

Pietari Honkakoski

SÄHKÖLIITTYMÄN SUUNNITTELU

SÄHKÖLIITTYMÄN SUUNNITTELU

Pietari Honkakoski
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkövoimatekniikka

Tekijä: Pietari Honkakoski

Opinnäytetyön nimi: Sähköliittymän suunnittelu

Työn ohjaaja: Heikki Kurki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: 21 + 2 liitettä

Opinnäytetyö käsittelee yksittäisen sähköliittymän rakentamisen suunnitteluprosessia. Työssä kuvataan maastosuunnittelijan keskeisimmät työvaiheet kuten sähköinen suunnittelu, maastosuunnittelu ja luvitus.

Työn tavoitteena oli suunnitella uusi sähköliittymä ja tehdä työselosteet maanrakennusurakoitsijalle sekä sähköasentajille. Opinnäytetyöksi projekti valikoitui muiden liittymätöiden joukosta uuden puistomuuntamon rakentamistarpeen vuoksi.

Työn suunnittelu toteutettiin Trimble NIS -suunnittelutyökalulla, jolla tehtiin sähköinen suunnitelma ja kaikki tarvittavat maankäytösopimukset. Projektin aikana työkohteessa suoritettiin maastosuunnittelua, jossa suunnitellaan tarkemmat kaapelireitit sekä muuntamon ja jakokaappien paikat.

Lopputuloksena syntyi selkeät työohjeet, joiden perusteella työ voitiin toteuttaa turvallisesti, ja asiakkaalle saatiin rakennettua uusi sähköliittymä. Sähköliittymä luovutettiin asiakkaalle joulukuussa 2023.

Työn puitteissa laadittiin kaksi työselostetta. Työselosteet saatiin ajoissa valmiiksi ja valmiit dokumentit työselosteista ovat liitteenä. Työselosteet ovat luottamuksellisia, joten ne jäävät vain toimeksiantajan käyttöön.

Asiasanat: Sähköliittymä, jakeluverkko, uudisrakentaminen

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Option of Electrical Engineering

Author: Pietari Honkakoski
Title of thesis: Electrical connection desing
Supervisor: Heikki Kurki
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024
Number of pages: 21 + 2 appendices

The thesis addresses the planning process for constructing an individual electrical connection. It covers the key stages of the field designer's work, such as electrical design, field planning, and permitting.

The aim of the project was to design a new electrical connection and create work reports for civil engineering contractors and electricians. The project was selected as the thesis project from among other connection works due to the need to construct a new distribution transformer.

The design was carried out using the Trimble NIS planning tool, which was used to create the electrical plan and all necessary land use agreements. During the project, field planning was conducted at the work site, where more detailed cable routes and the locations of the transformer and distribution cabinets were planned.

As a result, clear work instructions were produced, allowing the work to be carried out safely, and a new electrical connection was built for the customer. The electrical connection was handed over to the customer in December 2023.

Within the scope of the work, two work reports were prepared. The work reports were completed on time, and the finished documents are included as appendices. The work reports are confidential, so they are only intended for use by the client.

Keywords: Electrical connection, distribution network, new construction

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
3 SÄHKÖINEN SUUNNITTELU	7
3.1 TRIMBLE NIS -SUUNNITTELUTYÖKALU	7
3.2 LÄHTÖTIEDOT	8
3.3 UUDEN LIITTYMÄN TOTEUTUSVAIHTOEHDOT	9
3.4 PUJISTOMUUNTAMO	11
3.5 JAKOKAAPIT	12
3.6 KAAPELIT	13
4 MAASTOSUUNNITTELU	15
5 LUVITUS JA MAANKÄYTTÖSOPIMUKSET	19
6 POHDINTA	20
LÄHTEET	21
LIITTEET	
LIITE 1 Työseloste Osa 1 (Luottamuksellinen)	
LIITE 2 Työseloste Osa 2 (Luottamuksellinen)	

1 JOHDANTO

Pienjänniteliittymän toimittamisessa on useita työvaiheita suunnittelusta toteutuksen kautta uuden sähköverkon dokumentointiin sekä liittymän käyttöönottoon. Projekti toteutetaan kokonaisuudessaan syksyn 2023 aikana. Elite Group toimii Elenian kumppaniryhtymänä projektin suunnittelijana, toteuttajana sekä dokumentoijana. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata maastosuunnittelijan työtehtäviä jakeluverkon rakentamisessa verkkoyhtiö Elenian alueella

Tämä projekti valikoitui opinnäytetyöksi työkohteen selkeyden sekä monipuolisuuden vuoksi. Kohteessa ei ollut vielä suunnitteluhetkellä rakennettu muuta kuin tie uusille tonteille. Projektissa piti ottaa huomioon ELY- (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristö-) -keskuksen hallinnoiman tien alueella työskentely, jännitteisen kj-(keskijännite-) -kaapelin lähellä työskentely, kj-kaapelin katkaiseminen ja jatkaminen uutta puistomuuntamoaa varten sekä maaston tuomat haasteet.

Elenia Verkko Oyj on Suomen toiseksi suurin verkkopalveluyhtiö, joka palvelee Kanta- ja Päijät-Hämeessä, Keski-Suomessa, Pirkanmaalla sekä Etelä ja Pohjois-Pohjanmaalla n. 440 000 asiakasta. Elenia Verkko Oyj tuottaa palvelunsa yhteistyössä kumppaniryhtiöidensä kanssa. Palveluihin kuuluvat sähköverkon ja -liittymien rakentaminen sekä asiakkaiden sähkönkulutuksen mittaaminen. (1.)

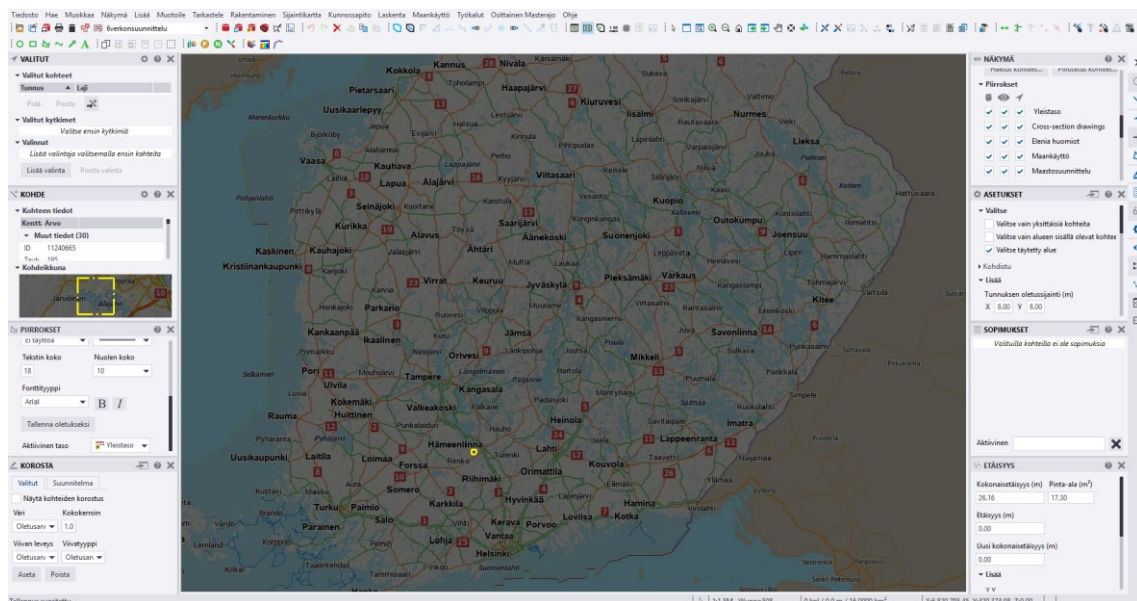
Opinnäytetyön toimeksiantajani on nykyinen työnantajani Sähkömirake Oy, joka on vuonna 1998 perustettu sähköalan yritys. Yritys on toiminut vuodesta 2004 nimellä Elite Group. Yrityksen pääasiallinen tehtävä on sähköverkon rakentaminen sekä kunnossapito neljällä Elenia Verkko Oyj:n urakointialueella. Elite Group toimii Kanta-Hämeessä ja toimipisteitä on Tervakoskella, Tammelessa sekä Hämeenlinnassa. (2.)

3 SÄHKÖINEN SUUNNITTELU

Sähköiseen suunnitteluun kuuluu kaapelireitin piirtäminen suunnitteluohjelmalla sekä tarvittavien komponenttien valinnat, sijoittaminen karttakuvan perusteella mahdollisille paikoille sekä laskenta, että sähköverkko voisi toimia valituilla komponenteilla.

3.1 TRIMBLE NIS -SUUNNITTELUYÖKALU

Sähköisen suunnittelun työkaluna Elenian urakoitsijat käyttävät Trimble NIS -suunnitteluohjelmaa (kuva 1). Trimble NIS on sähköyhtiöiden käyttöön suunniteltu verkkotietojärjestelmä. Se rakentuu älykkästä verkkomallista, joka on sähköverkon digitaalinen kaksonen. Se sisältää integroidut paikakatietotoiminnot. Järjestelmään on sisäänrakennettuna verkkotopologia sekä tuki verkoston elementtien koko elinkaaren ajalle (3).



KUVA 1. Yleisnäkymä Trimble NIS -suunnitteluohjelmasta

Trimble NIS -suunnitteluohjelmalla suunnittelija voi tarkistaa nykyisen ja suunnitella olevan sähköverkon teknisen mitoituksen huomioiden myös hajautettua tuotantoa. Tällä voi-

daan varmistua, että sähköverkko täyttää sähkön jakelulle asetetut vaatimukset. Erilaiset laskentatyökalut ovat verkonsuunnittelun yhteydessä suunnittelijan käytettävissä suoraan verkkotietojärjestelmässä. (4)

3.2 LÄHTÖTIEDOT

Työn suunnittelu alkoi lähtötietomuistioon tutustumisella. Muistiosta selviävät keskeiset asiat, kuten liittymän koko, liittäjän yhteystiedot sekä sovittu päivämäärä sekä milloin työn tulisi olla valmis.

Lähtötietojen mukaan liittyjä oli tilannut 3x25 A sähköliittymän uutta omakotitaloa varten kuvassa 2 näkyvälle tontille. Työssä täytyy myös huomioida mahdollinen liittymän suurentaminen tulevaisuudessa mahdollisen 3,5 kVA suuruisen aurinkovoimalan liittämistä varten.



KUVA 2. Työkohde

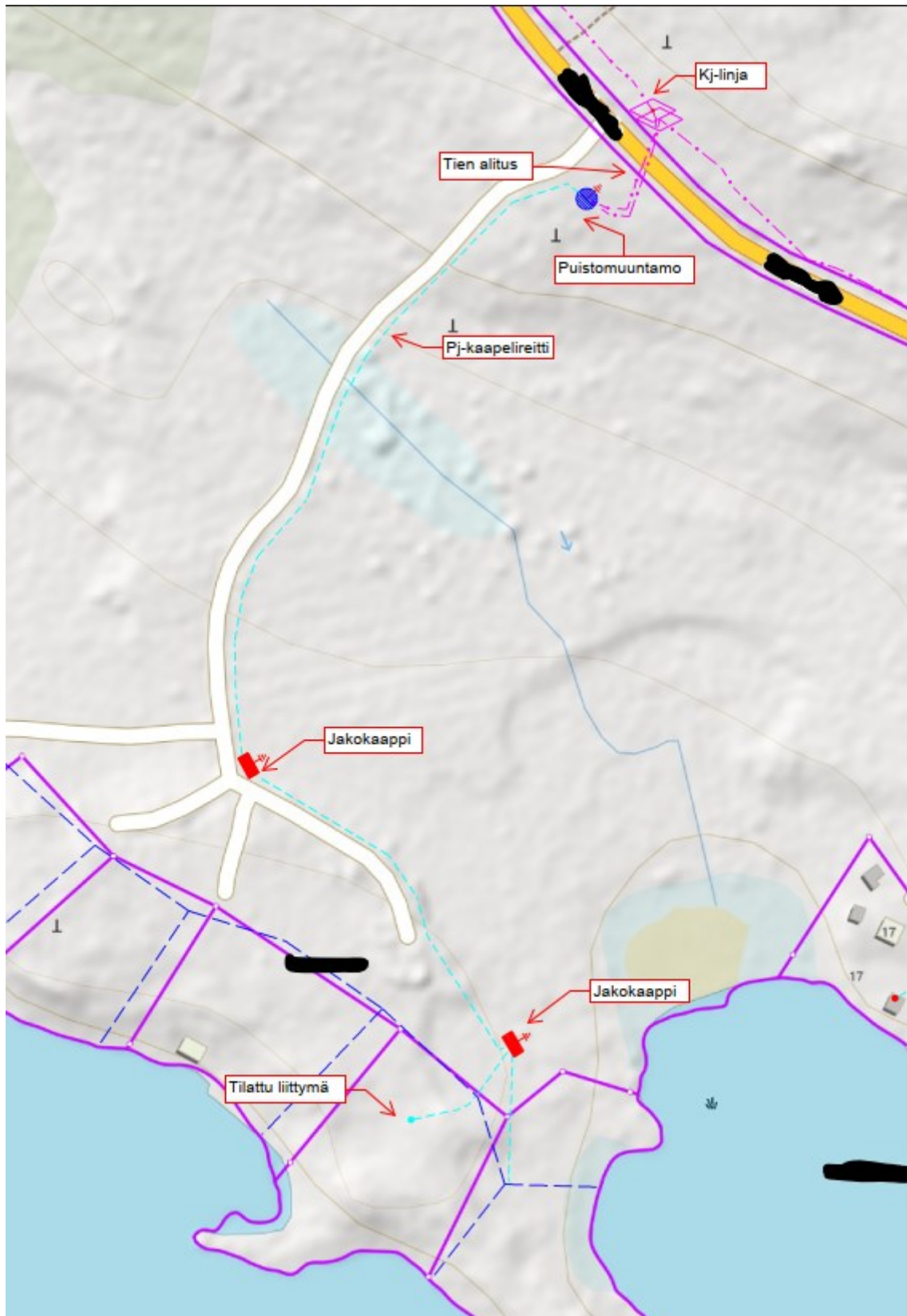
3.3 UUDEN LIITYMÄN TOTEUTUSVAIHTOEHDOT

Sähköisessä suunnitelmassa nousi esille kaksi vaihtoehtoa kaapeloinnille. Mahdollisuudet olivat joko kaapeloida viereisellä tiellä sijaitsevalta jakokaapilta pienjännitekaapeli metsää pitkin liittyjän tontin rajalle tai rakentaa tien alkuun uusi puistomuuntamo, josta voitaisiin tuoda pj-(pienjännite-) -kaapeli tien reunustaa pitkin tontin rajalle.

Kaapelointi viereisen tien jakokaapilta olisi työnä nopeampi sekä yksinkertaisempi kaapeloinnin kannalta. Karttakuvien perusteella reitti on kuitenkin osittain todella märkää ja alueella on oja, jonka alitus tuo omat haasteensa veden paljouden vuoksi. Lisäksi alueella on karttakuvien mukaan lohkoitu useita tontteja, joille ei kuitenkaan ole vielä tilattu liittymiä.

Uuden puistomuuntamon rakentaminen tien alkuun on toinen hyvä vaihtoehto. Tämä on kuitenkin työnä haastavampi ja vie enemmän aikaa. Lisäksi viereisen tien varressa noin puolen kilometrin päässä sijaitsee muuntamo, joten ensin täytyy selvittää, suostuuko verkkoyhtiö rakennuttamaan toisen muuntamon näin lähelle. Uudella muuntamalla saataisiin kuitenkin toteutettua varaus mahdollisia uusia sähköliittymiä varten.

Valitsin edellä mainituista vaihtoehdoista uuden puistomuuntamon rakentamisen siltä varalta, että pienjänniteverkkoa voidaan laajentaa tulevaisuudessa. (Kuva 3). Tien toisella puolen sijaitsee 20 kV:n keskijännitekaapeli, jonka voisi katkaista ja jatkaa molemmat päät tien ali uudelle muuntamolle uusilla kaapeleilla.

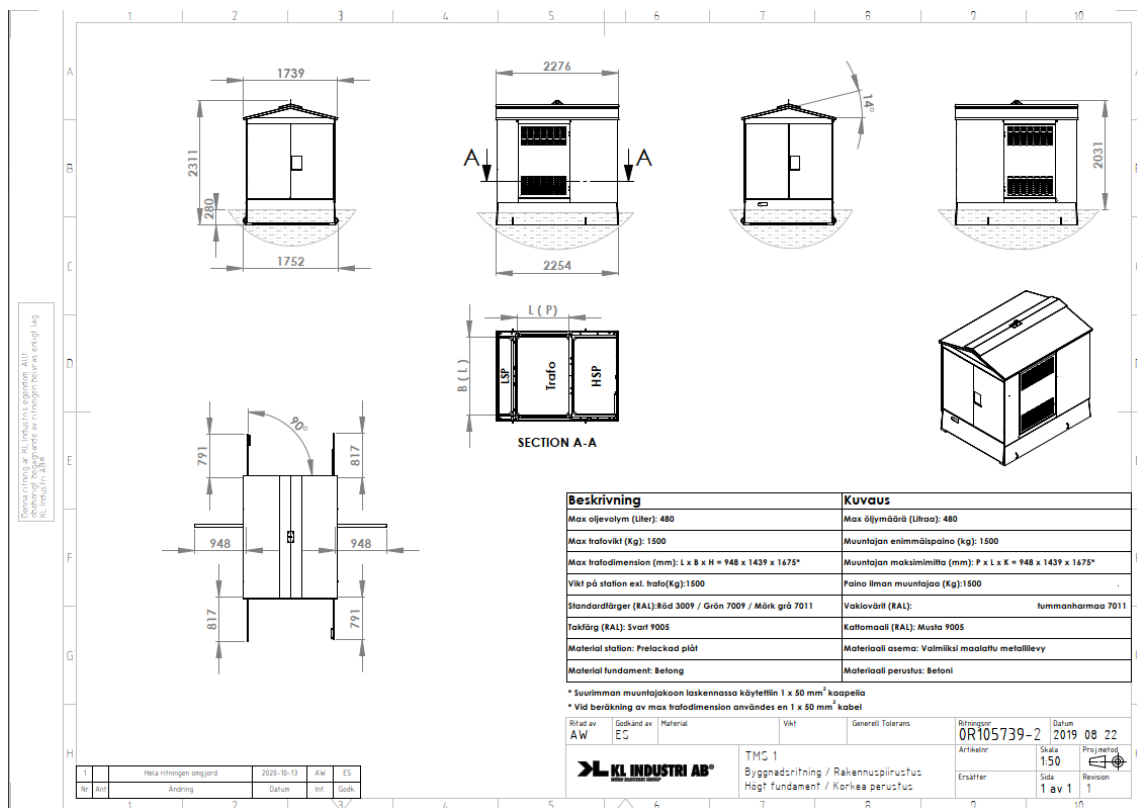


KUVA 3. Alustavasti suunniteltu kaapelointireitti sekä puistomuuntamon ja jakokaappien paikat

3.4 PUISTOMUUNTAMO

Puistomuuntamo on maahan rakennettava, tiilistä, betonista tai metallista valmistettu rakennus, joita voi tilata eri värisinä, jonka ansiosta puistomuuntamot eivät erotu katukuvassa niin helposti. Puistomuuntamo koostuu keskijännite- ja pienjännitekojeistosta sekä muuntajasta, jonka tehtävä on muuttaa 20 kV:n keskijännite 0,4 kV:n pienjännitteeksi. Muuntamoita valmistaa muun muassa UTU Oy, KL Industri Ab, Harju Elekteer sekä Maviko.

Muuntamoksi valikoitui Elenin vaihtoehtoista KL Industri Ab:n valmistama TMS1 SS224KL Puistomuuntamo (kuva 4) ja jakelumuuntajaksi valittiin ABB:n valmistama 50 kVA:n tehoinen muuntaja.



Kuva 4. KL Industri Ab TMS1 224KL puistomuuntamo

3.5 JAKOKAAPIT

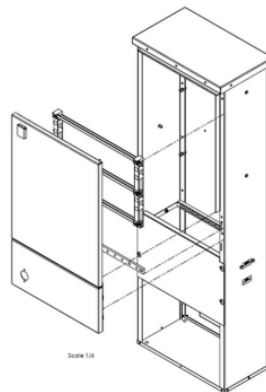
Muuntamolta kaivetaan pienjännitekaapeli tien reunaa pitkin kahden jakokaapin kautta uudelle liittymälle. Jakokaapit sijoitetaan keskeisille paikoille, joista on helppo tulevaisuudessa tehdä liittymät muille alueen tonteille.

Jakokaapit on yleisimmin valmistettu metallista tai muoviseoksesta. Jakokaapin tehtävänä on niimensä mukaisesti jakaa muuntamolta tuleva pienjännite kiinteistöjen sähkökeskuksiin tai muihin jakokaappeihin. Elenia on käyttänyt verkkoalueellaan muun muassa ABB:n, Ounevan, Emiteerin, Sakspolin ja STERAn valmistamia jakokaappeja. Jakokaappeja on valmistajan mukaan valmiiksi kytkimillä kalustettuja sekä tyhjiä, itse kalustettavia malleja.

Tähän työhön valitsin Elenian ohjeen mukaan STERAn valmistamat jakokaapit. STERAn valikoimasta valikoitui STJK0 (Kuva 5) ja STJK00 (Kuva 6) teräsjakokaapit. STERAn jakokaapit tulevat tehtaalta kalustamatta, eli ne ovat täysin tyhjiä pois lukien kiskostoa, mihin kahvavarokealustat sekä kaapelit kiinnitetään.

STJK0 RAL7024 630A Z-kisko+jalusta 9754401

- STJK0- Z 630 A
- Koko K1850 x L600 xS360
- paino 31 kg
- väri RAL7024
- lukitus kolmiolukko
- kiskot kytkimiä varten 630 A
- kiskon hyötypituus 555 mm

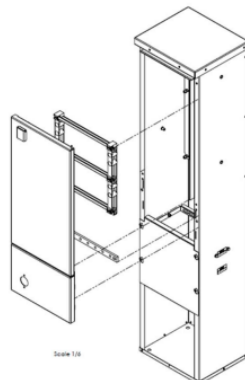


SLO
A Sonepar Company

Kuva 5. STERA STJK0 jakokaappi

STJK00 RAL7024 630A Z-kisko+jalusta 9754400

- Kaappi STJK00- Z 630 A
- koko K1850 x L400 xS360
- paino 24 kg
- väri RAL7024
- lukitus kolmiolukko
- kiskot kytkimiä varten 630 A
- kiskon hyötypituus 315 mm



SLO
A Sonepar Company

Kuva 6. STERA SJTK00 jakokaappi

3.6 KAAPELIT

Elenia käyttää kaapeloinnissa Prysmianin ja REKAN valmistamia AXMK-pienjännitekaapeleita sekä AHXAMK-keskijännitekaapeleita. Kaapelityyppien rajaaminen yhteen pien- ja keskijännitekaapeliin helpottaa kaapelien varastointia ja nopeuttaa työn aloittamista, kun jokaiselle työmaalle ei tarvitse tilata kaapeleita erikseen.

Sähkönjakeluverkko rakennetaan nykyisin pääsääntöisesti maakaapeleilla, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Maakaapelointi on työläämpi ja kalliimpi rakentaa kuin ilmajohto, mutta kun otetaan huomioon ylläpitokustannukset ja sähkökatkojen aiheuttamat kustannukset ilmajohdon käyttäjältä, maakaapeli ei ole ilmajohtoa kalliimpi (5).

Keskijännitekaapelin tehtävä on siirtää sähkö sähköasemilta muuntamoille, joissa sähkö muutetaan pienjännitteeksi. Keskijännitekaapelit koostuvat alumiini- tai kuparijohtimista ja muovi- tai paperieristeestä.

Työssä katkaistiin kantatien suuntaisesti menevä AXLJ-F-3X150 -kaapeli ja sen päät jatkettiin tien ali muuntamolle AHXAMK-W 3x150+35 -kaapelilla. Jatkona käytettiin Elektrian valmistamaa XVRWM 49240 kutistejatkosta ja kaapelipäätteinä Raychemin valmistamia AXSU-F5131-HI03 -ulkokaapelipäätteitä.

Pienjännitekaapeleina Elenia käyttää AXMK 4x25, AXMK 4x50 AXMK 4x95, AXMK 4x150 tai AXMK 4x240 kaapelia, riippuen muuntamon ja jakokaappien etäisyydestä sekä kuorman määrästä. AXMK kaapelit ovat muovivaippaisia alumiinikaapeleita, joissa on kolme vaihejohtinta sekä nolla-johdin.

Muuntamolta jakokaapeille meneväksi pj-kaapeliksi valittiin AXMK 4x150 REKA kaapeli kaapeloitavan matkan sekä tulevaisuudessa kaapelille lisättävän kuorman vuoksi. Jakokaapilta liittymälle riittäisi laskennan mukaan AXMK 4x25 kaapeli, mutta kun otetaan huomioon asiakkaan tuleva aurinkovoimala, liittymäkaapeliksi valittiin AXMK 4x50 kaapeli. AXMK 4x50 kaapeli kestää liittymän pääsulakkeen noston 35 A:n sulakkeisiin.

4 MAASTOSUUNNITTELU

Maastosuunnittelun tarkoituksena on käydä tutustumassa paikan päällä työkohteeseen ja miettiä, millaisia muutoksia sähköiseen suunnitelmaan täytyy tehdä. Myös maanomistaja voi tarvittaessa olla mukana maastosuunnittelussa. Hänen kanssaan katsotaan yhdessä, mikä olisi paras kaapelireitti ja minne muuntamo sekä jakokaapit voisi sijoittaa. Maastosuunnittelussa on tärkeää muistaa kuvata työalue mahdollisimman kattavasti, mikä helpottaa lopullisen suunnitelman tekoa sekä luvitus prosessia.

Tässä työssä sovimme maanomistajien kanssa, että käyn itsenäisesti maastossa suunnittelemassa reitin ja olen maanomistajiin yhteydessä sähköpostitse kaapelireitistä sekä puistomuuntamon ja jakokaappien paikoista.

Tien viereen oli rakennettu levike autojen pysäköintiä varten ja levikkeen perällä oli metsässä aukea, jonne puistomuuntamon voisi sijoittaa (kuva 7). Silmämääräisesti sijaintikin oli riittävän kaukana vieressä kulkevasta ELY-tiestä. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus rajoittaa teiden välittömässä läheisyydessä rakentamista liikenneturvallisuussyistä. ELY-tien läheisyydessä työskennellessä on ELY-keskukselta haettava lupa. ELY-keskus ohjeistaa sivuillaan:

”Maantien välittömässä läheisyydessä rakentamista on rajoitettu ennen kaikkea liikenneturvallisuussyistä ja toisaalta maantieltä tulevien asumisviihtyisyyttä alentavien vaikutusten takia” (6).



Kuva 7. Mahdollinen puistomuuntamon paikka

Kaapelireitin suunnittelussa haasteita toi maaston kivisyys sekä uuden, juuri rakennetun tien pehmeät reunat, jotka laskeutuvat jyrkästi ojaan molemmin puolin tietä. Vaihtoehtoja kaapelireitille oli kaivaa reilusti metsän puolelle, kaivaa ojan pohjalle tai yrittää aurata kaapeli tieluiskaan osittain tien alle. Metsän puolella haasteena olisi puuston poisto sekä ylettyminen tieltä metsän puolelle. Myös suuret kivet voisivat olla metsän puolella esteenä. Ojan pohjalle kaivamista hankaloittaisi vetinen maasto, jonka vedet valuvat ojaan. Ojan pohjat olivatkin täynnä vettä. Tieluiskaan auraimista vaikeuttaisi uuden tien pehmeys sekä jyrkkä tieluiska, joka voisi pahimmassa tapauksessa sortua kokonaan kaivinkoneen alta.

Sovimme maanomistajan kanssa kaapelireitin pääpiirteittäin tien laitaan, mutta sovimme jättävämmme tarkemman kaapelireitin kaivajan arvioitavaksi. Kaivajalla on kokemuksen myötä paras näkemys helpoimmasta kaapelireitistä, eikä maanomistajallakaan ollut tarkkoja vaatimuksia reitin suhteen.

Sähköisessä suunnittelussa mietityt jakokaappien paikat olivat maastossa haasteelliset. Ensimmäisen jakokaapin tulevalle paikalle sijaitti kivi, joka oli käännetty pystyyn pois tiepohjan tieltä (kuva 8). Kivi saataisiin kuitenkin mahdollisesti siirrettyä tarpeeksi isolla kaivinkoneella. Mikäli kiven siirto ei onnistu, voi jakokaapin rakentaa kiven viereen.



Kuva 8. Kivi jakokaapin suunnitellulla paikalla

Toisen jakokaapin alkuperäinen paikka oli tien lopussa olevan kääntöpaikan päädyssä, minne jakokaapin olisi saanut sijoitettua helposti kahden tontin rajalle (kuva 9). Keskusteltuani liittymän tilaajan kanssa jakokaapin paikasta sekä hänen liittymiskaapelinsa reitistä päätin siirtää jakokaapin lähemmäs tilaajan tonttia (kuva 9).



Kuva 9. Toisen jakokaapin tuleva paikka puun vieressä

5 LUVITUS JA MAANKÄYTTÖSOPIMUKSET

Maakaapelien, muuntamoiden ja jakokaappien sijoittamiseen tarvitaan aina lupa ja sijoitettavasta asiasta on tehtävä kirjallinen sopimus asianomaisen viranomaisen tai maanomistajan kanssa. Puistomuuntamoille täytyy hakea maanomistajan luvan lisäksi myös rakennuslupa kunnan rakennusvalvonnasta. Kirjallisella sopimisella vältetään mahdolliset myöhemmät ongelmat, jos sijoituksessa tulee erimielisyyttä sovitusta asiasta. Tässä työssä työalueella oli ELY-tie sekä yksi maanomistaja.

ELY-keskukselta haettiin lupa kantatien alitukseen kahdelle KJ-kaapelille. Luvan hakeminen tapahtuu ELY-keskuksen sivuilta. Lupaa varten ELY-keskukselle täytyy lähettää suunnitelma työkohteesta, josta ilmenee työalueen laajuus, työskentelytapa sekä liikennejärjestelyt työalueella.

Maanomistajan kanssa tehtävää maankäyttösopimusta varten pidetään yleensä maastokatselmus, jossa reitistä sovitaan ensin suullisesti, jonka jälkeen samasta reitistä tehdään kirjallinen sopimus. Sopimukseen kirjataan sovittu kaapelireitti, puistomuuntamon ja jakokaappien sijainnit sekä maankäyttökorvaukset.

6 POHDINTA

Työkohteesta tehtiin työselosteet maanrakentajille sekä sähköasentajille, joiden perusteella he pystyivät toteuttamaan projektin rakentamisvaiheen. Työselosteet sisältävät työohjeen lisäksi ELY-luvan, maanrakentajan pöytäkirjan sekä muuntamon, keskijännitekaapelien ja pienjännitekaapelien käyttöönottopöytäkirjat. Suunnittelu toteutettiin syksyn 2023 aikana ja rakennus aloitettiin marraskuussa 2023. Työ saatiin päätökseen ja liittymä otettiin käyttöön joulukuussa 2023.

Projektin haasteena oli kaapelireitin suunnittelu maaston kivisyyden ja uuden tien vuoksi. Tie oli rakennettu kostean metsän läpi korkealle muuhun maastoon nähden ja tien reunat olivat jyrkät laskeutuen syviin ojiin. Työ opetti minulle maanomistajien kanssa käytäviin keskusteluihin liittyviä vuorovaikutustaitoja sekä lisää maastosuunnittelun eri työvaiheista.

LÄHTEET

1. Tietoa Eleniasta. Hakupäivä 3.6.2024. <https://www.elenia.fi/elenia/elenia-yrityksena/tietoa-eleniasta>.
2. Sisäinen lähde (Elite Group Oy).
3. Trimble Utilities & Public Administration. Trimble NIS sähköverkolle. Hallitse verkko-omaisuutta digitaalisen mallin avulla. Hakupäivä 8.5.2024. <https://upa.trimble.com/fi-fi/tuotteet/trimble-nis-sahkoverkoille>.
4. Trimble Utilities & Public Administration. Trimble NIS sähköverkolle Verkostolaskenta. Hakupäivä 22.5.2024. <https://upa.trimble.com/fi-fi/tuotteet/trimble-nis-sahkoverkoille>.
5. Elenia. Elenia Säävarman tarina. Hakupäivä 30.5.2024. <https://www.elenia.fi/palvelut/sahkoverkon-rakentaminen-ja-yllapito/elenia-saavarma>.
6. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Maantien suoja-alueelle rakentaminen. Hakupäivä 3.4.2024. <https://www.ely-keskus.fi/suoja-ja-nakemaalueelle-rakentaminen>.