

Tatu Kinnunen

SÄHKÖNJAKELUVERKON RAKENTAMINEN  
KAUPUNKIMAISESSA YMÄRISTÖSSÄ

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma  
2021

SÄHKÖNJAKELUVERKON RAKENTAMINEN KAUPUNKIMAISESSA  
YMPÄRISTÖSSÄ

Kinnunen, Tatu  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma  
kesäkuukuu 2021  
Sivumäärä: 23  
Liitteitä:

Asiasanat: sähkönjakelu, maarakennus, kaapelointi

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli sähkönjakeluverkon rakentaminen kaupunkimaisissa olosuhteissa urakoitsijan näkökulmasta. Työssä käsiteltävässä kohteessa rakennettiin ja saneerattiin pienjänniteverkkoa, sekä kaupungin katuvaloverkkoa. Opinnäytetyötä tehtiin työn ohessa, kun opinnäytetyön kirjoittamiseen löytyi aikaa. Tavoitteena oli luoda yleismallinen tietopaketti uusia työmaita varten jättäen pois tarkemmat tekniset määrittelyt. Lisäksi opinnäytetyötä on tarkoituksena käyttää urakoitsijan sisäisesti löytämään heikkoja kohtia työmaiden toteutuksesta.

# CONSTRUCTION OF ELECTRICITY DISTRIBUTION NETWORK IN URBAN ENVIRONMENT

Kinnunen, Tatu

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Program Electrical and Automation Engineering

June 2021

Number of pages: 23

Appendices:

Keywords: electricity distribution, earthmoving, civil engineering, cabling

---

The subject of this thesis was the construction of an electricity distribution network in urban conditions from the contractor's point of view. A low-voltage network and the city's street light network were built and renovated at the site. The thesis was done alongside the work when there was time to write the thesis. The aim was to create a general information package for new construction sites, omitting more detailed technical specifications. In addition, the thesis is intended to be used internally by the contractor to find weak points in the implementation of construction sites.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	RAKENTAMINEN.....	6
2.1	Rakentamisen aloitus .....	6
2.2	Maanrakennus (kaivu) .....	7
2.3	Auraus .....	8
2.4	Kaapelin asentaminen putkeen .....	9
2.5	Tunkkaus.....	11
2.6	Suuntaporaus.....	12
2.7	Kaapelikelojen käsittelyssä käytetyt työkalut .....	13
2.8	Kaapelin suojaaminen vajaasyvyudessa .....	14
3	0,4 – 20 KV SÄHKÖNJALEVERKON KOMPONENTIT SEKÄ NIIDEN PERUSTAMINEN .....	17
3.1	Muuntamot.....	17
3.2	Jakokaapit .....	17
3.3	Ulkovalaistus.....	19
4	JAKELUVERKON KYKENNÄT .....	19
4.1	Muuntamot.....	19
4.2	Jakokaapit .....	20
4.3	Käyttökeskus.....	20
4.4	Asiakkaat.....	21
5	YHTEENVETO .....	21
	LÄHTEET.....	23
	LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Maakaapeloinnilla saavutetaan verkon korkeampi toimintavarmuus. Toimintavarmuuden parantumisen lisäksi ympäristöstä tulee siistimmän näköinen, sillä vanhat puupylväät, sähkön ilmajohtot, sekä telen ilmajohtot puretaan. Edellä mainitut kaivetaan maahan ja tilalle tulee sähkön jakokaappeja, telen jakokaappeja, sekä uudet metalliset katuvalopylväät ulkovalaistusta varten. Maakaapeliverkko on toimintavarmempi kuin ilmajohtoverkko. Lisäksi maakaapeliverkon käyttöikä on kaapelivalmistajien mukaan noin 50 vuotta. Tähän toki vaikuttavat muun muassa asennustavat, asennuspaikka, maasto.

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena tuottaa kattava aineisto, josta olisi apua seuraaviin saneeraus- ja uudisrakennuskohteisiin. Tässä opinnäytetyössä käsitellään erilaiset kaivutavat, maakaapelien eri asennustavat (sis. sähkö ja tele, valokuitu), sekä verkon rakennusprosessi urakoitsijan näkökulmasta.

Opinnäytetyössä ei käsitellä suunnitteluprosessia, luvitusta, lainsäädäntöä tai uuden ilmaverkon rakentamista.

## 2 RAKENTAMINEN

### 2.1 Rakentamisen aloitus

Rakentaminen tapahtuu lähes aina kokonaisvastuurakentamisena eli KVR-urakkana. Tässä urakkamallissa tilaaja on sopimussuhteessa urakoitsijaan. Urakoitsijan vastuulle jää työn vaatimien aliurakoitsijoiden hoitaminen työkohteeseen. Tässä työkohteessa tilaaja oli suunnitellut runkoverkon valmiiksi, joten urakoitsijalle jäi kiinteistöjen pihojen kaivuiden suunnittelu. Ulkovalaistuksen osalta suunnitelmat olivat myös valmiina.

Maakaapeloidessa on ensisijaisen tärkeää saada työkohteeseen kokenut ja ammattitaitoinen kaivu-urakoitsija. Kokeneen urakoitsijan kanssa yhteistyö on helpompaa, sillä kaivu-urakoitsija on ennekkin tehnyt samankaltaisia urakoita.

Verkon rakentamiseen käytettävät tarvikkeet tulee myös kilpailuttaa. Tarvikkeiden kokonaiskustannus on työstä riippuen noin kolmasosa suunnitellusta budjetista. Tähän vaikuttavat suurimmaksi osaksi raaka-aineiden hinnat. Kirjoitushetkellä 2021 kaapeleiden sekä muovitarvikkeiden hinnat ovat nousussa johtuen raaka-aineiden huonosta saatavuudesta.

Kaivutyöt voidaan aloittaa, kun kaupungilta on saatu kaivulupa. Tilaajan edustajat hankkivat itse omat sijoituslupansa kaapeleille, jakokaapeille ja jalustoille. Kaivu-urakoitsijan työhön kuuluu maanvaraisten tarvikkeiden asentaminen suunnitelluille paikoilleen. Tämä sisältää kaapelit, jakokaapit, jalustat, putket, sekä kaapelin tarvitsemat suojaukset riippuen asennuspaikasta.

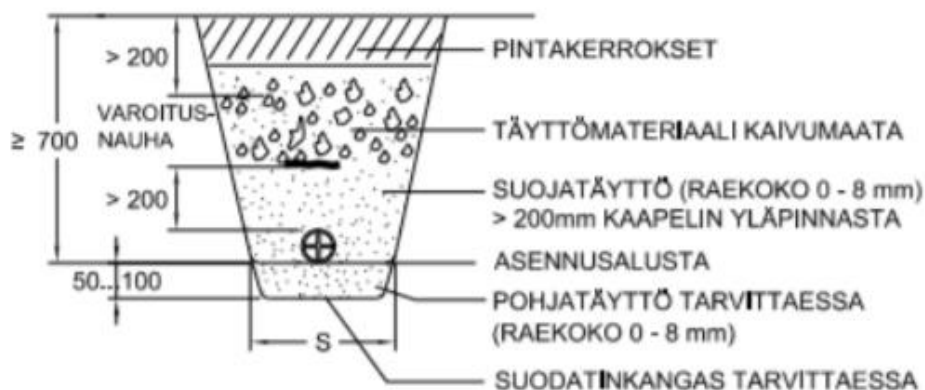
## 2.2 Maanrakennus (kaivu)

Kaapelit voidaan asentaa maahan monella eri tapaa. Tavallisin kaapelin asennustapa on kaapelin asentaminen kaapeliojaan maanvaraisesti. Tässä asennustavassa kaivinkone kaivaa noin 0,8 metrin syvyisen kaapeliojan. Kaapeliojan leveys riippuu kaapeliojaan asennettavien kaapeleiden ja putkien lukumäärästä. Kaapeliojan pohjalle tulee pohjatäyttö. Pohjatäytön raekoko on tyypillisesti 0-8 mm. Pohjatäytöllä varmistetaan kaapeliojan pohjan tasaisuus ja suurempien kivien poisjäänti. Pohjatäytöllä varmistetaan, etteivät kivet tai muut esineet hajota kaapelia maan routuessa.

Pohjatäytön päälle asennetaan kaapelit rinnakkain. Tele- ja sähkökaapelit tulee asentaa eri puolille kaapeliojaa.

Kun kaapelit on saatu asennettua kaapeliojaan tulee kaapelien päälle suojatäyttö. Suojatäytöllä pyritään suojaamaan kaapelit kiviltä ja muilta esineiltä. Suojahiekan päälle tulee kaapeliojasta tullutta maata. Täyttömaata pistettäessä takaisin kaapeliojaan on kuitenkin huomioitava ettei täyttömaa saa sisältää suuria kiviä. Täyttömaan päälle tulee kaapelien varoitusnauhat. Tele- ja sähkökaapeleille on molemmille omansa. Mikäli käytetään metallitonta valokuitukaapelia on varoitusnauhassa oltava metallinen johdin. Tämän metallisen johtimen avulla valokuitukaapelit pystytään paikantamaan myöhemmin. Alla olevassa kuvassa on esitelty perustyyppinen kaivettu kaapelioja.

### KAIVETTU KAAPELIOJA



S = KAAPELIOJAN POHJAN LEVEYS

#### KAAPELIOJANLEVEYS S

- PERUSLEVEYS 40 cm (taajama- ja haja-asutusalue)
- LISÄLEVEYS 20 cm

- PERUSLEVEYS 60 cm (rakennettu kaupunki- ja city- alue)
- LISÄLEVEYS 30 cm

Kuva 1. Kaivettu kaapelioja (Head Power Oy:n www-sivut 2021)

### 2.3 Auraus

Kaapelin asentaminen auraamalla on menetelmä, jota käytetään yleisimmin pelloilla ja teiden varsilla. Kaupunkimaisessa ympäristössä auraaminen on mahdotonta, sillä aurattavan maaperän tulee olla esteetöntä eli maaperä ei saa sisältää suuria kiviä, juuria, olemassa olevaa tele- tai sähköinfraa.

Auraus tapahtuu siten että ensin tehdään esiauraus esimerkiksi routapiikillä. Esiaurauksella varmistetaan maaperän soveltuvuus auraukseen. Esiaurauksen jälkeen voidaan aloittaa kaapelin asennus auraamalla. Kaapeliauraa vedetään esiaurauksessa syn-



tynyttä reittiä pitkin. Esiaurauksessa syntyneeseen reittiin asennetaan kaapelit ja varoituss nauha tai varoitusverkko. Auraukseen käytetyn työkalun sisämitat on valittava siten, että kaapeli täyttää siitä maksimissaan 80%.

#### 2.4 Kaapelin asentaminen putkeen

On myös kohteita, joissa ei päästä riittäviin asennussykyksiin esimerkiksi maaperän kivisyyden vuoksi tai olemassa olevan infran vuoksi. Tällöin vaihtoehtona voi olla kaapelin asentaminen putkeen. Kaapeli voidaan suojata myös esimerkiksi betonivalulla. Putken asentaminen on keskimäärin nopeampaa, kuin kaapelin asentaminen kaivantoon. Putki on kevyempää kuin kaapeli eikä täten tarvitse erillistä nostolaitetta tai nostoapua. Nopeammasta asennuksesta on hyötyä esimerkiksi tiheään liikennöidyillä risteysalueilla. Kun putki on saatu asennettua kaivantoon voidaan kaivanto peittää ja näin liikenne pääsee jatkamaan. Tämän jälkeen voidaan aloittaa kaapelin asentaminen putkeen. Onkin yleistä että sähköverkkoyhtiö kaivauttaa putkituksen maahan tien parannushankkeen yhteydessä. Tällöin parannettua tietä ei tarvitse ruveta kaivamaan auki kun alueella alkaa sähköverkon maakaapelointi. Tämä säästää sähköverkkoyhtiön pääomaa ja alueen asukkaat ovat tyytyväisempiä sähköverkkoyhtiöön.

Kaapelin asentamisessa putkeen voidaan käyttää putkikäärmevaunua. Kaapelin vetäminen putkeen putkikäärmevaunun avulla tapahtuu työntämällä välivetolaitteen avulla lasikuitusauva putken toiseen päähän. Putken toisessa päässä oleva kaapeli kiinnitetään lasikuitusauvaan esimerkiksi vetosukan avulla. Vetosukan päällinen puoli teipataan mahdollisimman tasaiseksi. Tasaisen teippauksen avulla pyritään saamaan mahdollisimman kitkavapaa ja tasainen pinta kaapelivedon onnistumiseksi. Markkinoilla on myös erilaisia putkiin asennettavia liukasteita. Putkikäärmevauna käytetään pääasiassa telekaapelointiin, mutta sitä voidaan käyttää myös pienempihalkaisijoiden sähkökaapelien vetämiseen putkessa.



Kuva 2. JKS putkikäärmevaunu PST 1000 (JKS-pruducts Ltd ww-sivut 2021)

Sähkökaapeli vetäminen putkeen on hieman erilainen prosessi, vaikka näissä kahdessa eri työssä on paljon samaa. Erilaisuus johtuu suurimmaksi osaksi siitä, että sähkökaapeli vedot putkissa ovat lähes aina lyhyempiä ja sähkökaapelilla on suurempi massa. Sähkökaapeli vetäminen putkeen tapahtuu tyypillisesti putkikäärmeen ja köyden avulla. Ensin putkikäärmeen vaijeri työnnetään putken toiseen päähän. Putken toisessa päässä putkikäärmeen vaijeriin kiinnitetään köysi minkä vetolujuus on riittävän kaapelin vetämiseen putkesta. Kun köysi on saatu putkilinjan läpi, kiinnitetään kaapeli vetosukkaan ja vetosukka köyteen. Kaapeli voidaan teipata, mikäli teippaaminen katsotaan tarpeelliseksi vedon onnistumisen kannalta. Lopuksi kaapeli vedetään köyden avulla putken toiseen päähän.



Kuva 3. Röhrenaal Putkikäärme pyörillä (SLO:n www-sivut 2021)

## 2.5 Tunkkaus

Tunkkausta käytetään silloin kun ei voida tai ei haluta poikittaa tietä kaivamalla. Tunkkaamalla säästytään tien rakennekerroksien uudelleen asentamiselta, sekä tie on sen käyttäjien käytössä alituksen teon ajan.

Yleisesti eniten käytetty menetelmä tunkkaamiseen on tunkkaus paineilmamyyrällä. Tämä menetelmä on erittäin käytännöllinen, sillä paineilmakompressoria voidaan vetää esimerkiksi pakettiauton perässä. Täten laitteiston liikuttelu on helpompaa kuin suuntaporauksessa käytettävän laitteiston liikuttelu. Tunkkaus vaatii kuitenkin kaivannot alitettavan kohteen molemmille puolille. Kaivantoja varten tarvitaan aina kaivinkone tai jokin muu kaivulaite. Kaapelityömaalla kaivinkone kuuluu kuitenkin vakiokalustoon, jolloin tunkkaajalla ei tarvitse olla omaa kaivinkonetta.

Tunkkaus tapahtuu kaivamalla suurempi kaivanto myyrän sisäänmenoa varten ja pienempi kaivanto myyrän ulostuloa varten. Myyrän tunkkauslinja tulee valita mahdollisimman tarkasti, sillä tunkkauslinjaa ei pysty tunkkauksen aloittamisen jälkeen enää säätämään.

Itse myyrän toimintaperiaate on yksinkertainen. Myyrän sisällä on paineilmatoiminen mäntä, joka liikuttaa myyrää eteenpäin alitusreiässä. Myyrä saa paineilmaa suoraan alitukseen asennettavan alitusputken kautta. Tässä tunkkaustavassa on riskinä myyrän kiinnijääminen ja sitä kautta rahalliset tappiot alittajalle. Riippuen myyrän koosta tällä alitustavalla putken tyypillisin halkaisija on 100 – 140 mm.

## 2.6 Suuntaporaus

Suuntaporaus käyttämisen lähtökohdat ovat samat kuin tunkkauksessa. Halutaan asentaa alitusputkia ilman että siitä on haittaa muille. Lisäksi yhtenä suuntaporaus käyttöperusteena voi olla luonnonsuojelualue. Suuntaporaus on kuitenkin kallista ja käyttökelvoton menetelmä mikäli maaperä on todella kallioista. Lisäksi suuntaporauskaluston kuljettaminen vaatii kuorma-auton. Kun tunkkaamiseen käytettävä kalusto kulkeutuu pakettiauton perässä, poislukien kaivulaite.

Suuntaporaus etuna voidaan pitää erittäin suurta porauspituutta, porausvyvyttä ja kaikkein suurimpana etuna myyrän ohjattavuutta porauksen aikana. Suuntaporausella on mahdollista päästä jopa 1000 metrin pituuksiin asti.

Suuntaporaus tapahtuu suorittamalla ensin pilottiporaus. Onnistuneen pilottiporaus jälkeen suoritetaan reiän avarrus. Poratun reiän avartaminen tapahtuu kiinnittämällä porausputkeen avarrin jonka avulla porattua reikää avarretaan noin 1,5 kertaiseksi asennettavaan alitusputkeen nähden. Avartamisen jälkeen alitusputket kiinnitetään avartimeen ja vedetään suuntaporan luo.

## 2.7 Kaapelikelojen käsittelyssä käytetyt työkalut

Kaapelikelat ovat raskaita, joten niiden käsittelyssä vaaditaan huolellisuutta ja oikeaa välineistöä. Keloja tulee aina käsitellä pystyasennossa. Tähän käytetään kelannostohaarukkaa. Kelannostohaarukka koostuu ketjuista, välitorresta, nostolenkistä, laakeroidusta kela-akselista ja lukituskartioista. Kela-akseli työnnetään kaapelikelan läpi ja lukitaan paikoilleen lukituskartioilla. Näin kela ei liiku sivuttaissuunnassa.



Kuva 4. LF 15 kelannostohaarukka (JKS-products Ltd ww-sivut 2021)

Kelannostohaarukan lisäksi yleisesti käytetty työkalu kaapelikelojen käsittelyssä on kelannostokenkä. Kelannostokengän käyttö on nopeampaa kuin kelannostohaarukan, sillä kelannostokenkä pujotetaan kaapelikelan reiästä sisään ja nostetaan. Suurin osa

kaapelikelojen valmistajista ei kuitenkaan salli kelannostokengän käyttöä sillä se rasittaa kaapelikelan laippaa suuresti.



Kuva 5. LS 100-kelannostokenkä (JKS-pruducts Ltd ww-sivut 2021)

## 2.8 Kaapelin suojaaminen vajaasyvyydessä

Kaapeli tulee asentaa 700 mm syvyyteen, mikäli tavoitesyvyyteen ei päästä voidaan kaapeli suojata eri keinoilla. Yleisin ja eniten käytetty tapa on kaapelin suojaaminen kourulla. Kouru voi olla betonikouru tai muovikouru. Kouruttaminen on nopeaa sillä

maanrakentajan ei tarvitse alkaa sekoittamaan itse betonia, odottamaan betoniautoa tai alkaa kiinnittämään kourua kallioon. Kouruttaessa kaapelia kaapelin päälle asennetaan kouru, joka suojaa kaapelia mekaaniselta rasitukselta. Muovikourun pienin sallittu asennussyvyys on yleensä 500 mm. Tämä riippuu sähköverkkoyhtiöstä. Betonikourulla pienin sallittu asennussyvyys on 300 mm tämäkin riippuu sähköverkkoyhtiöstä. Osa sähköverkkoyhtiöistä hyväksyy myös betonilaatan suojauksena. Betonilaattaa käytettäessä tulee kaapelikaivanto esitäyttää hienolla maa-aineksella esimerkiksi 0-8mm kivituhkalla. Betonilaatan asennus on nopeampaa sillä käytettäessä betonilaattaa sitä ei tarvitse asentaa kuten kourua vaan betonilaattaa voidaan asentaa suojahiekan päälle.



Kuva 6. Betonilaatalla suojattu pienjännitekaapeli (Tatu Kinnunen, 2020)

Yksi suojatustapa on asentaa kaapeli SRE-putkeen. SRE-putki on tyypillisesti käyttöluokaltaan SN64 eli SRE-putki voidaan asentaa pintavetona. Tämä suojatustapa on nopeampi kuin louhinta tai roilotus. SRE-putki vaatii kuitenkin kalliokiinnikkeet, joiden avulla putki pysyy kiinni kalliassa. Kalliokiinnikkeet kiinnitetään kallioruuvien avulla kallioon. Kallioruuvi itse kiinnittyy kallioon poratun reiän pohjaan kiilan avulla.



Kuva 7. SRE-putkella suojattu pienjännitekaapeli (Tatu Kinnunen, 2020)



### 3 0,4 – 20 KV SÄHKÖNJALEVERKON KOMPONENTIT SEKÄ NIIDEN PERUSTAMINEN

Tässä kappaleessa käsitellään yleisimmät sähkönjakeluverkon komponentit, sekä näiden komponenttien vaatimuksia ja maanrakennuksellista asennusta.

#### 3.1 Muuntamot

Tässä ei käsitellä puistomuuntamon perustamista, sillä perustamisen, muuntamon paikoilleen nostamisen ja muuntajakoneen paikoilleen nostamisen sekä muuntajatilän kytkennät hoiti tilaajayhtiön vuosisopimusurakoitsija. Pääurakoitsijalle jäi tässä kohteessa keskijännite- ja pienjännitekaapeleiden tuominen muuntamolle, sekä kaapeleiden kytkentä.

Keskijännitekaapeleita varten tilaajan vuosisopimusurakoitsija oli asentanut 140 mm muoviputket joista keskijännitekaapelit tuotiin muuntamon keskijännitepuolelle. Pienjännitekaapelit tuotiin muuntamolle kaivamalla.

Urakoitsijalle jäi kosketussuojattujen keskijännitekaapelin päätteiden tekeminen ja päätteiden asentaminen keskijännitekennoon. Pienjännitepuolella urakoitsijalle jäi pienjännitekaapeleiden tuominen muuntamolle, sekä kaapeleiden kytkentä ja merkkaus.

#### 3.2 Jakokaapit

Jakokaappien tyyppi ja paikka on määriteltynä tilaajalta tulevissa suunnitelmissa. Urakoitsijalle jäi jakokaappien tilaaminen, kokoaminen ja kalustus. Tällä työmaalla jakokaapit olivat Kabeldonin jakokaappeja SLD-kytkimillä.

Jakokaapin perustus tapahtuu tasaamalla kaivettu kaivanto esimerkiksi 0-8mm murskeella noin 200 mm paksuudelta. Jakokaapin jalkoihin asennetaan 50x100 kokoiset

alustuet. Alustuet kiinnitetään jakokaapin jalkoihin syvyysuuntaisesti. Kun jakokaappi on saatu pystytettyä kaivantoon, kiinnitetään kaapelit ja maadoituskupari jakokaappiin. Kaapelit ja maadoituskupari voidaan kytkeä tässä vaiheessa, tai myöhemmin. Kaapelien ja maadoituskuparin kytkentä ennen kokotäyttöä on Kabeldonin jakokaapeissa asentajaystävällisempi vaihtoehto. Kaapelien ja maadoituskuparin kytkennän jälkeen jakokaappia voidaan alkaa peittämään. Peittäminen tapahtuu pienissä erissä ja samalla tarkkaillaan jakokaapin suoruutta.

Jakokaappi voidaan myös perustaa vajaasyvyyteen. Yksi tapa on lyhentää jakokaapin jalat kallion mukaisesti. Jakokaapin jalkojen lyhentämisen jälkeen tulee jalat maalata sinkkimaalilla uudelleen leikkuupinnan kohdalta. Näin jakokaapin ruostuminen hidastuu. Jakokaappi voidaan kiinnittää kallioon esimerkiksi tyvitukien avulla. Kun jakokaappia lyhennetään kaapelien suojausvaatimukset voivat muuttua. Alla olevassa kuvassa SDC 1098 jakokaappi on lyhennetty kallion vuoksi. Jakokaappi on kiinnitetty kallioon käyttämällä tyvitukia.



Kuva 8. Kabeldon SDC 1098 kalliokiinnitys (Tatu Kinnunen, 2020)

### 3.3 Ulkovalaistus

Ulkovalaistuksen komponenttien eli jalustojen, pylväiden, valaisimien ja kaapeleiden tyypit ja määrät tulevat tilaajalta. Jokaiselle jalustalle ja pylväälle on oma positionsa. Tämä voi olla esimerkiksi luku 100:n ja 900:n välillä. Position numerolla saadaan selville määräluettelosta jalustan tyyppi, pylvään tyyppi ja valaisimen tyyppi.

Ennen kaivutöiden aloitusta tulee jalustojen paikat merkitä maastoon. Jokaiselle jalustalle on oma koordinaattinsa. Mikäli urakoitsija huomaa normaalista poikkeavia paikkoja tulee urakoitsija ottaa yhteyttä tilaajaan ja katsoa jalustojen paikat tilaajan kanssa.

Kun jalustojen paikat on saatu merkittyä maastoon ja paikat ovat tilaajan hyväksymiä voidaan kaivutyöt aloittaa. Jalustojen asennussyvyys riippuu jalustan tyypistä. Tämän vuoksi jalustoille esitetään 12cm +- 5cm asennussyvyyttä valmiiseen pintaan nähden.

Tilaajan kaikki kaapelit tulee asentaa putkeen. Kaapelille käytetään keltaista halkaisijaltaan 75 mm b-luokan sileää PVC-muoviputkea. Kaapelien asentaminen putkeen ja yhtenäinen putkilinja jalustojen välillä takaa toimivan sekä vikatilanteessa nopeasti korjattavan ulkovalaistusverkon. Pienen muoviputken lisäksi tulee vihreää halkaisijaltaan 110 mm B-luokan PE-putkea.

## 4 JAKELUVERKON KYKENNÄT

### 4.1 Muuntamot

Tässä kappaleessa käsitellään muuntamon keskijännitepuolen kytkentöjä, yleisimpiä kaapelityyppejä ja yleisimpiä keskijännitekaapelipäätteitä.

Uutta verkkoa rakennettaessa tilaajan keskijännitekaapelityyppi on lähes aina AHXAMK-W 3x185+35. Tämä tarkoittaa, että kolmen vaihejohtimen lisäksi kaapelissa on 35mm<sup>2</sup> kupariköysi. Kupariköyden avulla pystytään takaamaan paremmat maadoitusarvot muuntamolle.

Urakoitsijan tehtävä uudella muuntamolla oli tehdä ja asentaa keskijännitekaapelin päätteet muuntamon keskijännitekojeistoon. Kyseinen muuntamo oli kosketussuojattu, joten keskijännitekaapelin päätteiden piti olla kosketussuojattuja.

#### 4.2 Jakokaapit

Jakokaapit tulivat suoraan tilaajan määrittelemänä. Joten tässä tapauksessa urakoitsijalle jäi jakokaappien kokoaminen, merkintä, asennus ja kytkentä. Tilaajan verkossa jakokaapit mitoitetaan 400 ampeerin jakokaapeista 1000 ampeerin jakokaappeihin. Suurin osa jakokaapeista on vähintään 630 ampeeria. Kaappien suuret virrat johtuvat siitä, että vikatilanteessa pienjänniteverkkoa pystytään syöttämään toisen muuntamon kautta. Tämä takaa vikatilanteessa lyhyet katkoajat asiakkaalle.

#### 4.3 Käyttökeskus

Käyttökeskuksen tehtävä on johtaa ja valvoa keskijänniteverkon puolella tapahtuvia kytkentöjä. Uuden verkon rakentamisen aikana tilaajan käyttökeskus tulee pitää ajan tasalla verkon tilasta, jotta sähkönjakelun vikaantuessa vikapaikka pystytään paikallistamaan mahdollisimman nopeasti. Tilaajan käyttökeskuksen kanssa tulee myös sopia mahdolliset laajemmat keskeytykset sähkönjakelussa, sekä uusien muuntamoiden käyttöönottoaminen.

#### 4.4 Asiakkaat

Yksittäisen asiakkaan osalta lähistöllä tapahtuva sähköverkon saneeraus voi olla vähäpätöinen asia, eikä asiakkaan sähkönjakelussa ole välttämättä keskeytystä. Tällä työmaalla asiakkaiden liittymiskaapelit uusittiin sähkömittarille asti.

Asiakkaalle tämä tarkoitti suunnittelukäyntiä, jonka yhteydessä katsottiin asiakkaan pihalle kaivattavan pienjännitekaapelin kaivureitti ja myös asiakkaan seinälle asennettavan pienjännitekaapelin reitti. Seuraavaksi maanrakentaja kaivoi uuden pienjännitekaapelin asiakkaan pihalle. Kun kaapeli on saatu kaivettua ja uusi maakaapeliverkko kytkettyä asiakas voitiin kääntää uuden maakaapeliverkon perään. Tässä vaiheessa asiakkaalle syntyy sähkökatkos, jonka kesto on noin yhden tunnin mittainen.

Kääntötyötä ennen tehdään kaikki tarvittavat valmistelut. Tämä sisältää uuden pienjännitekaapelin asentamisen seinälle suojattuna esimerkiksi JAPP40 alumiiniputkessa, uuden pääsulakerasian asentamisen seinälle, sekä uuden maadoituskuparin asentamisen seinälle maadoituskuparin suojaputkessa.

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe on laaja ja ilman selkeää aihetta opinnäytetyöstä tuli yleismallinen tietopaketti. Tämä johtui lähinnä siitä, että selkeää ongelmaa ei urakoinnissa ollut. Aihe on myös todella yleinen opinnäytetöissä, joskin suurin osa opinnäytetöistä painottuu joko maanrakennukseen tai sähkötöihin. Tämä opinnäytetyö painottui enemmän maanrakennukseen, kuin sähkötöihin.

Kaupunkimaisessa ympäristössä sähkönjakeluverkon rakentaminen on itselleni tuttu aihe, sillä olen toiminut työnjohdollisissa tehtävissä noin kaksi vuotta ja ennen siirtymistä työnjohtoon toimin asentajana sekä maastosuunnittelijana.

Rakentamisen kaikki vaiheet käytiin yleisellä tasolla läpi, mikä oli mielestäni hyvä asia sillä opinnäytetyötä on siten helpompi käyttää apuna perehdytyksessä. Opinnäytetyön tekeminen valitettavasti venyi todella pitkälle työkiireiden vuoksi.

## LÄHTEET

1. Elenia, 2021. Säävarma tarina <https://www.elenia.fi/>
2. HeadPower Oy, 2021. Ohjeet <https://headpower.fi/>
3. HeadPower Oy:n www-sivut 2021. Kaivettu kaapelioja. Noudettu 14.06.2021 [www.headpower.fi](http://www.headpower.fi)
4. JKS-products Ltd:n www-sivut 2021. JKS putkikäärmevaunu PST 1000 Noudettu 14.06.2021 [www.jks-pro.fi](http://www.jks-pro.fi)
5. JKS-products Ltd:n www-sivut 2021. LF 15 kelannostohaarukka. Noudettu 14.06.2021 [www.jks-pro.fi](http://www.jks-pro.fi)
6. JKS-products Ltd:n www-sivut 2021. LS 100-kelannostokenkä. Noudettu 14.06.2021 [www.jks-pro.fi](http://www.jks-pro.fi)
7. Kivirock, 27.01.2019. Suuntaporaus on tehokas työmenetelmä – onnistuu myös kivisessä maaperässä <https://www.kivirock.fi/>
8. Maanrakennus Velj. Jussila Oy, 2021. Paineilmamyyrä on näppärä työväline pieneen tilaan <https://www.maarakennus-jussila.fi/>
9. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy, 20.08.2020. Kun maakaapeli katkeaa – mitä silloin tapahtuu ja mitä se vaikuttaa sähkökäyttäjälle? <https://pks.fi/>
10. Reka Kaapeli Oy, 16.04.2021. Voimakaapelin asentaminen auraamalla [www.reka.fi](http://www.reka.fi)
11. SLO:n www-sivut 2021. Röhremaal Putkikäärme pyörillä. Noudettu 14.06.2021 [www.slo.fi](http://www.slo.fi)

