dokumentoija ilmoittaa Carunalle käyttöönottopäivämäärät kohteista ja pyytää masterointia, joka tarkoittaa, että kohteet tarkastetaan Carunalla ja tallennetaan Trimble Nissin ohjelmaan. Dokumentoija tekee myös käyttöönottoa varten kytkentälomakkeen, jonka lähettää masterointipyynnön kanssa Carunalle. Verkko pitää olla masteroituna ennen käyttöönottoa.

**Loppudokumentointi** tehdään rakentamisen jälkeen. Loppudokumentoinnissa pyydetään masterointia tilaajalta ja tämä on viimeinen vaihe Trimble Nissin suunnitelmalla rakentamisessa. Purkukohteet dokumentoidaan ja masteroidaan erikseen purkutöiden jälkeen. Kaikki dokumentoitavat asiat löytyvät erillisenä liitteenä.

## 5.7 Projektivastuu

Projektivastaavan työn kuvaan kuuluu vastata koko projektista ja huolehtia siitä, että projekti pysyy aikataulussa. Turvallisuusasioissa projektivastaava vastaa

yhdessä suunnittelijoiden kanssa turvallisuus- ja ympäristösuunnitelman tekemisestä ja laittaa suunnitelmat Headpoweriin. Projektivastaava täydentää turvallisuus- ja ympäristösivuja, sekä valvoo ja huolehtii työturvallisuudesta ja perehdytyksestä koko projektin ajan. Turvallisuussuunnitelmaan kuuluu vaarojen ja riskien arviointi. Ympäristösuunnitelmassa pitää olla työmaa-alueen ja varastointipaikkojen ympäristöriskit huomioitu.

Työhön liittyen projektivastaava huolehtii töiden aikataulusta. Aikatauluun sisältyy käyttöönottosuunnitelmat eri verkon osien käyttöönotoista. Muuntamoiden tilaus eli kotiinkutsulomake pitää tehdä ajoissa ennen rakentamista. Kaapelikehojen tilaukset tehdään myös aikataulutuksen mukaan järjestyksessä, sekä pitää huolehtia kelojen palautuksesta ja romulavojen poisviennistä.

Projektivastaava huolehtii myös maanrakentajien laatuvaatimuksista ja perehdytyksistä. PWR:llä on omat laatuvaatimukset maanrakentajille, ne löytyvät Tietomekan Autori TM doc laatuosiosta. Lisäksi projektivastaava huolehtii purkutöiden suunnittelusta. Työmaapäiväkirjaa projektivastaava täyttää Tietomekassa, tarkastaa työmaalla töiden etenemistä ja rakentamisen lopussa huolehtii lopputarkastuksen tekemisestä.

Suunnitteluvaiheessa projektivastaava tarkastaa suunnittelijoiden tekemät määräluelet ja huolehtii, että muuntamo- ja jakokaappikaaviot on laitettu Tietomekkaan. Projektivastaavan pitää olla myös dokumentoinnissa ajan tasalla.

## 5.8 Työturvallisuus työmaalla

Työturvallisuuslaki 738/2002 edellyttää, että työnantaja tuntee työpaikan haittatekijät ja että työolojen parantamiseksi toimitaan suunnitelmallisesti. Työnantajan on laadittava turvallisuuden ja terveellisuuden edistämiseksi ja työkyvyn ylläpitämiseksi työsuojelun toimintaohjelma, jonka keskeinen osa on työturvallisuuteen liittyvien riskien arviointi. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738,§1)

Riittävää perehdytystä ja koulutusta täytyy antaa omille työntekijöille, jotta he tietävät työpaikan haitta- ja vaaratekijöistä.

Työnantajan on huolehdittava perehdytys:

- työhön
- työpaikan olosuhteisiin
- työ- ja tuotantomenetelmiin
- työvälineisiin ja niiden oikeaan käyttöön
- turvallisiin työtapoihin
- opetusta ja ohjausta
  - työn haittojen ja vaarojen ehkäisemiseksi
  - työstä aiheutuvan turvallisuutta tai terveyttä uhkaavan vaaran välttämiseksi
  - säätö-, puhdistus-, huolto- ja korjaustöiden sekä häiriö- ja poikkeustilanteiden varalta
  - täydennetään tarvittaessa. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738,§14)

Aliurakoitsijalle on annettava myös yrityskohtainen perehdytys (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738,§50).

Sähköturvallisuuden osalta noudatetaan sähköturvallisuuslaki 410/1996, sekä Carunan omia ohjeita.

## 6 SUUNNITTELUPROSESSIN LÄPIVIEMINEN

### 6.1 Tavoitteet

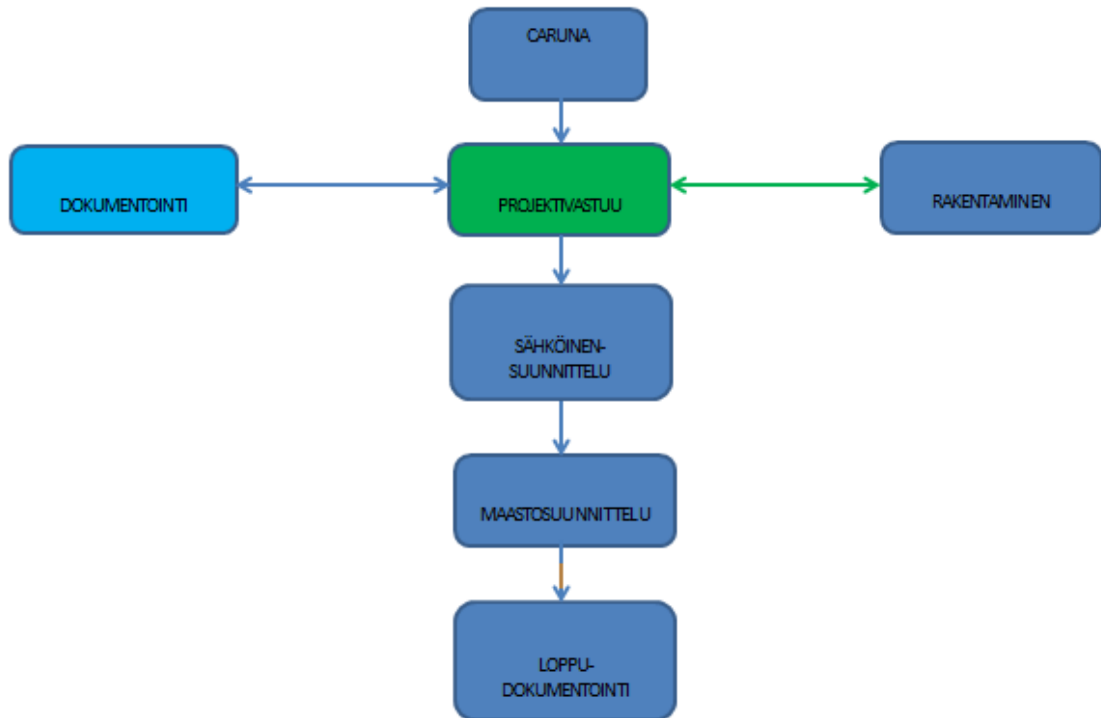
Suunnitteluprosessissa on tavoitteena saavuttaa selkeä työnkuva siitä, mitä suunnittelijat tekevät sähköverkon KVR-urakoinnin suunnittelussa. Mahdollista on suorittaa suunnittelun, dokumentoinnin ja projektivastaavan tehtävät yhdellä henkilöllä. Tässä suunnitteluprosessissa toteutetaan suunnittelu, dokumentointi ja projektin veto yhdellä työntekijällä.

Ongelmana tässä toteutuksessa voi olla, ettei yksi suunnittelija huomaa virheitä tai muita ongelmia projektin edetessä ja jos tulee sairaus- tai muita poissaoloja, niin tuuraaminen voi olla hankalaa. Näistä johtuen yksi suunnittelija ei voi ottaa vastuuta kovin monesta projektista. Lisäksi vaatii aika paljon koulutusta opetella kaikki työvaiheet.

Hyviä puolia tällaisessa suunnittelutoteutuksessa on kustannustehokkuus ja asiantuntemus lisääntyvät toteutuksessa, kun tietää miten on kohteet suunnitellut. Lisäksi tiedonvälitys on joustavampaa.

### 6.2 Projektin aloitus

Projektivastaava valitaan heti kun sopimus projektista on tehty. Projektivastaava tekee sähköisensuunnittelun ja maastosuunnittelun, sekä suunnitteluajaisen dokumentoinnin. Hän myös vastaa rakentamisen aikataulutuksesta, sekä lopudokumentoinnin tekemisestä. Kuviossa 4 näkyy projektivastaavan vastuualueet projektissa.



Kuvio 4. Projektivastaavan vastualueet

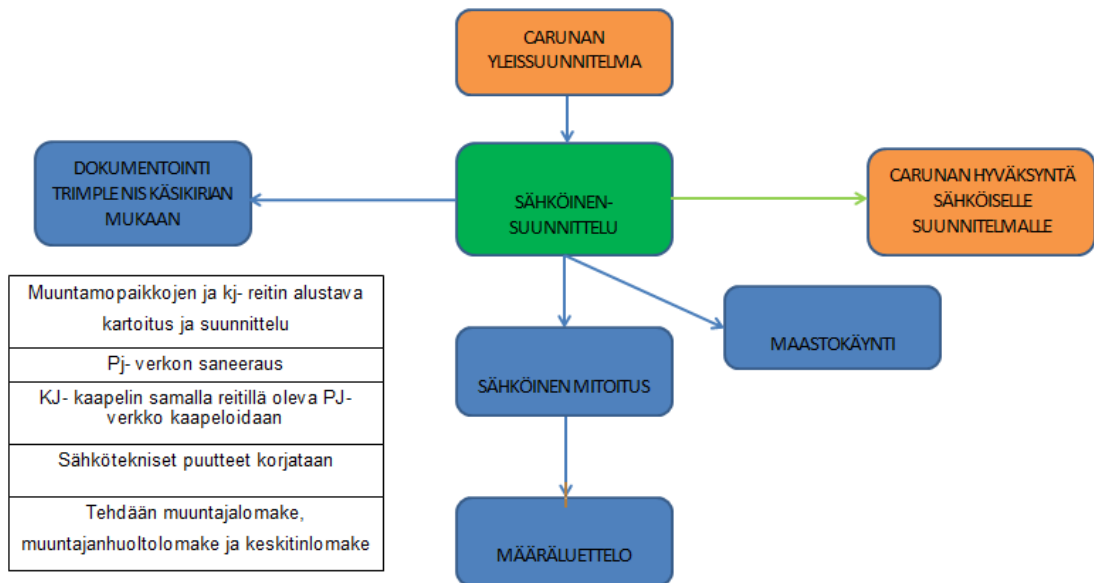
### 6.3 Aikataulutus

Projektivastaava tekee aikataulun eri työkohtille. Aikataulun tekeminen helpottuu, kun käyttää esimerkiksi aikataulumallia, jossa eritellään suunnittelu- ja työvaiheet aikajanelle (Kuva 9).

Aikataulussa pysymiseen vaaditaan yhteistyötä kaikilta johdosta työntekijään, joten aikataulun tekeminen on tärkeää. Projektin suunnittelun aikataulussa pitää ottaa huomioon myös muut projektit. Jos on useampia projekteja samalla alueella, niin on hyvä olla sama projektivastaava kaikissa projekteissa. Projektivastaavan on silloin helpompi suunnitella esimerkiksi aikataulua suunnittelulle ja työlle ja myös maastokäynnit voi tarvittaessa yhdistää.



tossa käynnit voitaisiin tehdä samalla kertaa. Tarkoituksena olisi, että jos alue on jaettu vaikkapa kolmeen projektiin, niin tehdään kaikkiin ensin sähköinen suunnitelma, katsotaan valmiiksi maastopaikat ja tehdään lista myös maanomistajista. Sähköisten suunnitelmien pohjalta voidaan lähteä käymään maastossa.

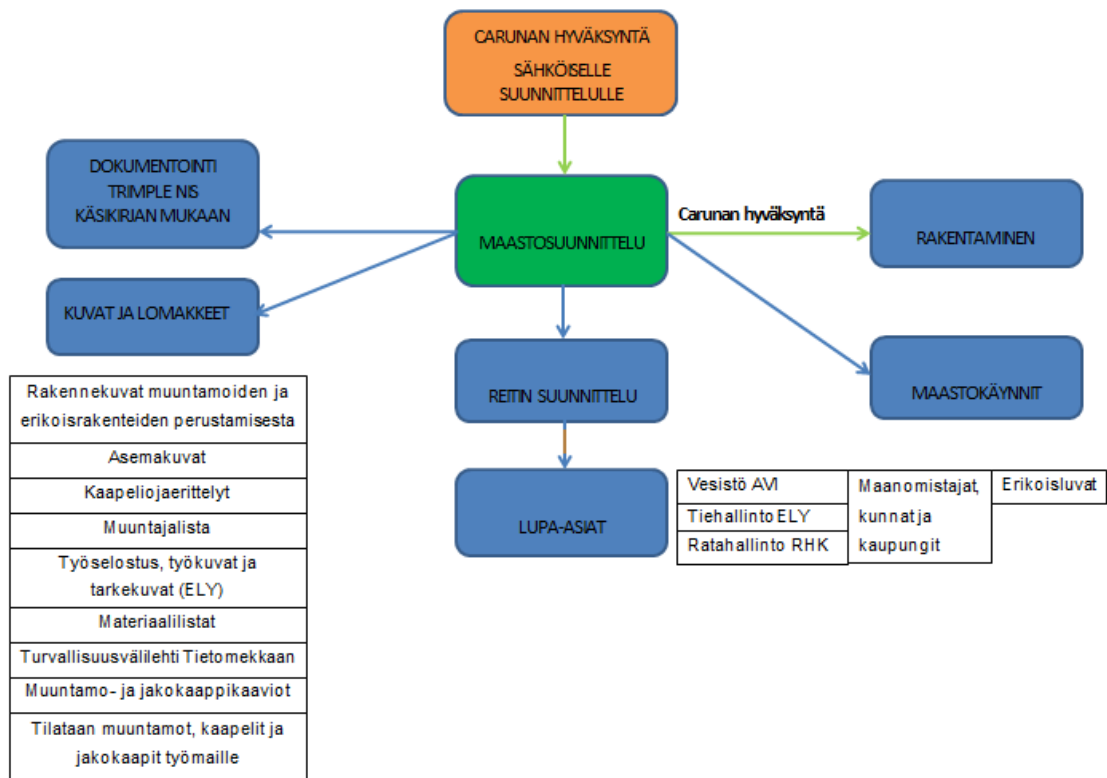


Kuvio 5. Sähköisen suunnittelun työvaiheet

**Maastosuunnittelussa** on eniten työvaiheita, jotka on esitetty luvussa 5.5. Maastosuunnittelu vaiheessa tilataan muuntamot, kaapelit ja jakokaapit n. 2 kuukautta ennen rakentamista, koska muuntamoilla on pitkä toimitusaika. Niille myös katsotaan toimitusajat työmaalle. Siksi on tärkeää päästä hakemaan maanomistajilta ja muilta lupia ajoissa, jo vaikka sähköisen suunnittelun aikana.

Ennen luvituksen aloittamista pitää hakea tiedot maanomistajista maanmittauslaitoksen kiinteistöjärjestelmästä, jos niitä ei ole jo haettu. Maanomistajien tiedot kerätään Excel- lokijärjestelmään.

Kun luvat on saatu, niin päästään katsomaan maastoon maakaapeleiden alituskohdat ja tekemään reittien ja muuntamopaikkojen merkinnät. Muuntamot, jakokaapit ja reitit voidaan ns. gepsata jo tässä vaiheessa gps- laitteella. Kuviossa 6 on esitetty maastosuunnittelun aikaiset työtehtävät.



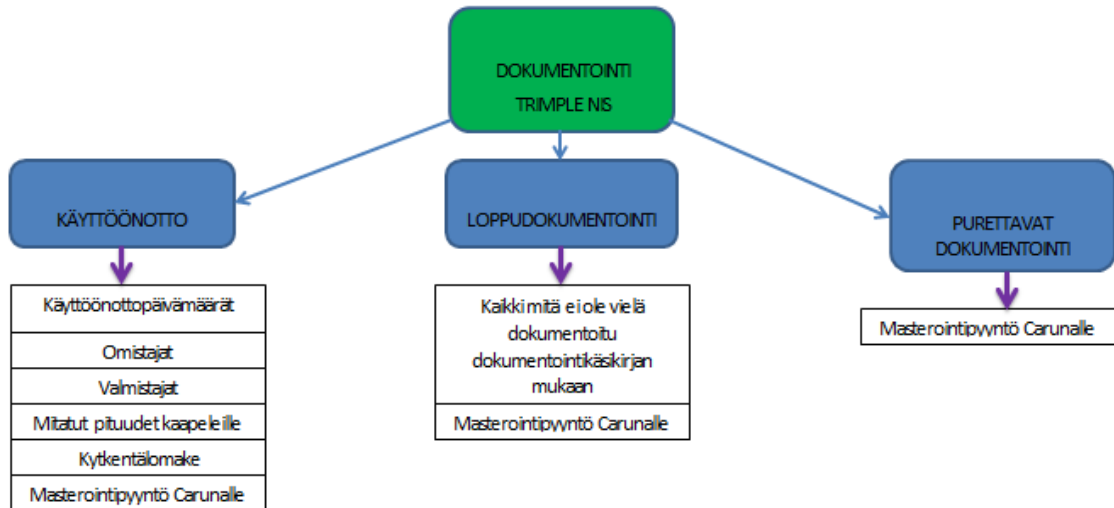
Kuvio 6. Maastosuunnittelun työvaiheet

**Rakentaminen** alkaa kun tarvikkeet ovat tulleet maastoon. Rakentamisvaiheessa maanrakentaja mittaa gps- laitteella kaapeleiden ja kaapelijatkosten sijainnit ja ilmoittaa tiedot dokumentointiin. Rakentamisvaiheessa otetaan muuntamopiirejä käyttöön eri aikoihin, siksi käyttöönotoille pitää olla aikataulusuunnittelu.

**Käyttöönottovaiheessa** tehdään käyttöönottosuunnitelma tai se on tehty jo aikataulutuvaiheessa. Dokumentointi lähettää Carunalle masterointipyynnön yhteydessä käyttöönottopyyntölomakkeen täytettynä. Dokumentoinnissa pitää dokumentoida Trimple Nis:n käsikirjan mukaiset asiat, jotka löytyvät liitteissä.

**Loppudokumentointi** tehdään myös Trimple Nis:n käsikirjan mukaan, joka löytyy liitteenä. Tässä vaiheessa projektin sähkönjakeluverkko on otettu käyttöön, mutta ei ole vielä toteutettu purkusuunnitelmia, joten ne täytyy jättää loppudokumentoinnista pois.

**Purkutyövaiheessa** huolehditaan purkusuunnitelmien mukaisista puruista ja myös purettavien kohteiden kuljetuksista määräysten mukaisesti. Tässä vaiheessa pitää myös dokumentoida ja pyytää Carunalta masterointia sähköverkkoon tehdyistä muutoksista. Kuviossa 7 on dokumentoitavat asiat käyttöönotossa, loppudokumentointivaiheessa ja purkutyön jälkeen.



Kuvio 7. Dokumentointi Trimple Nis

## 6.5 Turvallisuus

Turvallisuudessa on tarkoitus pyrkiä nolla tapaturmaa tavoitteeseen. Energiategollisuus ry on käynnistänyt kampanjan, jossa käsitellään neljää teemaa:

*”Nolla tapaturmaa tavoitteeseen päästään*

1. *Turvallisuus, -suunnittelun ja riskien hallinnan avulla*
2. *Yhteistoiminnassa tilaajan, palveluntuottajan ja työntekijöiden kanssa*
3. *Tekemällä alan työt turvallisesti ja ilman tapaturmia (toisin sanoen olemme ylpeitä siitä, että teemme työt turvallisesti ja ammattitaitoisesti).*
4. *Kiinnittämällä huomiota työhyvinvointiin, työkyvyn ylläpitoon ja ikääntyviin työntekijöihin.”* (Energiategollisuus 2015)

**Työturvallisuus** lähtee yritysjohtoon johtamisesta ja hallinnasta. Yrityksen pitää olla sitoutunut ja varata resursseja työturvallisuuden kehittämiseen. Yritysjohto

ilmaisee sitoutumisensa hankkeen aloituspalaverissa ja linjaa miten turvallisuutta johdetaan ja hallitaan. Esimiehet toimivat yritysjohton tukemana yhtenäisesti. (Energiateollisuus 2015)

Turvallisuus tavoitteen toteuttamiseen päästään seuraavilla asioilla:

- Yrityksenjohdolta ja esimiehiltä jämäkkä johtaminen ja hallinta fyysisesti ja henkisesti, vastuu työntekijän turvallisuudesta on esimiehellä.
- Perehdytetään ja vaaditaan työturvallisuuden noudattamista kaikilta kouluttamalla ja vaatimalla turvallisuuteen liittyvät koulutukset.
- Jaetaan turvallisuussuunnitelmat työryhmiin, jossa työryhmät tekevät omat riski- ja työturvallisuussuunnitelman, myös suunnitelman käytäntöä seurataan.
- Tunnistetaan riskejä työssä koko ajan, yritysjohto tekee turvallisuusmäärittelyn, jolla hallitaan toimintatapojen riskit.
- Käytetään suojavälineiden ja työasujen hankinnassa käyttäjien mielipiteitä.
- Ilmaistaan, että mikään ei oikeuta oikaisemaan työturvallisuudesta, laiminlyöntiä katsotaan rikkomuksena. Kehitetään ja tehostetaan toimintaa. (Energiateollisuus 2015)

Turvallisuus- ja laatuohjeiden laatiminen suunnittelijoille, omille työntekijöille ja aliurakoitsijoille on erittäin tärkeä. PWR:llä omat turvallisuussuunnitelmaohjeet ja lomakkeet TMDocissa työturvallisuusosiossa. Turvallisuus- ja laatuasioita käydään läpi jo ensimmäisessä palaverissa Carunan ja PWR:n välillä. Siinä aikataulun lisäksi käsitellään työturvallisuussuunnitelman asiat, jotka löytyvät Headpowerista. Projektivastaava vastaa työturvallisuus- ja ympäristösuunnittelusta apunaan muut suunnittelijat. Työturvallisuussuunnitelmassa on pääpiirteittäin seuraavat asiat:

- Tunnistustiedot, johon tulee päivämäärä ja paikka, yrityksen nimet ja merkintä mitä sopimus koskee.
- Työn etenemisen suunnittelu:

- Sopimus siitä, miten eri työt ja työvaiheet ajoitetaan niin, että ne voidaan tehdä aiheuttamatta vaaraa työmaalla työskenteleville tai muille työn vaikutuspiirissä oleville. Tämä sopimus löytyy Headpowerista ja tässä sovitaan seuraavat asiat:
  - Yhteisesti sovittu aikataulu on tiedossa olevien asioiden osalta realistinen.
  - Muutostarpeitten huomioimisesta on sovittu siten, että muutos on hallittu.
  - Jokaiselle työvaiheelle on varattu riittävä työtila tiedossa olevien työn etenemissuunnitelmien mukaan.
- Työmaan järjestely, sekä siisteys ja järjestys:
  - Tehdään ensin alkutarkastus.
  - Sovitaan siitä, millainen siisteyden ja järjestyksen tason pitää olla.
  - Sovitaan työmaakopin paikka.
  - Sovitaan tarvikkeiden ja työkalujen varastointipaikat.
  - Sovitaan purettujen laitteiden ja romujen poiskuljetukset ja niihin liittyvät vastuut. Jätteiden suhteen on noudatettava jätelainsäädäntöä.
- Turvallisuusriskit työkohteessa:
  - Kemialliset- sekä fysikaaliset vaaratekijät ja niiltä suojautuminen.
  - Muiden riskien kartoittaminen, kuten esim. liikenne, sortumavaarat, päästövaarat ja muut samantyylliset.
- Tarvittavat työluvut, tieto siitä, mitä lupia tarvitaan missäkin tilanteessa, mikä tai kuka antaa luvan ja mitä hankkimisen hyväksi on tehtävä.
- Työ- ja suojeluohjeet on otettava huomioon.
- Materiaalisiirrot, kulkutiet ja liikenneasiat on huomioitava.
- Päällekkäistyöskentelyn vaarat on huomioitava.

- Paloturvallisuuden asettamat velvoitteet:
  - On päätettävä siitä, kuka hankkii alkusammutuskaluston.
  - Kaikille tulitöitä tekeville on oltava voimassa oleva tulityökortti.
  - Tulityölupa hankitaan kaikille tulitöitä tekeville.
  - Sovitaan, miten palon sattuessa annetaan hälytys.
- Tilaajan tuotantoa ja tuotetta uhkaavan vaaran torjuminen on otettava huomioon.
- Rakenteiden kestävyys on huomioitava.
- Tarkastusten suorittamisesta ja raportoinnista on sovittava KVR-urakassa.

## 6.6 Suunnittelu tulevaisuudessa

Tulevaisuudessa voi PWR:lle tulla Caruna Oy:ltä pelkästään kartalla alue, minne pitää saneerata sähkönjakeluverkko. Silloin pitää olla tarkempi suunnittelu siitä miten projektia lähdetään viemään eteenpäin.

Suunnittelun alussa selvitetään tilaajalta heidän tavoitteensa kohteen saneeraustarpeisiin ja varmistetaan tavoitteet yleissuunnitelmaa varten. Yleissuunnitelman laatii pääsuunnittelija, joka jakaa projektit projektivastaaville.

## 7 POHDINTA

Sähkönjakeluverkon kokonaisvastuurakentamisen (KVR) suunnittelulle tehtiin yhtenäinen ja selkeä prosessin kulku projektin alusta loppuun. Yritys voi käyttää tätä suunnitelmaa ohjeistuksena suunnittelijoille. Tässä työssä keskityttiin pääasiassa Caruna Oy jakeluverkon suunnitteluun.

Kaikista suunnitteluvaiheista en tehnyt tarkempaa selostusta, koska suunnittelulle on olemassa omat ohjeistukset yrityksen sähköisessä järjestelmässä. Tärkeimmät työvaiheet tulevat hyvin esille ja liitteissä on koottu työvaiheet hyvin esille.

Omasta mielestäni sain koottua hyvin asiat yhteen, kun katsotaan sähköisen suunnittelijan, maastosuunnittelijan ja dokumentoinnin näkökulmasta suunnittelua. Opinnäytetyössä oli tarkoitus tehdä suunnittelulle niin hyvä suunnitelma, että projektivastaava voi tehdä itse kaikki nuo edellä mainitut työvaiheet. Tämä toteutuu mielestäni tässä opinnäytetyössä.

## LÄHTEET

Caruna Oy 2014. Verkostosuunnittelu ja jakeluverkon projektit. Ohje urakoitsijoille.

Caruna Oy 2015. Jakeluverkon dokumentointikäsikirja. Ohje urakoitsijoille 9.11.2015.

Energiateollisuus 2015. Nolla tapaturmaa – turvallisuusmalli. Viitattu 8.2.2016.  
<http://energia.fi/tyomarkkinat/tyoturvallisuus/nolla-tapaturmaa-turvallisuusmalli-energiateollisuus-ryn-jasenyryyksil>

Headpower 2016. Viitattu 11.3.2016.  
<http://www.headpower.fi/ratkaisumallit/sahkoverkostoihin/>

Lakervi, E. & Partanen, J. 2008. Sähkönjakelutekniikka. 3. painos. Helsinki: Otatieto.

MTV 2015. Viitattu 18.4.2016. <http://www.mtv.fi/uutiset/kotimaa/artikkeli/tuulet-lytynheet-lannessa-noin-4000-ilman-sahkoa-aamulla/5625976>

Partanen, J. 2012. Säävarmaverkko. Viitattu 26.1.2016.  
[https://noppa.lut.fi/noppa/opintojakso/bl20a0500/luennot/saavarmaverkko\\_.pdf](https://noppa.lut.fi/noppa/opintojakso/bl20a0500/luennot/saavarmaverkko_.pdf)

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu & Motiva Oy 2003. Sähkönsiirto. Viitattu 25.1.2016.  
[http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/energian\\_siirto/sahkonsiirto.htm](http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/energian_siirto/sahkonsiirto.htm)

SFS 6002 2015. Sähkötyöturvallisuus. 3. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Sähköala.fi. 2016. Rakennushankkeen sopimussuhteet ja eri urakkamuodot. Viitattu 11.3.2016.  
[http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi\\_FI/Sopimussuhteet%20/](http://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/Lakioikeus/fi_FI/Sopimussuhteet%20/)

Sähköinfo Oy 2012. 4. Verkoston suunnittelu ja rakentamisohjeet. Dokumentti on tulostettu Lapin ammattikorkeakoulu Oy lisenssillä 18.1.2016.

Sähköturvallisuuslaki 410/1996.

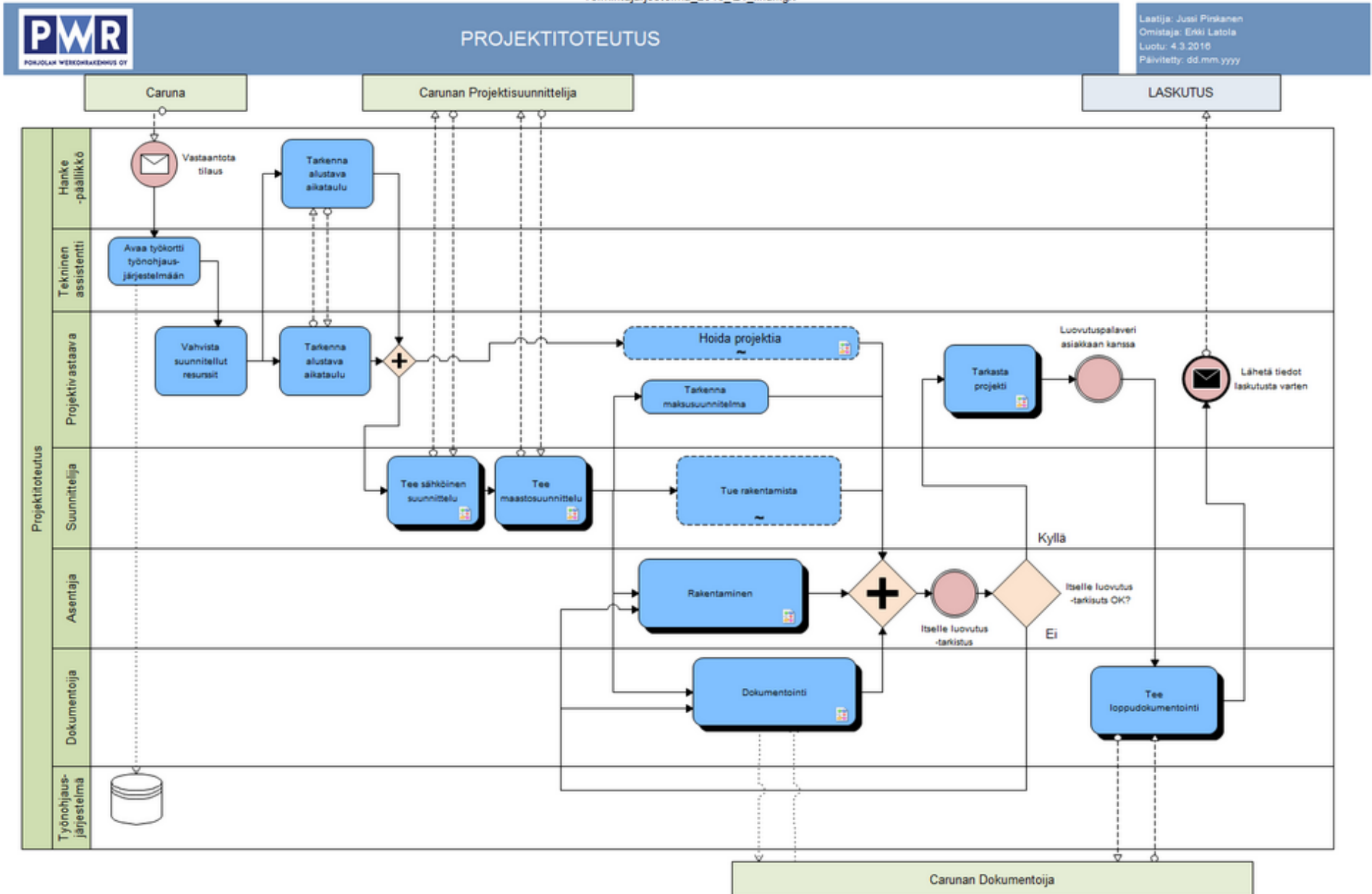
Tietomekka Oy 2016. T&M Sähköurakka – Tietopalvelu. PWR sisäiset www-sivut. Viitattu 21.3.2016.

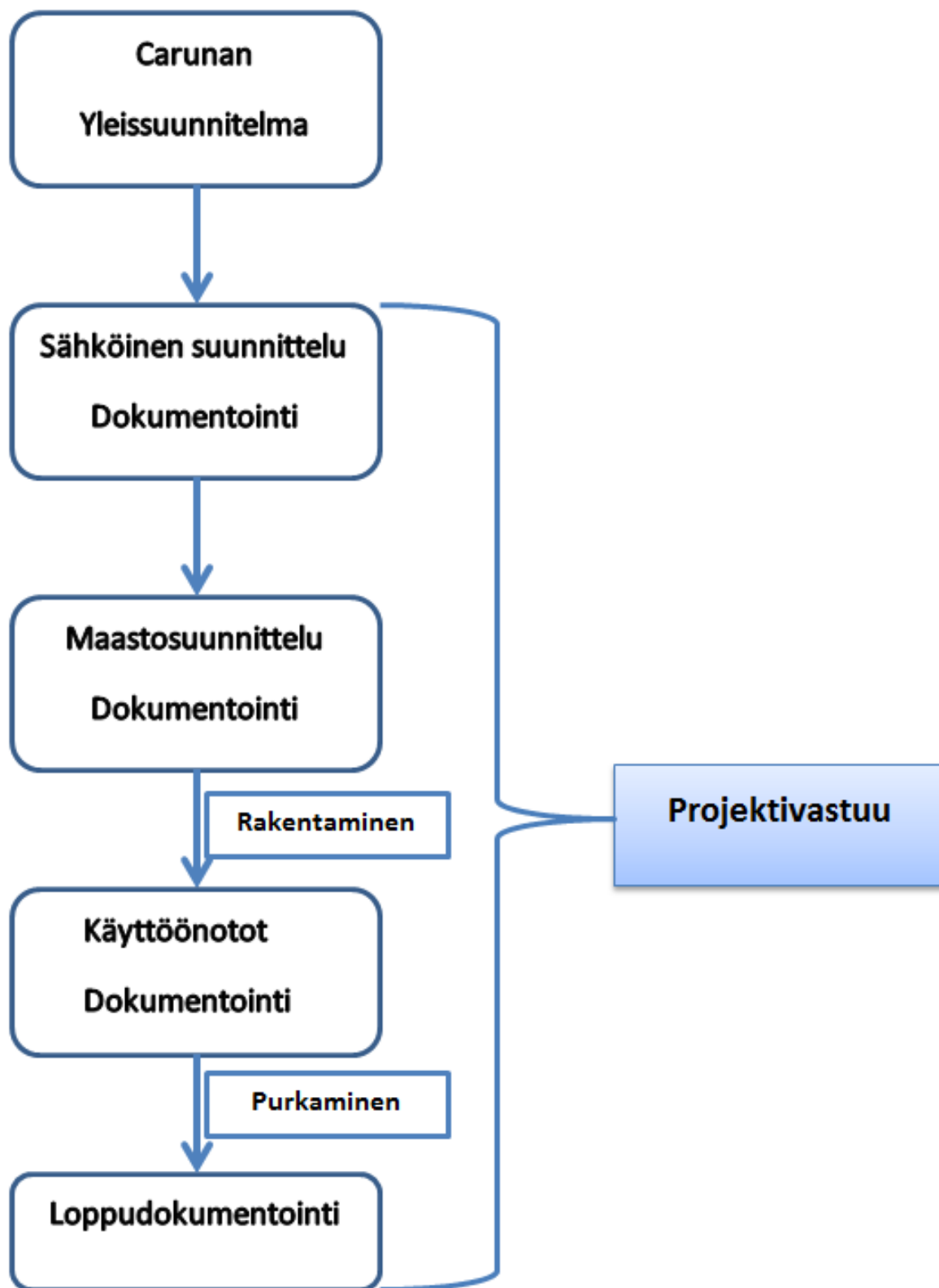
Trimble 2016. Trimble Nis sähköverkoille. Viitattu 20.1.2016.  
<http://utilities.trimble.fi/trimble-nis-saumlhkoumlverkoille.html>

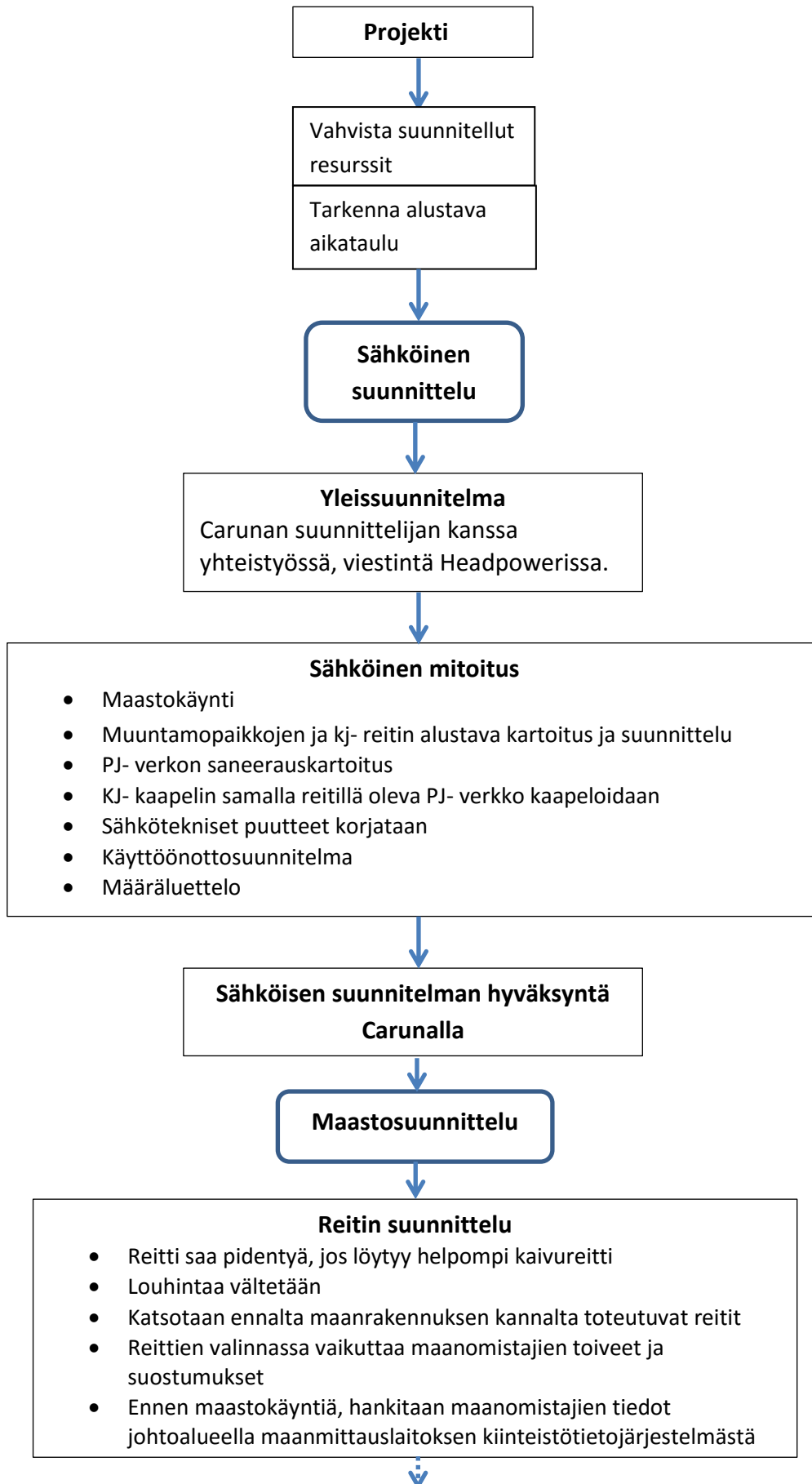
Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738

## LIITTEET

- Liite 1. Projektitoteutus
- Liite 2. Suunnitteluprosessi
- Liite 3. Projektin eteneminen
- Liite 4. Dokumentointi Trimble Nis Caruna









### Maastokäynti

- Tulostetaan alueen kartta
- Sovitaan maanomistajien kanssa katselmuksia
- Maastossa silmämääräinen tarkistus kaivuolosuhteista
- Alituskohtien tarkastelu, miten alitus suoritetaan
- Muuntamoiden merkintä, kj- puolen tulo
- Liittymispisteiden merkintä esim. tontin raja
- Kaivinkoneiden ja muiden koneiden kulkureittien arviointi
- Maanomistajien kanssa sopia puun kaadoista tai muusta toimenpiteistä
- Valokuvataan kohteet, joissa on huomioitavaa



### Lupien hankkiminen

- Tiehallinto ELY
- Ratahallinto RHK
- Vesistö AVI
- Maanomistajilta, kunnilta ja kaupungeilta johtoalueen käyttöoikeus- sopimukset, tienhoitokunnan sopimukset ja toimenpideluvat (muuntamokopit)
- Erikoisluvut
- Maastokäynti, reitin ja muuntamoiden merkintä
- Hyväksyntä Carunalta maastosuunnitelulle



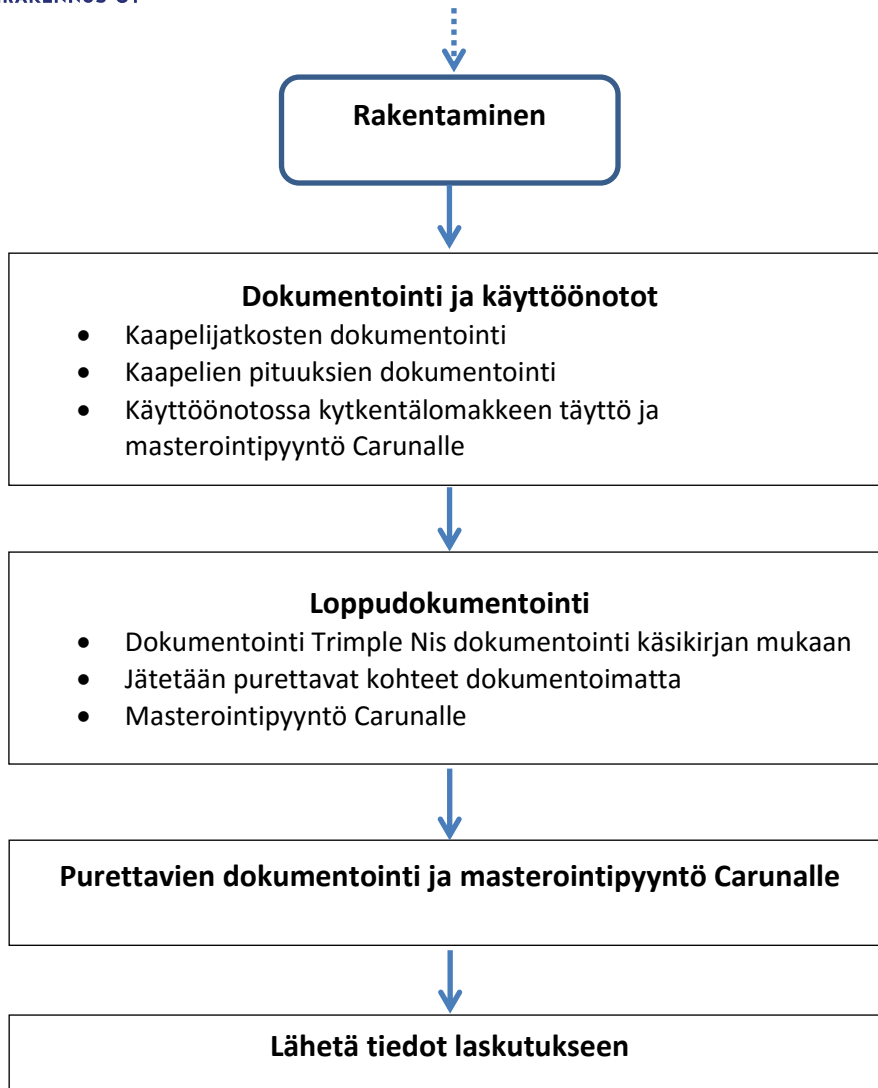
### Kuvat ja lomakkeet

- Rakennekuvat muuntamoiden ja erikoisrakenteiden perustamisesta
- Asemakuvat muuntamo
- Kaapeliojaerittelyt ja -muuntajalistaus
- Työselostus
- Työkuvat
- Tarkekuvat (ELY ja muut)
- Haittakartat, jos löytyy
- Materiaalilista
- Perehdytys turvallisuus välilehti Tietomekkaan
- Muuntamo ja -jakokaappikaaviot
- Maadoitukset
- Purkukuvat



**Maastosuunnitelman hyväksyntä  
Carunalla**





## Dokumentointi Trimble Nis Caruna

	<b>Verkosto- ja maastosuunnittelu</b>	<b>Käyttöönotto</b>	<b>Loppudokumentointi</b>
<b>Erotin</b>	Tunnus, osoite, lähdön suunta, vaihe ja ohjaustapa	valmistusvuosi, käyttöönottopäiväys, omistaja, valmista ja tyyppi	Mitoitusjännite, mitoitusvirta, katkaisukyky, sulkemiskyky, terminen kestovirta ja maadoitusryhmä
<b>Muuntamo</b>	Tunnus, nimi, valmistaja, tyyppi ja rakennetiedot (perustusolosuhteet)	Käyttöönottopäiväys, omistaja ja maadoitusryhmä	Huuhkajahuput, suojakaasun määrä, suodatin, puhallin ja maadoitusmittauspisteen tunnus
<b>Muuntaja</b>	Mitoitusteho, jännite, väliottokytkimen asento, asentojen lukumäärä ja portaan koko ja eristys	Tunnus, vaihtopäiväys, sarjanumero, käyttöönottopäiväys, vaihe, omistaja ja kilpitiedot	Kokonaispaino öljymäärän paino, kokonaispaino, valmistaja ja tyyppi
<b>Pj- kaappi</b>	Tunnus ja kiskon mitoitusvirta	Käyttöönottopäivämäärä, valmistusvuosi, omistaja, valmistaja ja tyyppi	Osoite
<b>Jakokaappi</b>	Tunnus ja kiskon mitoitusvirta	Käyttöönottopäivämäärä, omistaja, valmistaja ja tyyppi	Osoite
<b>Pylväs</b>	Omistaja ja käyttöönottopäiväys	Kyllästysvuosi halkaisija maan tasalla, pylvästyyppi, maaperä, rakenne, maadoitus, tyvituki, luokitus, yhteiskäyttö- osapuoli ja orren tiedot	
<b>Kj- johtoalkio</b>		Vaihe, omistaja ja käyttöönottopäiväys	
<b>Kj- johto-osa</b>		Mitattu pituus	
<b>Pj- johtoalkio</b>		Vaihe, omistaja ja käyttöönottopäiväys	

<b>Pj- johto-osa</b>		Mitattu pituus	
<b>Kj- kaapelijatkos</b>		Käyttöönottopäiväys	Omistaja, valmistaja ja tyyppi
<b>Pj- kaapelijatkos</b>		Käyttöönottopäiväys	Omistaja, valmistaja ja tyyppi
<b>Kaapelipääte</b>	Lähdön suunta	Käyttöönottopäiväys ja omistaja	Valmistaja ja tyyppi
<b>Kaapelioja</b>	Alueen ympäristö ja kaivuolosuhde	Kaivuvuosi	Leveys ja syvyys, jos poikkeavat tavanomaisista
<b>Putki</b>	Halkaisija, mekaaninen suoja ja valmistusmateriaali		Omistaja
<b>Katkaisija</b>	Tunnus, lähdön tunnus, sähköaseman/muuntamontunnus ja lähdön suunta	Käyttöönottopäiväys, omistaja, valmistaja ja tyyppi	
<b>Keskitin</b>		Tunnus	
<b>Kj- kojeisto</b>	Tunnus, eristys ja tyyppi	Käyttöönottopäiväys, omistaja, valmistaja ja tyyppi	Suojakaasun määrä, oikosulkukestoisuus
<b>Kj- sulake</b>	Sulaketyyppi ja mitoitusvirta	Tunnus, mitoitusjännite, käyttöönottopäiväys, omistaja, valmistaja ja tyyppi	Valmistaja ja tyyppi
<b>Kj- vianilmaisin</b>	Tunnus, laitteen tyyppi ja hälytystapa	Käyttöönottopäiväys, osoite, omistaja, valmistaja ja tyyppi	
<b>Kj- lähtö</b>	Tunnus	Lähdön yksilöllinen tunnus ja omistaja	Sähköaseman/muuntamon tunnus
<b>Liittymä</b>		Tunnus, liittymän mitattu yksivaiheinen oikosulkuvirta ja mittauspäivämäärä	Ensimmäinen käyttöönottopäiväys
<b>Pj- kytkin</b>	Tunnus, sulakealustan nimellisvirta, sulaketyyppi, nimellisvirta ja kiskoliitäntä tapa	Lähdön suunta, käyttöönottopäiväys, omistaja, valmistaja ja tyyppi	
<b>Ylijännitesuoja</b>		Käyttöönottopäiväys ja omistaja	Valmistaja ja tyyppi
<b>Jännitemuuntaja</b>		Tunnus, ensiö- ja toisiojännitteet, käyttöönottopäiväys, omistaja,	

		valmistaja ja tyyppi	
<b>Virtamuuntaja</b>	Tunnus ja mitoitusvirrat	käyttöönottopäiväys, omistaja, valmistaja ja tyyppi	
<b>Harus</b>		Käyttöönottopäiväys, ankkurointi, kiristintyyppi, omistaja ja eristintyyppi	Eristinpala
<b>Maadoitus</b>	Maadoituksen rakenne ja poikkipinta-ala	Käyttöönottopäiväys ja materiaali	
<b>Maadoitusmittaus</b>			Tunnus, mittauspäiväys, mittaaja ja tulokset dokumentointiohjeen mukaan
<b>Sj - johtoalkio</b>		Vaihe, omistaja (Fingrid) ja käyttöönottopäiväys	
<b>Sj - johto-osa</b>		Mitattu pituus	