

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

TOMMI ANTTILA

# Ilmajohdosten saneeraus maakaapeli- verkoksi

SÄHKÖ- JA AUTIMAATIOTEKNIIKAN  
TUTKINTO-OHJELMA  
2023

## TIIVISTELMÄ

Anttila, Tommi: Ilmajohtojen saneeraus maakaapeliverkoksi  
Opinnäytetyö, AMK  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Joulukuu 2023  
Sivumäärä: 22

Tämän opinnäytetyön aiheena oli ilmajohtojen saneeraus maakaapeliverkoksi urakoitsijan näkökulmasta. Tavoitteena oli koota kattava ohjeistus ilmajohtojen saneerauksesta. Työssä oli tarkoituksena käsitellä kaikki osa-alueet, jotka tehdään saneerauksen yhteydessä. Opinnäytetyössä keskityttiin enemmän maanrakentajan työhön, kuin varsinaiseen sähkötyöhön. Maanrakentajalla on iso vaikutus laadukkaan ja luotettavan jakeluverkon rakentamisessa.

Työssä seurattiin meneillä olevien jakeluverkon saneerausten etenemistä, sekä verkoston rakentamista käytännössä. Näin saatiin kattava tietopaketti koko ilmajohtojen saneerauksesta maakaapeliverkoksi. Kaikki osa-alueet käytiin kattavasti lävitse. Kasattiin vaihtoehtoisia menetelmiä maakaapeliverkon toteuttamiseen. Opinnäytetyössä ei käsitelty ilmajohtojen saneeraukseen kuuluvaa suunnittelu osuutta sen laajuuden takia. Työssä ei myöskään käsitelty lainsäädäntöä, eikä teknisiä määrittelyjä.

## Abstract

Anttila, Tommi: Aerial line renovation to underground cable  
Bachelor's thesis  
Degree programme Electrical and Automation engineering  
December 2023  
Number of pages: 22

The topic of the thesis was the renovation of aerial lines into an underground cable network from the contractor's point of view. The goal was to compile comprehensive guidelines for the renovation. This thesis purpose was to deal with all aspects that will be done with renovation. This work focus was more on the work of land developers than on the actual electrical work.

The work monitored the progress of the ongoing renovations of the distribution network, as well as the construction of the network in practice. In this way, a comprehensive information package was obtained on the renovation of the entire aerial lines into a underground cable network. All areas were comprehensively covered. Alternative methods for implementing the underground cable network were gathered. The thesis did not deal with the planning part of the renovation of overhead lines due to its scope. The work also did not deal legislation or technical specifications in the work.

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 RAKENTAMINEN .....	6
2.1 Aloituskokous .....	6
2.2 Maakaapelin kaivuu.....	6
2.3 Maakaapelin auras .....	7
2.4 Alitus tunkkaamalla .....	9
2.5 Alitus suuntaporaamalla .....	9
2.6 Suojaputken käyttäminen maakaapelin asennuksessa .....	10
2.7 Maakaapelin suojaus.....	11
2.8 Työkalut kaapelikelojen käsittelyssä.....	12
3 PUISTOMUUNTAMOT .....	14
3.1 Puistomuuntamon perustaminen .....	15
3.2 Muuntamon rakenne.....	16
4 JAKOKAAPIT .....	16
5 JAKELUVERKON KYTKENNÄT .....	18
6 ILMAJOHTOVERKON PURKAMINEN .....	19
7 YHTEENVETO.....	20
LÄHTEET.....	22

## 1 JOHDANTO

Sähkömarkkinalaki uudistui 2013, mikä tiukensi sähkönjakeluverkon toimintavarmuutta. Tämän myötä on sähkönjakeluverkon toimintavarmuuden parantamiseksi maakaapeliverkon rakentamista lisätty. Näin saadaan jakeluverkosta säävarma, sähkön toimitusvarmuutta parannettua, sekä samalla saadaan ympäristöä siistittyä. Vanhat ilmajohtot ja puupylväät puretaan ja näiden tilalle tulee jakokaappeja, sekä muuntamokoppeja. Maakaapeliverkon toimintavarmuus on huomattavasti parempi kuin ilmajohtoverkon. Maakaapeliverkon käyttöikä on noin 50 vuotta kaapelivalmistajien mukaan. Käyttöikään vaikuttaa myös asennustavat, asennuspaikka sekä maasto.

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena tutustua jakeluverkon rakentamiseen, sekä saada aineistoa, joista olisi apua seuraaviin rakennuskohteisiin. Opinnäytetyössä käsitellään 0,4–20 kV maakaapeliverkon yleisimmät työvaiheet. Näihin kuuluvat kaivuutavat, alitustavat, maakaapelien asennustavat, sekä rakennusprosessi. Työssä tutustutaan myös ennen rakennustöiden aloitusta tarvittaviin asioihin. Työ painottuu enemmän jakeluverkon maanrakennukseen, kuin sähkötöihin. Varsinaista tarvetta aineistolle ei ollut, koska jakeluverkon saneerauksesta on riittävästi aineistoa. Jokaisella energiayhtiöllä on omat erityishuomiot kaapeleiden asentamiseen.

Opinnäytetyö ei käsittele maakaapeliverkon rakentamiseen liittyvää Suunnitteluprosessia. Suunnitteluprosessiin kuuluu kaapelireitin suunnittelu, sijoitusluvut, kaivuuluvat sekä maanomistajasopimuksien hakeminen. Työssä ei myöskään käsitellä sähkötöihin liittyvää lainsäädäntöä.

## 2 RAKENTAMINEN

Tässä luvussa käsitellään jakeluverkkotyömaan aloitusta, maanrakennusta sekä maakaapeleiden käsittelyyn ja suojaamiseen liittyviä asioita. Mitä jakeluverkon saneerauksen aloituskokouksessa käsitellään ja mitä lupia tarvitsee olla valmiina ennen aloitusta. Millä eri maanrakennustavoilla voidaan maakaapeliverkko toteuttaa. Käydään myös minkälaisilla tavoilla ja työkaluilla maakaapelia suojataan ja käsitellään.

### 2.1 Aloituskokous

Ennen ilmajohtojen saneerausurakan aloitusta pidetään aloituskokous. Aloituskokous tulee pitää joka kerta, ennen suuremman urakan aloitusta. Kokouksessa käydään läpi urakan toteutukseen liittyvät asiat. Käydään läpi urakan tilaaja, suunnittelija, pääurakoitsija ja mahdolliset aliurakoitsijat. Ketkä ovat vastuuhenkilöt tilaajan ja urakoitsijoiden puolelta, sekä heidän yhteystietonsa. Projektin aikataulu hyväksytään, mikä velvoittaa urakoitsijan saamaan urakan luovutettua sovittuun päivämäärään mennessä. Kokouksessa tarkastellaan urakan suunnitelma vaihe vaiheelta ja käydään läpi mahdolliset ongelmakohtat.

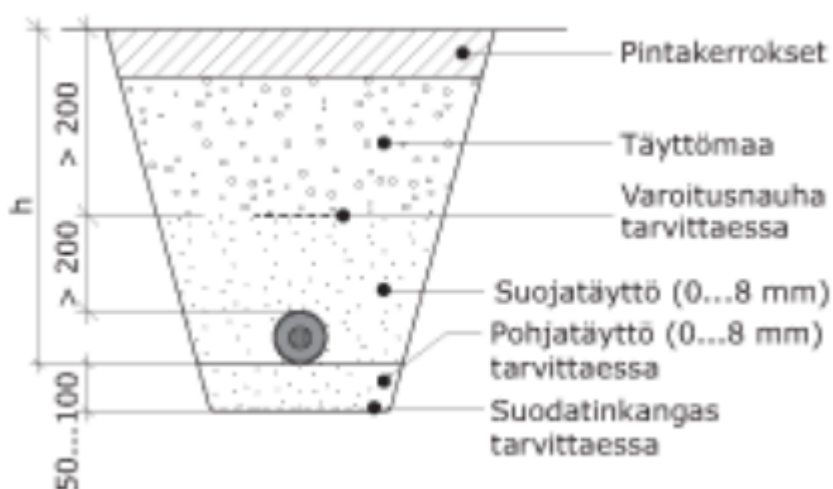
Aloituskokouksessa tarvitsee olla sijoitusluvat, kaivuuluvat sekä maaomistajasopimukset kunnossa. Nämä luvat hoitaa yleisesti suunnittelija tai tilaaja. Urakoitsijalla tarvitsee olla työturvallisuuslomakkeet valmiit, millä varmistetaan turvallinen työskentely urakan aikana. Urakan maastokatselmus pidetään ennen kaivuutöiden aloitusta.

### 2.2 Maakaapelin kaivuu

Maakaapelit voidaan asentaa maahan eri asennustavoilla. Yleisemmin käytetty asennustapa on maakaapelin asentaminen kaapeliojaan. Maanrakentaja kaivaa kaapeliojan, mikä on syvyydeltään suurempi kuin 0,7 metriä. Kaapeliojan leveyden määrittää asennettavien maakaapeleiden lukumäärä. Jos

maaperä on kivikkoista, tarvitaan kaapeliojaan pohjatäyttö. Pohjatäyttöön käytetään joko hiekkaa tai kivituhkaa, jonka raekoko on 0–8 mm. Pohjatäytöllä saadaan kaapeliojan pohjasta tasainen ja estetään suurempien kivien pääsy kaapeleiden ympärille. Maakaapelit asennetaan kaapeliojaan rinnakkain. (HeadPower, 2023.)

Kun maakaapelit on asennettu kaapeliojaan, laitetaan kaapeleiden päälle joko suojakouru tai suojatäyttö. Suojakouru ja suojatäyttö suojaavat maakaapeleita kiviltä sekä muilta esineiltä. Suojakourun tai suojatäytön päälle tulee noin 0,2 metriä maa-ainesta. Maa-aineksen päälle asennetaan varoitusnauha tai varoitusverkko. Varoitusnauha sekä varoitusverkko toimivat varoituksena tulevaisuudessa tehtävissä kaivuutöissä kaapeleiden sijainnista. Varoitusnauhan tai varoitusverkon päälle laitetaan kaapeliojasta tullutta täyttömaata, millä täytetään kaapelioja loppuun asti. Täyttömaan päälle tulee vielä joko multaa tai soraa riippuen kaapeliojan sijainnista. Alla olevalla kuvalla on esitetty kaapeliojan rakenne. (HeadPower, 2023.)



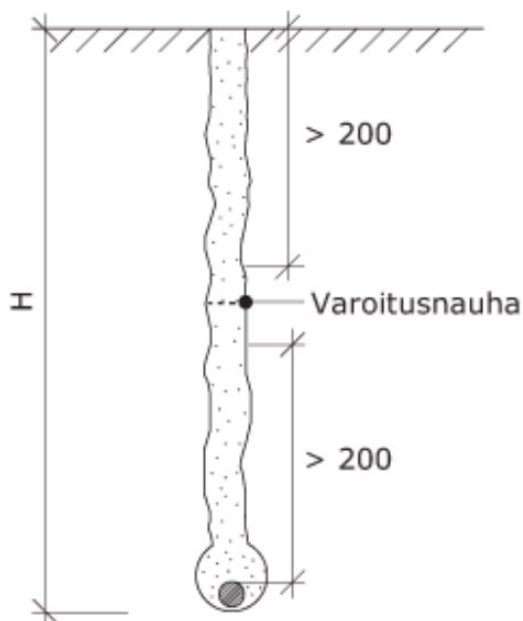
Kuva 1. Kaapeliojan rakenne (Rakennustieto Oy:n www-sivut 2023)

### 2.3 Maakaapelin aeraus

Maakaapelin asennukseen voidaan myös käyttää aeraus menetelmää. Tällä tarkoitetaan menetelmää, jossa maakaapeli asennetaan maahan työkoneen ja siihen liitettävän kaapeliauran avulla. Aeraus menetelmää käytetään

yleisemmin teiden varsilla sekä pelloilla. Auraamisessa maaperän tarvitsee olla esteetöntä. Maaperän esteettömyydellä tarkoitetaan, ettei maaperässä ole isompia kiviä, juuria eikä olemassa olevaa teknistä infrastruktuuria. (Reka kaapeli, 2023.)

Maakaapelin aurauksessa on kiinnitettävä huomiota kaapelin taivutussäde- rajoja sekä sallittua vetovoimaa. Aurauslinjan esiauraamista suositellaan, millä varmistetaan aurauslinjan esteettömyys. Kaapeliauran nieluun ei saa päästä kiviä eikä muita esineitä, mitkä vahingoittavat asennettavaa maakaapelia. Kaapeliauraa tarvitsee liikuttaa vain aurauslinjan etenemissuuntaa. Muuten kaapeliaura voi vahingoittaa jo asennettua kaapelia. Maakaapelin aurauksessa asennetaan samalla varoitusnauha tai varoitusverkko. Kaapeliauran sisämitta tarvitsee valita niin, ettei kaapeli täytä siitä yli 80 %. (Reka kaapeli, 2023.)



Kuva 2. Aurattu kaapeliura (Rakennustieto Oy:n www-sivut 2023)



## 2.4 Alitus tunkkaamalla

Tilanteissa, joissa tietä ei voida tai haluta sulkea kaivuun ajaksi. Tällöin voidaan tehdä tiehen alitus. Alituksella tietä voidaan käyttää normaalisti, eikä tien rakennekerroksia tarvitse asentaa uudelleen.

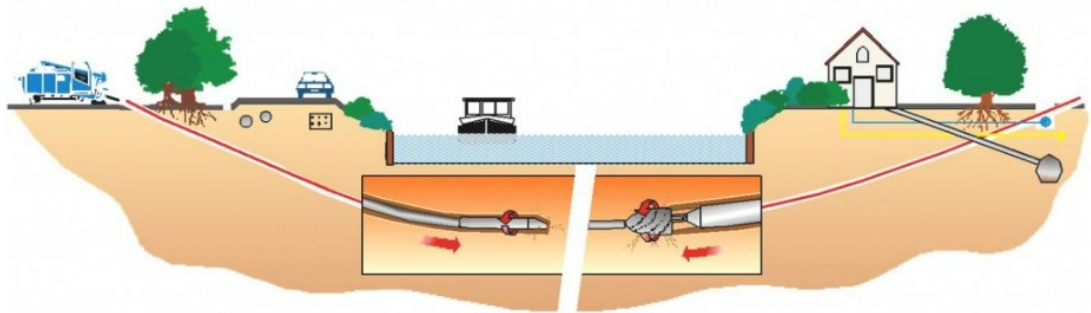
Alituksen tekeminen tunkkaamalla on eniten käytetty tapa. Tunkkaamiseen käytetään paineilmamyyrää, joka on edullisin tapa tien alitukseen. Paineilmamyyrään tarvitaan paineilmakompressori, joka voidaan tuoda työmaalle esimerkiksi pakettiauton perässä. Alituksen tekemiseen tunkkaamalla, tarvitsee alitettavan kohteen molemmille puolille tehdä kaivanto. Aloituskavanto tarvitsee olla jonkin verran suurempi, että suoja-putki saadaan vedettyä alitukseen. Lopetuskaivannon tarvitsee olla tarpeeksi iso myyrän ulostuloa varten. Tunkkauslinja tarvitsee valita tarkasti, koska sitä ei voida alituksen jälkeen korjata. (Maarakennus Velj. Jussila Oy, 2023.)

Paineilmamyyrä toimii niin, että myyrän sisällä oleva paineilmatoiminen mäntä liikuttaa myyrää eteenpäin. Myyrään kiinnitetään alitusputki, joka vedetään samalla alitukseen. Alitusputken kautta myyrä saa samalla paineilmaa toimiakseen. Tunkkauksessa maaperän tarvitsee olla tasalaatuista ja vähäkivistä. Jos maaperä on erittäin pehmeää, tunkkaus ei välttämättä onnistu. Paineilmamyyrän koosta riippuen, voidaan alitukseen käyttää 40–160 mm suoja-putkea. (Maarakennus Velj. Jussila Oy, 2023.)

## 2.5 Alitus suuntaporaamalla

Suuntaporausta käytetään samoissa tilanteissa kuin tunkkausta. Porausta voidaan käyttää myös jokien ja pidempien matkojen alituksissa. Suuntaporausta käytetään vähemmän, koska poraus on kallista. Suuntaporaukseen tarvitaan myös kuorma-auto, jolla kalustoa voidaan kuljettaa seuraavaan alitukseen. Porausta voidaan käyttää myös kallioporauksessa, kunhan ohjattavan porakärjen tilalle vaihdetaan porakruunu. (Kivirock, 2019.)

Suuntaporauksessa ensimmäiseksi tehdään pilottiporaus. Kun pilottiporaus on onnistunut, voidaan reikä avartaa. Reiän avarruksessa poraputkeen kiinnitetään avarrin, jolla reikä saadaan avarrettua 1,5 kertaiseksi asennettavaan suo-  
japutkeen nähden. Kun reikä on saatu avarrettua oikean kokoiseksi, kiinnitetään suo-  
japutket avartimeen ja vedetään suuntaporan luo. Porauksella voi-  
daan asentaa useampi suo-  
japutki yhtä aikaa. Käytettävien suo-  
japutkien hal-  
kaisijat ovat 20–1000 mm asti. (Kivirock, 2019.)



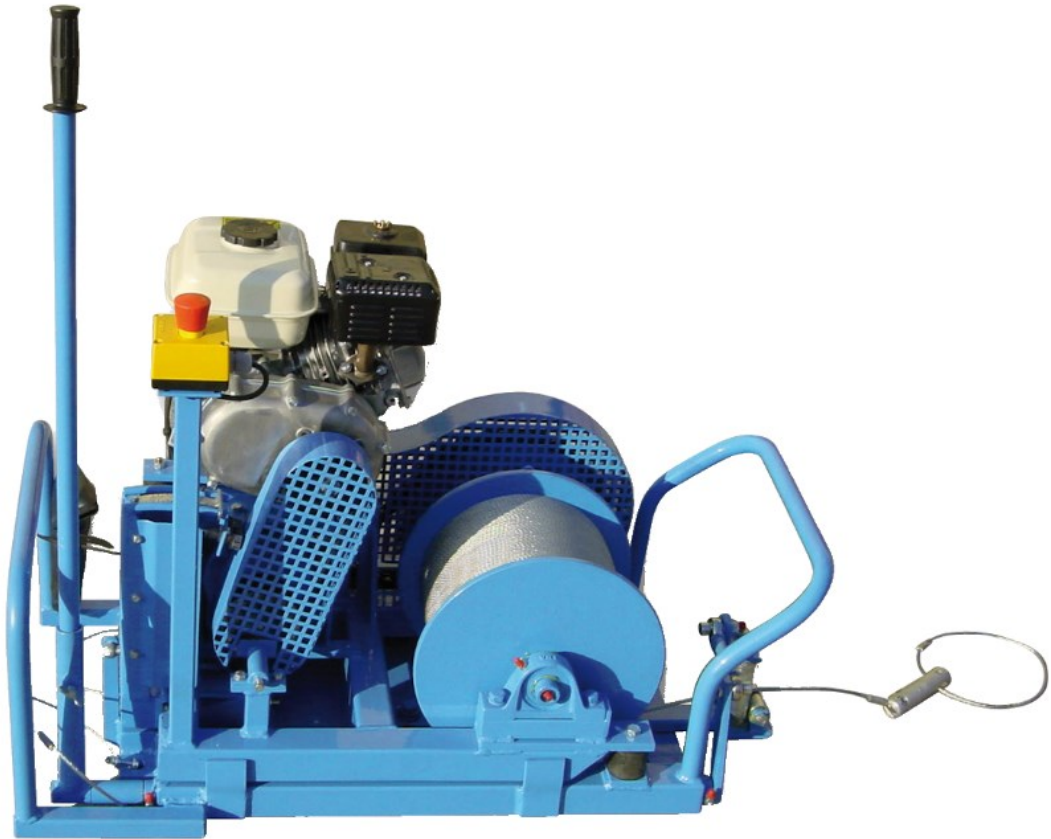
Kuva 3. Suuntaporaus (Vilkograd www-sivut 2023)

## 2.6 Suojaputken käyttäminen maakaapelin asennuksessa

Kaapelin suo-  
japutkea käytetään asennuksissa, joissa ei päästä riittävään  
asennussyvyyteen, alituksissa sekä vilkkaasti liikennöidyillä tiealueilla. Suoja-  
putken käyttäminen on yleensä nopeampaa kuin kaapelin asentaminen suo-  
raan kaivantoon. Putki asennetaan kaapelikaivantoon ja tämän jälkeen voi-  
daan kaivanto täyttää. Maakaapeli vedetään tämän jälkeen putkeen. Tällöin  
maakaapeli on suojattu mekaaniselta rasitukselta, eikä tiealueille aiheudu lii-  
kaa haittaa. (HeadPower, 2023.)

Kaapelin putkeen vetämiseen voidaan käyttää kaapelinvetolaitetta, putkikäär-  
mettä sekä köyttä. Ensimmäiseksi putkikäärmeen vaijeri työnnetään putkeen  
niin, että vaijeri tulee putken toiseen päähän asti. Putkeen voidaan myös pu-  
haltaa kevyt naru putken toiseen päähän asti. Vaijeriin taikka naruun kiinnite-  
tään joko kaapelivetolaitteen vaijeri taikka köysi, jonka vetolujuus on riittävä.  
Kun vetolaitteen vaijeri tai köysi on saatu vedettyä putkilinjan läpi, laitetaan  
kaapelin päähän vetosukka. Vetosukka teipataan kaapeliin, jotta kaapelin veto

onnistuisi. Vetosukka kiinnitetään vetolaitteen vaijeriin tai köyteen, minkä avulla kaapeli vedetään putkilinjan läpi toiseen päähän. Kaapelin vetämisessä voidaan käyttää liukuainetta, putken ja kaapelin välisen kitkan vähentämiseksi. (HeadPower, 2023.)



Kuva 4. Jakob Thaler kaapelivinssi KE-500 (Jakob Thaler GmbH [www-sivut](http://www.sivut) 2023)

## 2.7 Maakaapelin suojaus

Maakaapeli tulisi asentaa vähintään 700 mm syvyyteen. Mikäli kaapelikaivantoa ei saada kaivettua tavoitesyvyyteen, voidaan kaapelin suojata eri tavoin. Yleisesti kaapelin päälle asennetaan suojakouru, joka estää kaapelin vahingoittumisen mekaaniselta rasitukselta. Muovikourua käytettäessä, tulee kaapelin asennussyvyyden olla vähintään 500 mm. Asennuksessa tarvitsee myös huomioida sähköverkkoyhtiön omat määräykset. Jos asennussyvyys on alle 500 mm, tulee käyttää betonikourua. Betonikourun asennuksessa minimi

syvyys on 300 mm. Asennuksessa on myös huomioitava sähköverkkoyhtiön määräykset. Maakaapelin suojaus voidaan toteuttaa myös betonilaatalla, mutta tämän määrittää sähköverkkoyhtiö. Betonilaatalla suojaessa tulee kaivanto esitäyttää maa-aineksella, jonka raekoko on 0–8 mm. (HeadPower, 2023.)

Maakaapelin suojauksessa voidaan käyttää myös SRE-putkea. SRE-putki on käyttöluokaltaan SN64, joten sitä voidaan käyttää erityisen haastavissa asennuskohteissa. Käyttöluokkansa ansiosta, putkea voidaan käyttää myös pinta-asennuksessa. (HeadPower, 2023.)



Kuva 5. SRE-putken käyttö haastavissa olosuhteissa (Pipelife Oy www-sivut 2023)

## 2.8 Työkalut kaapelikelojen käsittelyssä

Maakaapelit on pyöritetty kaapelikeloille, josta niitä on helppo käsitellä. Kela suojaa samalla kaapelia vahingoittumiselta. Kelojen käsittelyssä tarvitsee olla huolellinen, koska kaapelikelat ovat raskaita ja voivat aiheuttaa vahinkoa.

Kaapelikeloja tulee käsitellä valmistajan hyväksytyillä ja tarkastetuilla välineillä. Keloja tulee aina säilyttää ja käsitellä pystyasennossa, ettei kaapeli valu kelan alle ja vaurioidu. (HeadPower, 2023.)

Kelan nostoon käytetään kelannostohaarukkaa, mikä koostuu ketjuista, väliorresta, nostolenkistä, kela-akselista ja lukituskartioista. Väliorrella saadaan ketjut levitettyä toisistaan, jottei kaapelikela vahingoitu. Kela-akseli on laakeroitu, jotta kela pyörii nostohaarukassa kevyesti. Kela-akseli työnnetään kaapelikelassa olevan reiän lävitse ja lukitaan paikoilleen lukituskartioilla. Lukituskartiot estävät kaapelikelaa liikkumasta sivuttain kela-akselilla. (HeadPower, 2023.)



Kuva 6. LF 26 kelannostohaarukka (JKS-products Ltd www-sivut 2023)

Kaapelin purkuun kelalta voidaan käyttää myös kaapelivaunua. Vaunussa on kelannosto vinssi ja kela-akseli. Kela-akseli asennetaan kaapelikelaan

samanlailla kuin kelannostohaarukan kanssa. Kelannosto vinssillä saadaan kaapelikela nostettua vaunuun, josta kaapeli voidaan asentaa kaapeliojaan. Useimmissa kaapelivaunuissa on polttomoottori, jolla voidaan pyörittää kela samalla kun kaapelia asennetaan. Kaapelivaunua käytetään yleisimmin tasaisilla tieosuuksilla. (HeadPower, 2023.)



Kuva 7. JKS 3500 -kaapelivaunu (JKS-products Ltd www-sivut 2023)

### 3 PUISTOMUUNTAMOT

Tässä kappaleessa käydään lävitse puistomuuntamon periaate. Miten puistomuuntamon perustuksen toteutetaan sekä muuntamon rakenne.

Maakaapeliverkon saneerauksessa pylväsmuuntajat korvataan puistomuuntamoilla. Puistomuuntamo muuntaa 20 kV jännitteen 0,4 kV pienjännitteeksi. Näin saadaan keskijänniteverkko muunnettua pienjänniteverkoksi, jonka

kautta kotitaloudet ja muut pienet sähkökuluttajat saavat sähkönsä. Puistomuuntamossa on muuntamotila, keskijännitepuoli sekä pienjännitepuoli.



Kuva 8. UTU puistomuuntamo (UTU Group www-sivut 2023)

### 3.1 Puistomuuntamon perustaminen

Puistomuuntamon jokaiseen kulmaan asennetaan maadoitussauvat, jotka yhdistetään maadoituselektrodirenkaaseen. Rengas asennetaan 300 mm syvyyteen ja sen johtimet tulee mitoittaa niin, että johtimet ylettyvät muuntamon päämaadoituskiskolle. Kun maadoitussauvat on asennettu, levitetään kaivannon pohjalle suodatinkangas. Kangas estää maa-ainesten sekoittumisen, mutta päästää vettä lävitseen. Kaivannon täyttöön käytetään 0–32 mm murskettä, joka tiivistetään kerroksittain täryttämällä. Kaivantoon voidaan asentaa samalla suojaputket, jonka kautta kaapelit saadaan työnnettyä muuntamoon sisälle. Mikäli suojaputkia ei asenneta, tarvitsee kaapelien ympärille tehdä suojatäyttö 0–8 mm kiviaineksella. Lopuksi perustukselle tehdään lopputäyttö 0–32 mm murskeella ja samalla varmistetaan perustuksen vaakasuoruus.

Täytössä tarvitsee huomioida, että muuntamon oven alareunan ja maanpinnan etäisyydeksi tulee noin 300 mm. Kun perustukset ovat valmiit, voidaan puisto-muuntamo nostaa perustusten päälle nosturilla. Muuntamotilaan nostetaan vielä lopuksi muuntaja. (HeadPower, 2023.)

### 3.2 Muuntamon rakenne

Muuntajatilassa sijaitsevaan muuntamoon kytketään keskijännitekojeistosta tulevat syöttöjohdot muuntamon KJ-napoihin. Muuntajan PJ-navoista viedään syöttökaapelit muuntamon pienjännitepuolen virtakiskoihin.

Keskijännitekaapelit asennetaan kennoihin joko kutistepäätteillä tai pistokepäätteillä. SF6 kojeistossa käytetään pistokepäätteitä ja ilmaeristeisissä käytetään kutistepäätteitä. Muuntamosta riippuen, keskijännitekojeisto on varustettu katkaisijoilla, kuormanerottimilla ja maadoituserottimilla. Näin verkon osia saadaan erotettua sekä verkon kytkentää saadaan muutettua. (Energiateollisuus, 2023.)

Pienjännitekaapelit asennetaan muuntamon PJ-puolen jakokaapin jonovarokeytkimiin. Jonovarokeytkimet tulee olla asennettu suunnitelmien mukaisesti. Jonovarokeytkimiin asennetaan suunnitellut varokkeet ja jokainen lähtö merkitään. Merkinnöistä selviää lähdön numero, kohteen osoite, varokekoko sekä kaapelin tiedot. (Energiateollisuus, 2023.)

## 4 JAKOKAAPIT

Tässä osiossa käsitellään jakokaapin tarkoitusta. Miten jakokaappi perustetaan ja mitä jakokaappi sisältää. Käydään myös lävitse jakokaapin kytkentää sekä jakokaappiin tulevia merkintöjä.



Sähkönjakeluverkossa jakokaapit ovat iso osa kokonaisuutta. Tätä kautta kotitaloudet ja pienet sähkönkuluttajat saavat sähkönsä. Muuntamolta tuodaan kaapeli jakokaappiin, tai toiselta jakokaapilta haaroittamalla. Tällöin saadaan jaettua sähköverkkoa laajemmalle, eikä muuntamoita tarvitse perustaa joka paikkaan.



Kuva 9. ABB MJS kaapelijakokaappi (ABB Group [www-sivut](http://www.abb.com) 2023)

Jakokaappi perustetaan suunnitelmien mukaisesti, tekemällä kaivanto maanrakentajien avulla. kaivannon pohjalle asennetaan suodatinkangas estämään maan aineksen sekoittumisen. Kankaan päälle tasataan 200 mm paksuudelta

murskepeti 0–8 mm murskeella. Perustuksen tarvitsee olla suora, jotta jakokaappi saadaan asennettua kunnolla. Jakokaappiin on asennettu alustuet, jonka jälkeen kaappi asennetaan perustusten päälle. Alustuet auttavat pitämään jakokaapin paikoillaan asennuksen yhteydessä. Jakokaapissa on jonovarokeytkimet, joihin pienjännitekaapelit kytketään. Tätä kautta sähkönkuluttajat saavat sähkönsä. Jakokaapin syöttökaapeli kytketään suoraan kiskoon, jonka kautta kytkimet saavat sähkönsä. Maahan asennettu maadoituskupari asennetaan maadoituskiskoon. Kun kaikki kaapelit on saatu kytkettyä, voidaan jakokaapin kaivanto peittää kokonaan murskeelle. Kaivanto peitetään pienissä erissä, jotta jakokaappi voidaan säätää suoraan. Jakokaapin jonovarokeytkimiin lisätään merkinnät, joista selviää lähdön numero, lähdön osoite, varokekoko sekä kaapelin tiedot. Jakokaappi täytetään sisältä kevytsoralla maadoituskiskon alapuolelle asti. Kevytsoran tarkoitus on estää kaapeleita osumasta jakokaapin reunoihin tai toisiinsa. (Energiateollisuus, 2023.)

## 5 JAKELUVERKON KYTKENNÄT

Tämä kappale käsittelee saneerauksen loppuvaihetta. Mitä asioita on tarkistettava ennen muuntamoiden käyttöönottoa. Sekä miten asiakkaalle saadaan toimitettua sähköä uuden jakeluverkon kautta.

Kun sähköjakeluverkkoa on saatu rakennettua muuntamoille asti, voidaan aloittaa jakeluverkon kytkeminen. Ennen kytkemistä tarvitsee varmistua, että kaikki mahdolliset jatkot, muuntamon kytkennät, KJ-kaapelikaivannot on peitetty sekä dokumentointi on tehty. Jokainen muuntamo kytketään erikseen. (HeadPower, 2023.)

Käyttökeskukselta tarvitsee varmistaa, että kyseinen muuntaja saadaan kytkä jakeluverkkoon. Käyttökeskus varmistaa muuntajan dokumentointien olevan kunnossa. Mikäli dokumentointia ei ole jostakin syystä tehty, käyttökeskus

ei anna lupaa muuntamon käyttöönottoon. Jos kaikki on kunnossa, antaa käyttökeskus luvan muuntamon käyttöönottoon. (HeadPower, 2023.)

Kun jakokaappiin on saatu jännite sekä pienjännitekaapeli on kaivettu asiakkaalle, voidaan aloittaa tekemään talokääntöjä. Talokäännöllä tarkoitetaan uuden liittymiskaapelin käyttöönottoa ja vanhan kaapelin pois kytkemistä. Kääntöä ennen tarvitsee tehdä kaikki valmistelut. Joko talokäännöissä tehdään jatko asiakkaan jo olemassa olevaan maakaapeliin, tai uuden talovarokekotelon asennus seinälle. Uusi talovarokekotelo asennetaan asiakkaan ulkoseinälle niin, että sähkökeskuksen syöttökaapeli saadaan kytkettyä uuteen koteloon. Pienjännitekaapeli nostetaan seinälle ja suojataan esimerkiksi JAPP40 alumiiniputkella. Samalla asennetaan uusi maadoituskupari seinälle. Kaapelit kytketään uuteen talovarokekoteloon ja jakokaapin jonovarokekytkimiin asennetaan varokkeet. Tästä muodostuu asiakkaalle sähkökatkos, jotta uusi syöttö saadaan kytkettyä. (SFS 6002:2015, 2015, s.25–34.)

## 6 ILMAJOHTOVERKON PURKAMINEN

Tässä luvussa käsitellään saneeraustyömaan vaihetta, jossa vanhat ilmajohdot voidaan purkaa pois. Miten vanhojen linjojen erotus ja purkaminen tapahtuu, sekä miten ilmajohtoja purettaessa tarvitsee työskennellä.

Ilmajohdot tulee purkaa saneerauksen yhteydessä. Näin saadaan vanhat ilmajohdot pois maisemakuvasta, sekä vikatilanteissa ei etsitä turhaan vikaa vanhoista ilmajohdoista. Kaikki ilmajohdot, pylvääät sekä muuntamot puretaan suunnitelmien mukaan. (HeadPower, 2023.)

Purkutyöt voidaan aloittaa, kun purettavan ilmajohtoverkon kaikki talokäännöt on tehty. Purku aloitetaan erottamalla purettava linja jännitteellisestä verkosta avaamalla erotin. Erottimen avaamisesta ollaan yhteydessä käyttökeskukseen, joka antaa luvan erotukselle. Jännitteettömyys on tarkistettava ennen

purkutyön aloitusta. Kun jännitteettömyys on varmistettu, voidaan purkutyö aloittaa. Ilmajohdot puretaan erottimelta sähkömiehen toimesta, minkä jälkeen johtimet tiputetaan maahan. Johtimien irrotus erottimelta tapahtuu nostokorista, eikä pylvääseen sovi kiivetä. Mikäli irrotusta ei voida tehdä nostokorista, on pylväs tuettava ennen kiipeämistä. Maanrakentajat voivat tämän jälkeen ruveta purkamaa pylviäitä. Pylväs poistetaan kokonaan maasta, eikä pylvään tyviosaa jätetä maan sisään. Johtimet irrotetaan, kun pylväs on kaadettu maahan. Pylväsmuuntamot nostetaan pois pylväistä nosturilla niin, ettei muuntamo vahingoitu. Muuntamoiden sisällä oleva öljy ei saa joutua maastoon. Kun kaikki ilmajohdot, pylvääät ja muuntamot ovat purettu, ne hävitetään tilaajan ohjeiden mukaisesti. (HeadPower, 2023.)

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä yleismallinen tietopaketti ilmajohtoverkoston saneerauksesta. Aihe oli hyvin laaja, joten sitä oli rajattava niin, että koko jakeluverkon saneeraus käydään yksinkertaisesti lävitse. Aiheesta on tehty monta opinnäytetyötä, jotka painottuvat joko sähkötöihin tai maanrakennukseen. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin enemmän maanrakennustöihin, kuin sähkötöihin. Maanrakennuksella on iso merkitys jakeluverkon laadulle ja luotettavuudelle.

Opinnäytetyössä on noudatettu Satakunnan ammattikorkeakoulun opinnäytetyö ohjeistusta sekä opinnäytetyösopimus on tehty. Työssä käytetyt lähteen on luotettavia ja niiden oikeellisuus on tarkistettu. Lähteitä on lainattu ohjeistuksen mukaan, eikä suoria lainauksia ole käytetty.

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin kattavalla tasolla. Jokainen rakennusvaihe käytiin yleisesti lävitse, josta on apua uusien työntekijöiden koulutuksessa. Jokaisen osa-alueen voimassa oleva ohjeistus tarkistettiin. Työn tekemisen aikana, sai kehitettyä omaa osaamista jakeluverkon eri alueiden

kanssa. Sai hankittua enemmän tietoa jokaisesta alueesta ja käytettyä työsuhteen aikana opittua omaa asiantuntemusta. Tämän opinnäytetyön aloituksessa kesti omien kiireiden takia todella kauan, mutta aloittamisen jälkeen työ eteni vauhdilla.

## LÄHTEET

ABB Group Oy:n www-sivut 2023. ABB MJS kaapelijakokaappi. Noudettu 4.12.2023 [www.new.abb.com](http://www.new.abb.com)

Energiateollisuus ry, 12.11.2023. Maakaapeliverkon rakentamisen vaatimukset 0,4–45 kV [www.adato.fi](http://www.adato.fi)

HeadPower Oy, 11.11.2023. Ohjeet <https://headpower.fi/>

Jakob Thaler GmbH:n www-sivut 2023. Jakob Thaler kaapelivinssi KE-500. Noudettu 4.12.2023 [www.jakobthaler.com](http://www.jakobthaler.com)

JKS-products Ltd:n www-sivut 2023. LF 26 kelannostohaarukka. Noudettu 3.12.2023 [www.jks-pro.fi](http://www.jks-pro.fi)

JKS-products Ltd:n www-sivut 2023. JKS 3500 -kaapelivaunu. Noudettu 3.12.2023 [www.jks-pro.fi](http://www.jks-pro.fi)

Kivirock, 27.01.2019. Suuntaporaus on tehokas työmenetelmä – onnistuu myös kivisessä maaperässä [www.kivirock.fi](http://www.kivirock.fi)

Maarakennus Velj. Jussila Oy, 2023 Paineilmamyyrä on näppärä työväline pieneen tilaan [www.maarakennus-jussila.fi](http://www.maarakennus-jussila.fi)

Pipelife Oy:n www-sivut 2023. SRE-putken käyttö haastavissa olosuhteissa. Noudettu 10.12.2023 [www.pipelife.fi](http://www.pipelife.fi)

Rakennustieto Oy:n www-sivut 2023. Aurattu kaapeliura. Noudettu 9.12.2023 [www.rakennustieto.fi](http://www.rakennustieto.fi)

Rakennustieto Oy:n www-sivut 2023. Kaapeliojan rakenne. Noudettu 13.12.2023 [www.rakennustieto.fi](http://www.rakennustieto.fi)

Reka Kaapeli Oy, 18.11.2023. Voimakaapelin asentaminen auraamalla [www.reka.fi](http://www.reka.fi)

SFS 6002:2015. (2015). 6.2 Työskentely jännitteettömänä. Suomen standardisoimisliitto

SFS 6002:2015. (2015). 6.3 Jännitetyö. Suomen standardisoimisliitto

UTU Group Oy:n www-sivut 2023. UTU puistomuuntamo. Noudettu 3.12.2023 [www.utugroup.com](http://www.utugroup.com)

Vilkograd d.o.o:n www-sivut 2023. Suuntaporaus. Noudettu 4.12.2023 [www.vilkograd.com](http://www.vilkograd.com)