

Kai Kuvaja

UPM Myllykosken asuntojen sähkön-
jakelun siirtäminen osaksi KSS Verkko
Oy:n jakeluverkkoa

Opinnäytetyö
Sähkötekniikka

Marraskuu 2012




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 5.11.2012	
Tekijä(t) Kai Kuvaja	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikka Sähkövoimatekniikka	
Nimeke UPM Myllykosken asuntojen sähkönjakelun siirtäminen osaksi KSS Verkko Oy:n jakeluverkkoa		
Tiivistelmä <p>UPM Myllykoski Oy:n omistamat asunnot on tarkoitus siirtää osaksi KSS Verkko Oy:n jakeluverkkoa. Nykyinen sähköverkko on rakennettu vanhaan tehdasympäristöön. Työssä pyrin selvittämään nykyisen verkon hyödyntämisen ja kuinka paljon uutta verkkoa pitää rakentaa, jotta jakelualue saadaan osaksi KSS Verkko Oy:n verkkoa.</p> <p>Omassa suunnittelussa esitän ratkaisun miten asuntoalueet on kannattavinta siirtää osaksi KSS Verkko Oy:n jakeluverkkoa. Kerron myös miten olemassa olevaa verkkoa aiotaan hyödyntää ja kuinka paljon rakennetaan uutta verkkoa. Vanha olemassa oleva 6 kV:n tehtaan jännitetaso tullaan korvamaan 20 kV:n ratkaisulla.</p> <p>Suunnitelmat on tehty modernilla verkkotietojärjestelmällä, jolla voidaan myös suorittaa verkoston laskenta. Laskennan avulla voidaan varmistaa sähköverkoston sähkölaatu ja sähkönjakelun turvallisuus.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena on toimiva suunnitelma sähkönjakelun toteutuksesta asunnoille.</p>		
Asiasanat (avainsanat) Verkon suunnittelu, verkon rakennuttaminen		
Sivumäärä 34	Kieli Suomi	URN
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Juha Korpijärvi	Opinnäytetyön toimeksiantaja KSS Verkko Oy	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 5.11.2012
Author(s) Kai Kuvaja	Degree programme and option Electrical engineering Bachelor of Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis UPM Myllykoski houses electricity transform part of the KSS Verkko Ltd distribution area.		
Abstract Some houses owned by UPM Myllykoski are to be moved into the KSS Network Ltd's distribution network. The current network is built for a former factory. In this work I found out the utilization of the current network and how much it must be extended. In my design I propose how it is most profitable to connect the residential areas into the KSS Network Ltd's distribution network. I describe how the existing network will be used and how much new lines are needed. The existing 6 kV voltage level of the factory will be replaced with a new 20 kV solution. Plans have been made with a modern network information system. The calculations can be used to ensure the power quality and the safety of the distribution. Result of this thesis is a working plan for the implementation of the distribution of electricity to houses.		
Subject headings, (keywords)		
Pages 34	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Juha Korpijärvi	Bachelor's thesis assigned by KSS Verkko Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	YRITYSESITELY	1
3	TAUSTAA TYÖN AIHEESTA	4
3.1	Myllykosken tehtaiden historia.....	5
3.2	Sopimuksen sisältävät liittymät	5
4	SUUNNITTELUPERUSTEET	6
4.1	Verkon nykyisen tilan selvittäminen	7
4.2	Pienjänniteverkon suunnittelu	7
4.3	Verkkomuoto ja käyttötekniset näkökohdat	9
4.4	Mitoitusperiaatteet	11
4.5	Suojaus.....	11
4.6	Sähkön laatu.....	12
4.7	Oikosulkuvirta	13
4.8	Verkkotietojärjestelmät.....	13
4.9	KSS Verkko Oy:n suunnitteluperusteet.....	15
4.10	Rakenteiden suunnitteluohjeet.....	15
5	KONTTORINMÄEN JA RANTATALOJEN SÄHKÖISTYS	16
5.1	Projektin eteneminen	17
5.2	Konttorimäen sähköistys	17
5.2.1	Konttorimäen muuntaja ja sen kaavio.....	20
5.2.2	Konttorimäen kaapeleiden sijoitus ja niiden jatkaminen	22
5.3	20 Keskijännite kaapelin tuonti alueelle.....	24
5.4	Rantatalojen sähköistys	27
5.4.1	Olemassa oleva pj-verkko.....	29
5.4.2	Rantatalojen kaapelointi.....	31
5.4.3	Jakokaappi J6169 Rantatalot.....	32
6	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET.....	35

LIITE/LIITTEET

- 1 Yksisivuinen liite
- 2 Monisivuinen liite

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on esittää ratkaisu, millä UPM Myllykosken tehtaiden asuntojen nykyinen sähköjakelu saadaan siirrettyä osaksi KSS Verkko Oy:n jakeluverkkoa. Opinnäytetyöhöni kuuluu myös projektin vieminen loppuun, eli vastaan alueen rakennuttamisesta.

Työn teoriaosuudessa käsittelen sähköverkkojen yleissuunnittelua, erityisesti keskityn pienjänniteverkon suunnitteluun ja rakennevalintoihin. Käsittelen myös sähkölaatua ja sähkönturvallisuutta. Sähkölaatua ja sähköturvallisuus on tämän päivän suunnittelun tärkeämpiä suunnittelukriteereitä. Käyn läpi myös verkkoyhtiön käyttämä suunnitteluperiaatteita.

Työn toteutuksessa olen käyttänyt yleisiä suunnitteluperusteita, jotka on esitelty työn teoriaosuudessa. Nykypäivänä verkon laskentaan on tullut helpottavia ominaisuuksia, kun verkon laskenta tapahtuu lähes täysin tietokoneella. Tietokonelaskennan oikeellisuus pitää aina paikkakohtaisesti tarkastella.

Työni on jaettu kahteen eri osaan. Käsittelen ensimmäiseksi Konttorimäen sähköistykseen ratkaisuja ja esittelen vaihtoehdon, millä toimenpiteillä Konttorinmäki saadaan osaksi jakeluverkkoa. Toiseksi käsittelen työssäni Rantatalojen sähköistystä ja esitän ratkaisun Rantatalojen siirtämisestä osaksi jakeluverkkoa.

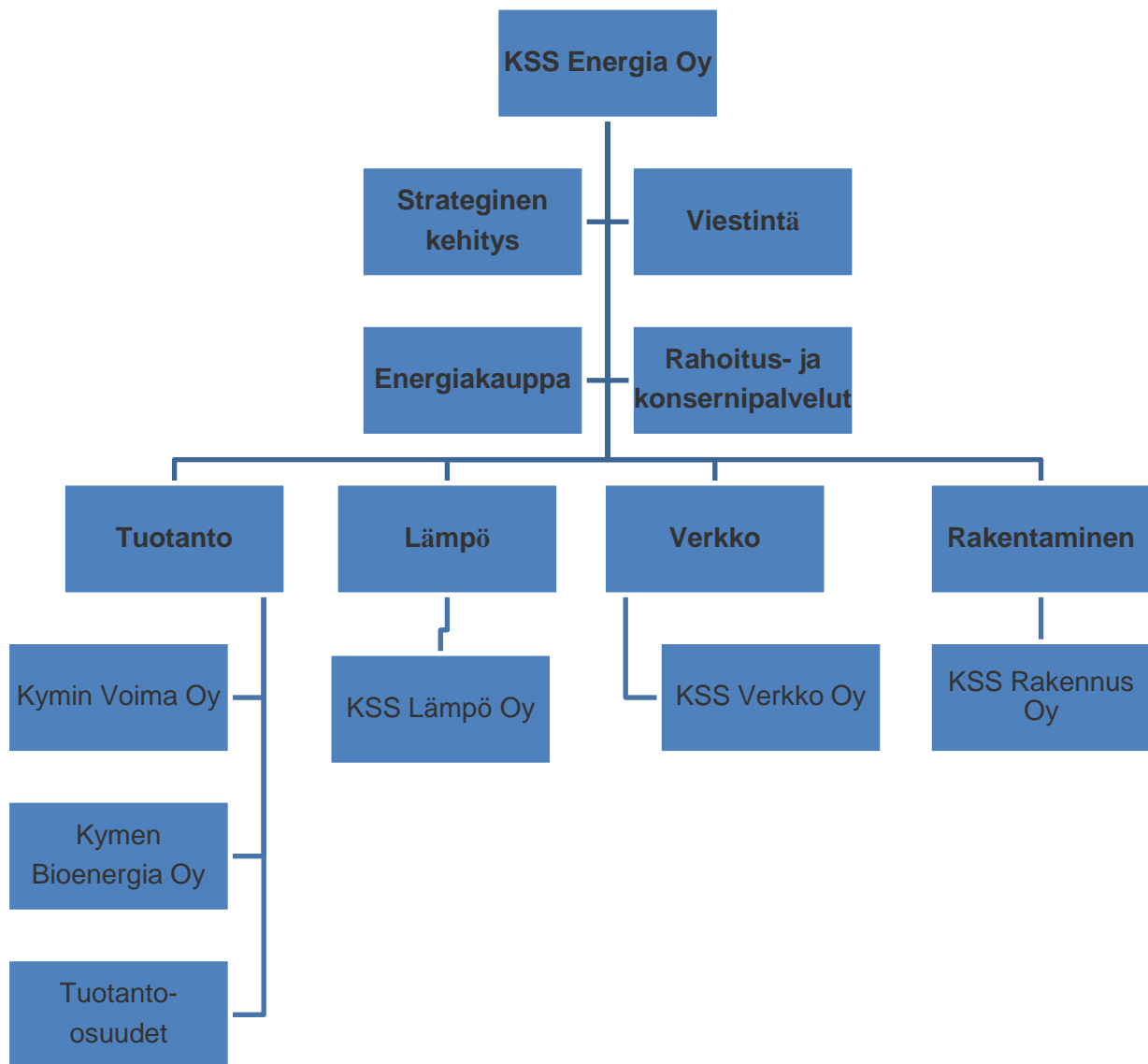
Haasteen tähän työhön tuo se, että alueen sähköjakelun nykytila on osittain tuntematon. Työssä tutkin ja tuon esille, miten olemassa olevaa kaapelointia ja sähköjakelua voidaan hyödyntää. UPM Myllykoskella on omana syöttönä alueelle toiminut 6 kV:n jännitetaso. Työssä tuon esille ratkaisun, miten tämä korvataan 20 kV:n jännitteellä.

2 YRITYSESITTELY

KSS Energia on suomalainen energia-alan yritys, joka toimii Kouvolassa, mutta palvelee yksityis- ja yritysasiakkaita ympäri Suomea.

KSS Energia – konsernin muodostavat emoyhtiö KSS Energia Oy sekä tytäryhtiöt KSS Verkko Oy, KSS Rakennus Oy, KSS Lämpö Oy ja Kymen Bioenergia Oy.

KSS Energia Oy harjoittaa sähkön ja kaukolämmön tuotantoa. KSS Verkko Oy harjoittaa sähköverkkoliiketoimintaa. KSS Rakennus Oy:n toimialana on verkonrakennus ja siihen liittyvät palvelut. KSS Lämpö Oy myy maakaasua ja kaukolämpöä. Konsernin talous on keskittynyt emoyhtiöön. Organisaatio kaavio kuvassa 1. /1./



KUVA 1 Konsernin rakenne /1/



KUVA 2. Jakelualue /1/

Sähkönjakelu (kuva 2) kattaa Kouvolan, Kuusankosken, Valkealan ja Iitin alueet sekä Anjalankosken pohjoisosat.

KSS Energian toiminta-ajatus on parantaa asiakkaan hyvinvointia ja edellytyksiä menestyä joustavilla energiapalveluilla. Tämä on kiteytetty kolmeen tunnuslauseeseen: välittävä ja vastuullinen, osaava ja luotettava ja dynaaminen ja seudun elinvoimaisuutta tukeva.

Työn toimeksiantajan on KSS Verkko Oy, joka vastaa sähköverkon suunnittelusta, rakennuttamisesta, käytöstä ja kunnossapidosta. KSS Verkko Oy tekee myös uusien liittymien kanssa liittymissopimukset ja myy uudet liittymät. /1./

KSS Verkko Oy lukuina:

- Liikevaihto 15,5 m€
- Työntekijöitä 15
- Asiakasmäärä: 54 700
- Liittymien määrä: n. 26 000
- Sähköasemat 110/20 kV 9 kpl
- Jakelumuuntamot 1500 kpl
- Siirtojohdot 110 kV 32,8 km
- Keskiännitejohdot 1400 km
- Pienjännitejohdot 3000 km.

3 TAUSTAA TYÖN AIHEESTA

Työ käynnistyi siitä, että UPM Myllykoski halusi siirtää nykyisen asuntojen sähkönjakelun osaksi KSS Verkko Oy:n jakeluverkkoa. Asuntojen ja asuinalueiden sähköistys on aikaisemmin tullut Myllykosken paperitehtaalta. Käytössä alueella on 6 kV siirtojännite ja 6/0,4 kV muuntajakoneet. KSS Verkko Oy:n käyttämä jännitetaso on 20/0,4 kV. Tämä aiheuttaa alueella muutostöitä.

Myllykosken asuntojen sähkönjakelun siirtäminen osaksi KSS Verkko Oy:n jakeluverkkoa johtuu siitä, että verkkoyhtiöllä on sähkönmyyntivollisuus kyseiselle alueelle.

UPM Myllykoski pyysi tarjouksen liittymisestä jakeluverkkoon, ja aloitimme neuvottelut UPM Kymmene Oyj:n pääkonttorilla Helsingissä ja sovimme olemassa olevan pienjännitekaapeloinnin hyödyksi käyttämisestä ja mahdollisista uusista liittymistä ja niiden liittymismaksuista.

Alue, jolle tarjous tehtiin, sijaitsee kaava-alueella. Sähköliittymät hinnoitellaan pääsulakekoon ja kulloinkin voimassa olevan liittymismaksuhinnaston mukaan. Kiinteistöjen sähköliittymät määriteltiin mahdollisimman pitkälti nykyisen sulakekoon mukaisesti. Verkkoyhtiön puolesta teki muutamia ehdotuksia sulakekokojen pienentämisestä, koska osassa taloissa kulutus jää suhteellisen pieneksi. Sähköliittymän koko vaikuttaa suoraan sähkön liittymismaksujen suuruuteen, joten tarkastamiselle oli peruste.

Vanhaa pienjänniteverkkoa voitiin käyttää hyväksi alueen sähkönjakeluverkossa. Suurin osa kaapeleista on täysin käyttökelpoisia. /6/

3.1 Myllykosken tehtaiden historia

Myllykosken paperitehdas oli osa Björnbergin sukuyhtiön omistamaa Myllykoski Oyj- konsernia. Konsernilla oli tehtaita mm. Yhdysvalloissa, Saksassa, Ranskassa ja Sveitsissä, ja tietenkin Suomessa, Myllykoskella. Kaikki alkoi Myllykoskelta 1880-luvun lopulla, jonne perustettiin voimalaitos ja saha. Ensimmäinen paperikone aloitti paperintuotannon vuonna 1906.

Kansainvälistymisen kiihtyminen ajoi Myllykosken tehtaan ahtaalle. Energian hinta, sellu ja puu kallistuivat rankasti. Samaan aikaan myös paperin kysyntä ja hinta laskivat. Tämä johti Myllykoski Oyj:n taloudellisiin vaikeuksiin. Vuonna 2010 UPM osti Myllykoski Oyj:n toiminnan. Myllykosken paperitehtaan kohtaloksi sinetöityi lopettaminen ja sitä kautta tehdasalueen hiljeneminen. /6/

3.2 Sopimuksen sisältävät liittymät

Sopimus piti sisällään yhteensä 18 eri liittymää, joista 2 oli kokonaan uutta ja 3 olemassa olevaa, joihin tehtiin muutoksia. Yli 63A liittymiin oli asennettava tuntimittausjärjestelmä, koska energiamarkkinavirasto määräyksen mukaan yli 63A liittymät on oltava tuntimittauksen perässä.

Sopimuksen mukaiset liittymät ovat:

- Pääkonttori 1 3 x 125 A tuntimitattava
- Pääkonttori 2 3 x 125 A tuntimitattava
- Virkailijakerho 3 x 125 A tuntimitattava
- Seuratalo 3 x 100 A tuntimitattava
- Waldenintalo 3 x 63, A joka on pääjohtajan asunto
- Kerrostalo 3 x 80 A tuntimitattava
- Kerrostalo 3 x 80 A tuntimitattava

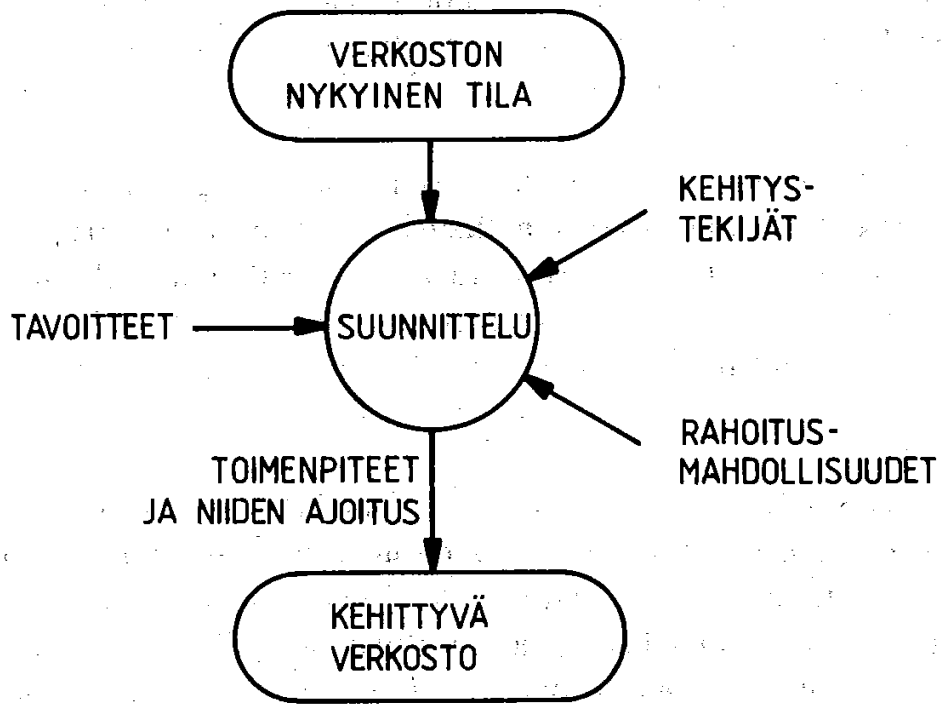
- Rivitalo 1 C-F jotka ovat 3 x 35 A, rivitalot A ja B jäävät tehdasalueen sisäpuolelle, eivätkä liity KSS Verkko Oy:n verkkoon.
- Rantatalo 1-5 3 x 50 A, jotka ovat 4 perheen asuntoja eli taloja joissa on 4 asuntoa.
- Pumppaamo 3 x 25 A uusi liittymä, syöttö tullut ennen suoraan rantatalosta 2.
- Tenniskenttä 3 x 25 A uusi liittymä, syöttö tullut ennen rantatalosta 5.

Tämän kokoinen liittymismäärä vastaa jo uuden asuntoalueen laajuutta ja on merkittävän kokoinen liittymä myös osaksi verkkoamme. /6/

4 SUUNNITTELUPERUSTEET

Yleissuunnittelu koostuu pääosin pitkänaikavälin suunnittelusta. Siinä pyritään saamaan selville, millainen verkon tulisi olla jonkun tietyn ajan kuluttua. KSS Verkko Oy on laatinut oman pitkänaikavälin yleissuunnitelman vuoteen 2020 saakka. Yleissuunnittelun tarkoitus on saada tarkasteluajanjaksolla verkko tietynlaiseen tilaan. Tärkeimpinä yleissuunnittelun keinoina voidaan pitää kuormituksen tason ajalliset ja alueelliset sekä esimerkiksi työn, laitteiden ja häviöiden kustannussuhteiden muutokset. Yleissuunnitteluun vaikuttaa suuresti tulevaisuuteen asetetut tavoitteet. KSS Verkko Oy on asettanut itselleen tavoitteeksi päästä vuoteen 2020 mennessä siihen, että asiakkaalle aiheutunut keskeytysaika on 0,5 tuntia.

Suomen olosuhteissa suunnittelun perusteena (kuva 3) ovat vahvasti säätilan muutokset ja neljä eri vuoden aikaa. Talvi tuo omat haasteensa suunnittelulle erilaisten tykkylumi- ja myrskyvaurioiden vuoksi. Kesällä taas on otettava huomioon ukkoset ja kovat tuulet. Suunnittelussa on tärkeä ottaa huomioon myös verkon nykyinen tila. Suunniteltu rakentaminen onkin yleensä halvempaa ja käytännöllisempää tehdä saneeraamalla nykyistä verkkoa kuin vastaavasti rakentaa kokonaan uutta verkkoa. Nykyaikainen kehittynyt kaapelointitekniikka, esimerkiksi kaapelin auraaminen tienvarsiin, on nostanut kaapeloinnin kannattavuutta myös osana yleissuunnittelua. /2./



KUVA 3. Suunnittelun rakenne /2/

4.1 Verkon nykyisen tilan selvittäminen

Suunnittelun vahvana tukijalkana voidaan pitää verkon nykyisen tilan tuntemusta. Ennen kun alueella tehtäisiin muutoksia, on verkkoon tutustuttava kunnolla. Ympäri- lä olevaan jakelutekniikkaan on hyvä tutustua ja katsoa, miten alueelle voidaan toteut- ta esimerkiksi rengassyöttö tai muu syöttöä vahvista ratkaisu. Suunnittelussa on myös hyvä ottaa huomioon eri vaihtoehtoja ja verrata laskennallisesti niiden hyödylli- syyttä useasta eri näkökulmasta katsottuna. Selvitystyössä tulee ottaa huomioon säh- köiset ominaisuudet, verkon ikä ja kuntotiedot. /2./

4.2 Pienjänniteverkon suunnittelu

Eri jänniteportaiset verkot ovat hyvin samanlaisia. Keski- ja pienjännite- verkko toimivat lähes samalla tavalla mm. suojaus- ja käyttöperiaatteiden osalta. Kes- kijänniteverkon kuormituksia ovat muuntamot ja pienjänniteverkon kuormituksia pienjännitekojeet, eli kotitalouksissa, yrityksissä tai missä tahansa käytettävät sähköi- set laitteet. Näiden kulutuspisteiden aiheuttamat kuormat tuovat pohjan minkä tahansa verkon suunnittelulle. Tämän perusteella voidaankin todeta, että samankaltaisuuksia löytyy paljon lisää ja esimerkiksi mitoitus- ja suojaamisperiaatteet toimivat samalla periaatteella.

Pienjänniteverkossa on yleensä käytössä maadoitettu järjestelmä, kun taas keskijännitteellä verkko on yleisesti maasta erotettu tai sammutettu. Tämä vaikuttaa osaltaan verkon suojaustapoihin. Suojaustavat tulevat yleensä kysymykseen silloin, kun on kyseessä yhteismaadoitus, esimerkiksi muuntajalla. Muuntaja maadoituksissa tulee varmistaa, että maadoitusarvot täyttävät vaaditun laskennallisen maadoitusarvon.

Kuormituksella on erittäin suuria eroja maaseutujen ja taajamien välillä. Kaupunkialueella asutus on paljon tiheämpää, joten yleisesti siirrettävät tehot pienjännitteellä ovat huomattavasti suurempia. Maaseudulla voidaan taas siirtää pieniä tehomääriä pitkiäkin matkoja. Välimatkojen pituus taas vastaavasti tuo omat ongelmansa verkon rakennukseen, ja ne on otettava tapauskohtaisesti huomioon. Verkon suunnittelussa on otettava huomioon, mikä on teknistaloudellisen ratkaisu mihinkin liittymispisteeseen. Maaseudulla liittymälle kierreilmajohto linjan tuominen voi olla kaikkein taloudellisen ratkaisu, kun taas kaupungissa voi olla järkevin vastaava matka viedä kaapelilla. Tapaukset tulee tarkastella kuitenkin aina tapauskohtaisesti. Eroja tähän asiaan tuo erisuuruiset keskeytyskustannukset, erilaisten selektiivisyys suojausten tekeminen ja mahdollistaminen sekä oikosulkuvirtojen ja käyttöolosuhteiden erilaisuus.

Pienjänniteverkon suojaukselle on asetettu erittäin kovat suojausasetukset, koska ihmiset ovat huomattavasti enemmän tekemisissä pienjännitteen kanssa verrattaessa keskijännitteeseen. Minimietäisyydet on laitettu erittäin tiukoiksi, ja paloalttiissa ja muissa erikoisissa tiloissa määräykset on tehty selkeiksi ja tiukoiksi. Näillä toimilla ennalta ehkäistään ihmisille aiheutuneet sähkön haitat ja vahingot.

Tilastojen mukaan pienjännitteellä on syntynyt eniten tapaturmia. Yli puolet tapaturmiin johtaneista sähkötapaturmista on tapahtunut pienjännitteellä. Pienjännitteestä aiheutuneet sähköiskut tapahtuvat yleisesti viallisesta tai puutteellisesta kosketussuojauksesta. Tähän voi olla syynä joko asennusvirhe tai laitteet tai johtimen vioittuminen. Eristeviasta johtuva vika on se, että laitteen kosketeltavat metalliset osat tulevat maata vasten jännitteisiksi.

Muuntamotyyppin valintaan vaikuttavat useat seikat. Taajaan asutulla seudulla ja alueella, jossa asutusta tai teollisuutta on tiheästi, aiheutuu muuntamon ja johtimien valintaan omat kriteerit. Tämänlaisessa tilanteessa pitää ottaa huomioon käyttökohteen

tarkoitus ja investoinnin taloudellisuus. Yleisesti kaupunkialueissa käytetty muuntamomuoto on puistomuuntamo, joka sijoittuu hyvin asutusalueen keskelle. Verkkoyhtiöillä on mahdollisuus vaikuttaa alueen kaavoitusvaiheessa siihen, että alueelle saadaan varattu muuntamoalue.

Kaupungin johtojen sijoittelussa tulee yleensä kysymykseen maakaapelointiratkaisu. Maakaapeli on suojassa maan sisässä ja ei täten vie rakennuspinta-alaa rakennuksilta tai teiltä. Maakaapeli suojaa myös asiakkaan sähkönjakelua, koska maakaapeliverkko on suojassa ulkoisilta häiriötekijöiltä.

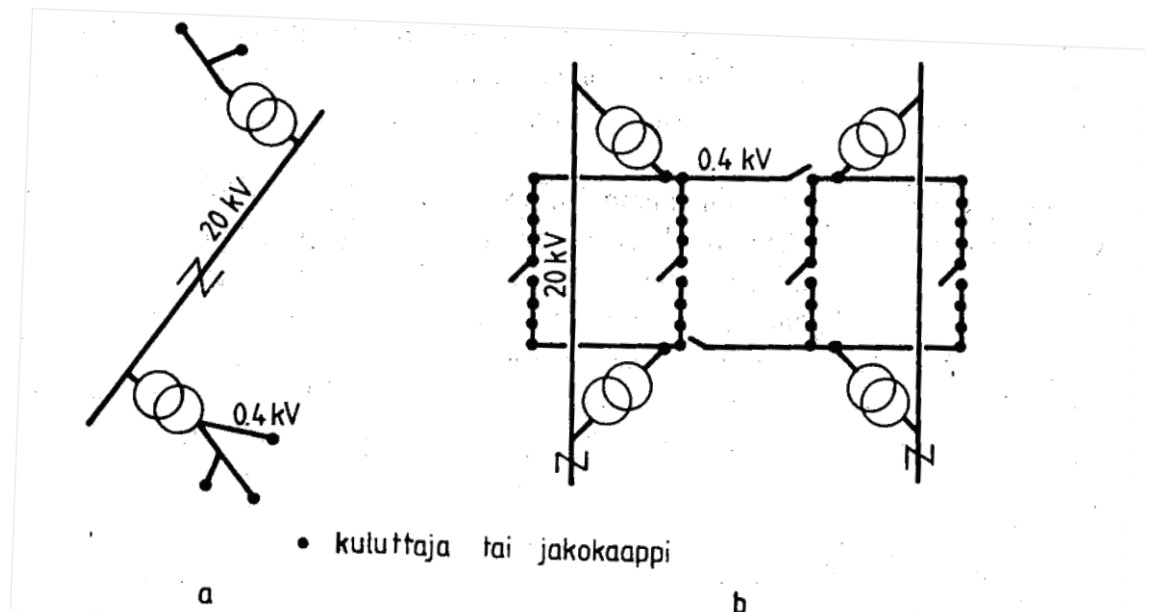
Maaseudulla yleisesti käytetty sähkönjakelumuoto on pylväsmuuntamo ja siitä riippukierrekaapelointi liittymispisteisiin tai haaroituskaappeihin. Vielä nykypäivänä maaseudulla keskijännitelinjat ovat yleensä avojohtoja tai päällystettyjä avojohtoja ja muuntamot pylväsmuuntamoita, koska ne ovat halvempia rakentaa. Ilmajohdot on pyritty sijoittamaan suhteellisen paljon teiden reunoihin ja uusia pienjännitejohtimia pyritään tekemään auraamalla tienpenkkoihin ja muihin paikkoihin.

Yhtenä vaihtoehtona on käyttää niin sanottuja pieniä muuntoasemia eli satelliittimuuntamoita, jotka toimivat samalla periaatteella kuin puistomuuntamot, mutta sisällä oleva muuntajakone on pienempi. Satelliittimuuntamoita käytetään yleensä sellaisissa tapauksissa, joissa on liian pitkä matka turvata tarpeeksi laadukas pienjännite. Satelliittimuuntamo tuodaan lähelle kuluttajaa, jossa keskijännite muunnetaan kuluttajalle sopivaksi pienjännitteeksi. Hyviä esimerkkejä tällaisista ratkaisuista on teollisuushallit, jotka sijaitsevat syrjemmällä ja alueella ei ole muuta teollisuutta. /2/

4.3 Verkkomuoto ja käyttötekniset näkökohdat

Taajama-alueilla ja alueilla, jotka ovat tiheästi asutettuja, verkot muodostuvat tiheiksi ja sähkönlaatu paranee sitä myötä. Vierekkäisten muuntopiirien pienjänniteverkot sijoittuvat lähelle toisiaan ja mahdollistavat myös rengassyötön käytön. Taajama-alueilla tämä takaa hyvän sähkönjakeluvarmuuden, koska muuntajakoneissa on varattu reservitehoa mahdolliseen alueen laajenemiseen ja niiden kautta voidaan syöttää vikatilanteessa toisen muuntajan aluetta. Näin ollen voidaan varmentaa sähkönjakelu myös ongelmatilanteissa.

Haja-asutusalueella muuntamoiden etäisyydet toisistaan ovat yleensä pitkiä ja siksi rengasyhteyden mahdollisuutta ei ole. Tämä heijastuu suoraan keskeytysaikoihin ja aiheuttaa sen, että asiakkaat kärsivät enemmän sähkönjakeluhäiriöistä. Haja-asutusalueella muuntajat ovat myös yleensä niin sanotusti piston perässä. Tällä tarkoitetaan sitä, että keskijänniteverkkomuuntamo on yhteydessä keskijänniteverkkoon yhdestä syöttösuunnasta. Jos kyseessä olevalle syöttävälle johtohaaralle tulee häiriö, se kestää niin kauan, kunnes vika saadaan korjattua, koska syöttöä ei saada muuntajalle toista kautta. /2./



KUVA 4. Haja-asutusalueen (a) ja taajama-alueen (b) tyypilliset muuntopiirit /2/

Riippumatta, puhutaanko maakaapeloinnista vai ilmajohtosta, yleisesti ottaen taloudellisin verkkoratkaisu on se, että verkossa on runkolinja, josta otetaan säteittäisiä haaroja eri kuluttajille. Tästäkin on useita eri poikkeuksia. Jos samassa muuntopiirissä on teollisia kuluttajia, joilla on laitteiden tarvittavat käynnistysvirrat suuret, heille tehdään oma pienjännitesyöttö, etteivät koneiden käynnistysvirran aiheuttamat häiriöt näkyisi tavallisella kuluttajalla. Tämä perustuu siihen, että muuntajakone pystyy tasamaan eri lähtöjen aiheuttamat kuormitusvaihtelut. Erittäin tärkeiden kuluttajien sähkösaanti turvataan yleisesti ottaen syötöillä, jotka voidaan syöttää kahdesta eri sähköasemasta. Keskijänniteverkossa yleistä on myös se, että taajama-alueella muuntajat ovat rengassyötön perässä. /2./

4.4 Mitoitusperiaatteet

Suurin osa suunnittelutehtävistä muodostuu siitä, kun yksittäisien liittymien määrä lisääntyy verkossa. Tämä aiheuttaa joissakin tapauksissa enemmänkin töitä. Esimerkiksi muuntajan teho ei ole mitoitettu uuden liittymän tarpeisiin tai alueella ei ole muuntajaa lähelläkään. Näissä tapauksissa alueelle on tehtävä tarkastelu, miten sähkön saanti olisi järjestettävä asiakkaalle.

Vertailutilanteessa on otettava huomioon olemassa oleva verkko ja sen resurssit tarjota sähkö kuluttajalle. Mitoituksen periaatteena on se, että pyritään valitsemaan johto, jonka vertailutuksen jälkeen investointi ja käyttökustannusten summa on mahdollisimman pieni. Johtimen pitää myös täyttää sijoituspaikan vaatimat tekniset vaatimukset. Näitä ovat kuormitettavuus, jännitteen alenema, oikosulkukestoisuus ja 1-vaiheinen oikosulkuvirta.

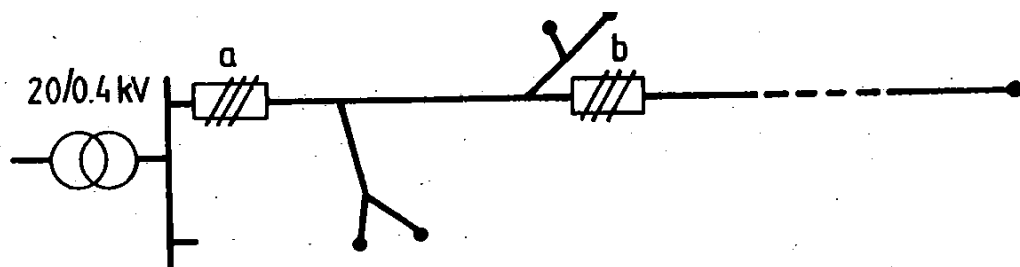
Ilmajohtoverkoissa jännitteen alenema ja nolausehto ovat tavallisimmat mitoitukseen vaikuttavat rajoitukset. Nollausehto tarkoittaa sitä, että ylivirtasuojauksen tai muun suojauksen on pystyttävä katkaisemaan johtimessa oleva oikosulkuvirta riittävän nopeasti. Nykyisin käytössä on 5s sääntö, ja 0- johtimessa kulkeva jännite ei saa nousta korkeaksi, yli 75 voltin. Ylivirtasuojaus vaikuttaa myös sulakkeen toimivuuteen. Oikosulkuvirran pitää olla riittävän moninkertainen, jotta sulake voi toimia riittävän nopeasti.

Loistehon vaikutus on pieni pienjänniteverkon jännitteen alenemaan, koska pienjänniteverkon riippukierrehodolla ja maakaapelilla on suhteellisen pieni reaktanssi. /2./

4.5 Suojaus

Jokaisessa taloudessa on käytössä pienjännitelaitteita, joten niissä on oltava paras suojaus. Sähkönvaarallisuus luo sähkösuojaukselle suuren haasteen, koska käytettävä 230V on ihmiselle tappava. Yksittäisellä pienjännitejohdolla siirrettävä teho on yleisesti melko pientä. Siitä syystä käyttökeskeytyksiin varattavia kuluja ei tarvitse ottaa niin suurella volyyymillä huomioon kuin keskijänniteverkossa ja suurjänniteverkossa. Suojauksen pitää olla teknistaloudellisesti oikein mitoitettu ottaen huomioon verkko ja laitteet, joita suojaamaan se on tarkoitettu.

Sulaketta, jota myös vikavirtalaitteeksi kutsutaan, käytetään useimmin pienjänniteverkon suojana. Yleensä lähtöä suojaava sulake sijoittuu muuntamolle. Jokainen lähtö suojataan omalla sulakkeellaan. Sulakkeen mitoitusperiaate on, että se kestää verkon kuormitusvirran, mutta laukeaa kuitenkin tarpeeksi nopeasti viimeisessäkin liittymispisteessä tapahtuvaan 1-vaiheiseen oikosulkuun. Mikäli yläpuolella olevat ehdot eivät täyty, asiaa voidaan parantaa suurentamalla johtimen poikkipinta-alaa tai asettamalla välisulake, joka on pienempi kuin muuntaja lähdön sulake (kuva 5). Jos näilläkin toimenpiteillä ei saada tarvittavaa suojausta, vaihtoehdoksi jää muuntajan siirtäminen lähemmäksi liittymispistettä. /2./



KUVA 5. Pienjännitejohdon suojausjärjestelmä /2/

4.6 Sähkön laatu

Sähkön laadun yleisiä mittareita ovat jakelun luotettavuus sekä jännitevaihtelut. Näistä kumpikin näkyy suoraan kuluttajalle. Haittavaikutukset keskeytyksistä riippuvat suuresti siitä, milloin itse katko tapahtuu. Sähkönmyyjälle katkokset aiheuttavat energian myynnin menetyksen katkoajalta. Tämä on merkittävä seikka myyntiyhtiön näkökulmasta, varsinkin jos katkot kestävät pitkään.

Verkkoyhtiölle viat aiheuttavat paljon kuluja. Myös verkkoyhtiön maine vikakeskeytyksissä heikkenee. Vikatilanteissa verkkoyhtiölle voi myös tulla eteen tilanne, jolloin verkkoyhtiön resurssit eivät riitä korjaamaan vikoja ja keskeytysajat venyvät.

Vikakeskeytykset aiheuttavat ongelmia monille kuluttajille, koska monen elinkeino sekä lämmitys ovat täysin sähkönvarassa. Jännitteen poikkeama nimellisjännitteestä on merkittävä tekijä sähkönlaadun huononemisessa. Pienet jännitevaihtelut vaikuttavat laitteen elinikään ja toimintavarmuuteen. Suuret jännitevaihtelut voivat rikkoa laitteen tai estää sen oikein toimimisen. /3./

4.7 Oikosulkuvirta

Oikosulkuvirta muodostuu yleensä normaalia kuormitusvirtaa paljon suuremmaksi. Oikosulku voi syntyä jakeluverkon virtapiirissä eristysvian tai ulkoisen kosketuksen aiheuttamana. Tällöin virtapiiri sulkeutuu valokaareen tai muun vikaimpedanssin kautta. Oikosulku aiheutuu yleensä eristysvian tai ulkoisen kosketuksen kautta. Oikosulku sattuu yleensä kahden tai kolmen vaihejohtimen välille, oikosulku sattuu myös joissakin tapauksissa vaihejohtimen ja maan välille. Oikosuluista johtuvat viat voivat aiheuttaa ihmisvahinkoja, laitteiden rikkoutumisia ja keskeytyksiä sähkönjakelussa. Vioittunut virtapiiri voidaan kytkeä irti joko sulake- tai relesuojauksella.

Oikosulkuvirta voidaan laskea käyttämällä Theveninin menetelmää, jossa täytyy tietää verkon jännite ja siirtomatkalla oleva verkon impedanssi. Jakeluverkon oikosukusuojauksessa täytyy ottaa huomioon oikosulkuvirran muutos – ja jatkuvan tilan arvot, muutosarvo vaikuttaa lähinnä nopeaan suojaukseen eli vaadittuun 5 sekunnin sääntöön. /3./

$$I = \frac{U_v}{Z_f + Z_i}, (1)$$

jossa

I = virta

Z_f = vikaimpedanssi

U_v = vikakohdan vaihejännite ennen vikaa

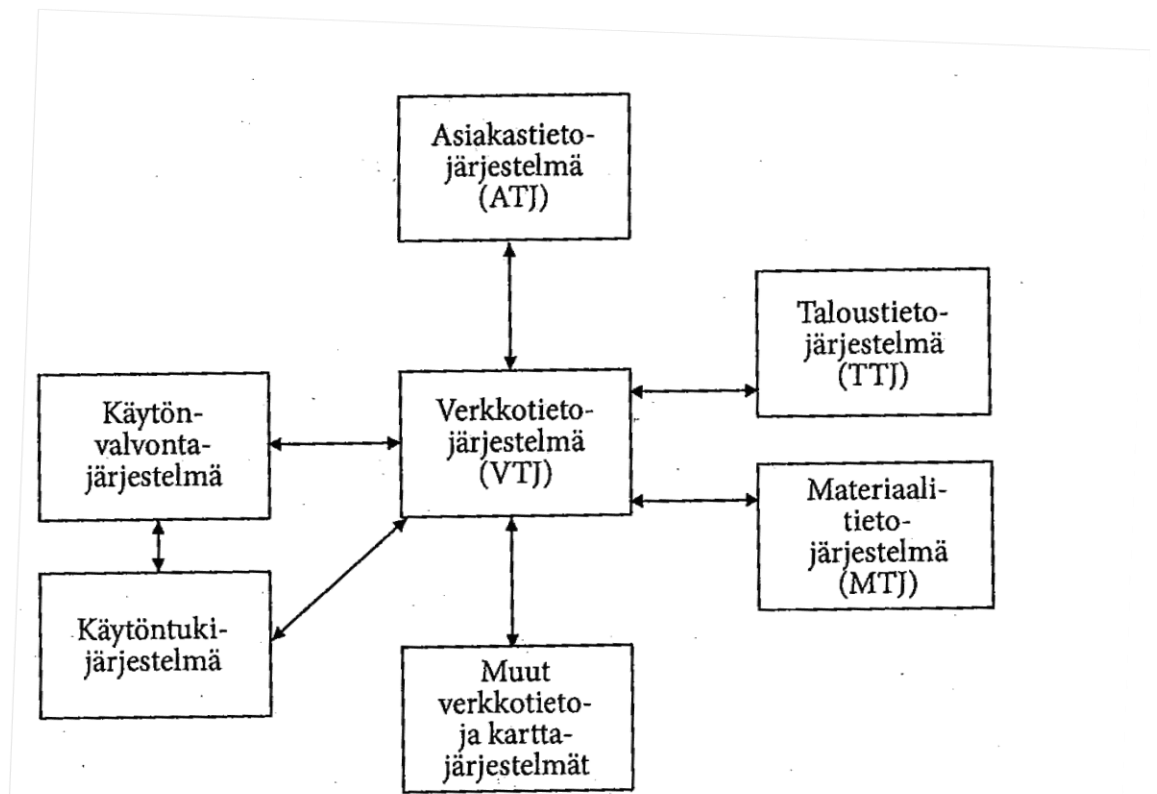
Z_i = verkon impedanssi vikakohdasta laskettuna

Oikosulkuvirran riittoisuus tuo haasteita yleensä pitkissä ja ohutpoikkipintaisissa pienjännitekaapelivedoissa. Tässä kohteessa oikosulkuvirtojen kanssa ei ollut ongelmaa Konttorinmäen osuudelta, koska teimme alueelle uuden muuntajan ja kaikkiin liittymäpisteisiin oli inhimillinen matka. Liian ohuet johtimen poikkipinnat olisivat tässäkin kohteessa voineet aiheuttaa ongelmia oikosukusuojauksessa. Rantatalojen osuudessa oikosulkuvirrat saatiin myös riittämään, koska runkokaapille tuotiin muuntajalta tuplasyöttö riittävän paksulla kaapelilla.

4.8 Verkkotietojärjestelmät

Ensimmäiset verkkotietojen hallintajärjestelmät on otettu käyttöön jo 60-luvulla. Ensimmäiseksi ylläpidettiin erilaisia laiterekisterejä, myöhemmin tietokantoihin alkoi lisääntyä verkon topologiaa, eli johto-osien kytkeytymistä toisiinsa. Näillä ohjelmissa pystyttiin suorittamaan jo jonkuntasoisia oikosulkuvirta- ja tehonjakolaskelmia. Myöhemmin ohjelmiin lisättiin karttatietoja ja pystyttiin piirtämään verkosto kartta-pohjan päälle.

Verkkotietojärjestelmät toimivat nykyään verkon yleisen toiminnan selkärankana ja kaikki tieto perustuu järjestelmän toimintaan. Verkkotietojärjestelmä ei ole ainoastaan suuri tietopankki, vaan sen kautta tapahtuu verkon suunnittelu ja käyttö sekä tätä tukevat toiminnot. Alla oleva kaavio selkeyttää hyvin verkkotietojärjestelmän toimivuutta. /3./



KUVA 6. Verkkotietojärjestelmän käyttö /3/

KSS Verkko Oy:llä on käytössä Tiedon tekemä PowerGrid- suunnitteluohjelma. PowerGrid on monipuolinen ohjelmisto, joka mahdollistaa verkon suunnittelun, laskennan, dokumentoinnin, maastosuunnittelun ja erilaisten sopimustietojen hallinnan. PowerGrid on laajasti käytössä Suomen eri verkkoyhtiöissä. KSS Verkko Oy:llä Powergrid on sidottuna myös moneen muuhun ohjelmaan. Se on sidottu mm. CareCentriin, joka on verkon nykytilan selaamiseen ja asiakastietojen etsintään. Käytetty oh-

jelma CareCenter on puolestaan yhteydessä laskutus- ja asiakastietojärjestelmään. ABB tarjoama DMS- käytöntukiohjelmisto-, jolla käyttää myös PowerGridin verkkotietoa. DMS on sidottu taas Scada ohjelmaan millä tehdään varsinaiset verkon ohjaustoimet.

4.9 KSS Verkko Oy:n suunnitteluperusteet

Suunnittelun ja rakentamisen perustavoitteena on saavuttaa tilanne, jolloin verkko on turvallinen, sähköverkko kykenee vastaamaan odotettavissa olevaan tehontarpeeseen ja sähköverkon luotettavuus vastaa strategisia keskeytysaikatavoitteita.

KSS Verkko Oy:n rakennuttamistiimi koostuu rakennuttamispäälliköstä, suunnittelelainsinööristä, verkostosuunnittelijoista, kunnossapitopäälliköstä ja verkkopalvelupäälliköstä. Rakennuttamistiimi seuraa verkkoinvestointien etenemistä ja valvoo yksittäiset kohteet. Rakennuttamispäällikkö toimii suunnittelijoiden esimiehenä ja vastaa verkon suunnittelusta ja rakennuttamisesta. Suunnittelijat vastaavat yksittäisistä kohteista ja toimivat projektien projektipäälliköinä.

KSS Verkko Oy:ssä on tehty yleissuunnitelma verkon kehittämisestä, joka ulottuu vuoteen 2020. Yleissuunnitelma luo raamin sähköverkon rakenteelle, jotta sähköverkko kykenee vastaamaan odotettavissa olevaan tehontarpeeseen. Yhtiölle on asetettu myös strateginen. Tavoite pitää sisällään 0,5 h keskeytysaika joka tulee saavuttaa vuonna 2020. Kyseinen 0,5 h arvo on KAH- arvo, joka tarkoittaa keskeytyksestä aiheutunutta häiriötä asiakasta kohti. KAH on laskettavissa niin, että verkon kokonaiskeskeytysten summa jaettuna kokonaisasiakasmäärällä. /4./

4.10 Rakenteiden suunnitteluohjeet

Suunnittelusta vastaava verkostosuunnittelija huolehtii ja hankkii tarvittavat luvat rakennuksille ja laitteille. Suunnittelija pitää myös yhteyttä mahdollisiin yhteistyötahoihin projektin aikana ja ennen projektin alkamista. Rakenteiden osalta käytetään yleisesti käytössä olevia vakiorakenteita. Käyttövarmuuden ja huollettavuuden takia johdot ja vastaavat rakenteet tulee ensisijaisesti sijoittaa teiden ja kulkuväylien yhteyteen.

Uuden verkon liittymispisteissä tulee olla taajama-alueella oikosulkuvirtana 250A ja vapaa-ajanasuntokäytössä olevassa rakennuksessa 200A. Tämän perusteella määräytyy johtimien paksuudet ja välisulakkeiden määrä. Vanhan verkon muutos ja laajennustöissä voidaan käyttää vanhan standardin mukaisia mitoitusperusteita, mutta pyritään saavuttamaan uutta verkkoa vastaavat arvot. /4./

5 KONTTORINMÄEN JA RANTATALOJEN SÄHKÖISTYS

Projekti käynnistyi fyysisellä tutustumiskäynnillä alueella. Tämä oli välttämätöntä, koska alue ei ollut aikaisemmin ollut osa KSS Verkon jakelualueita, ja meillä ei ollut tietoa kaapeleista ja niiden sijainneista. UPM Myllykoskella ei ole ollut aiemmin kartoitettu asuntoalueen kaapeleita, joten olimme pelkästään vanhojen asentajien muistikuvien varassa. Piirsimme omiin karttapohjiimme käsikuva hahmotelmat oletetuista kaapelien reiteistä. Muuntaja kaaviot löytyivät arkistosta ja niiden avulla selvitettiin, mitä kaapeleita maan alla kulkee.

Työn ennakoivat tutkimukset on tehty jo vuonna 2008. Silloin alue on myös valokuvattu ja käyty jokainen talo yksi kerrallaan läpi; tutkittu sähköpääkeskukset ja nykyiset sulakekoot ja mittaukset. Tämän tutkimuksen avulla urakoitsijamme KSS Rakennus on pystynyt tekemään oman tarjouksensa mittauskeskusten rakennuksesta ja olemassa olevien saattamisesta sellaiseen kuntoon, että ne voidaan liittää osaksi meidän verkkoamme.

Alueen sähkönjakelua varten tehtiin myös tuolloin vuonna 2008 jonkunlainen käsin piirretty kuva toteutuksesta. Alue on jakaantunut kahteen eri alueeseen. Yksi alue on aivan tehtaan vieressä olevaa aluetta. Siellä sijaitsevat rivitalot, kerrostalot, pääkonttori, virkamieskerho ja seuratalo. Toinen alue sijoittuu Kymijoen rantaan, jossa sijaitsevat viisi rantataloa, Waldenin talo ja tenniskenttä.

Haastetta työlle tuo se, että alueella olemassa oleva sähköverkko pitäisi pystyä hyödyntämään mahdollisimman suurelta osalta, koska olemassa olevat kaapelit ovat iältään vielä toimivia. Vanhojen kaapeleiden laaja käyttäminen vähentää myös tarvittavan investoinnin suuruutta.

Alueen sähköjakelussa pitää ottaa myös huomioon KSS Verkon olemassa olevan verkon sijainti ja löytää ratkaisu, miten voitaisiin helpoiten tuoda omasta verkostamme kaapelit alueelle.

5.1 Projektin eteneminen

Projekti alkoi omalta osaltani silloin, kun sopimus oli allekirjoitettu. Projektilla oli neljän kuukauden toimitusaika, joten projekti oli saatava nopeasti liikkeelle. Projekti käynnistyi tilannekartoituksella esimieheni kanssa. Esimieheltäni sain selvityksen nykytilanteesta ja siitä mitä on vielä tekemättä.

Ensimmäiseksi selvitimme maastosuunnittelijan kanssa paikanpäällä muuntajien sijaintia ja sitä millä muutoksilla saisimme järkevämmän verkon muunnettua osaksi meidän jakeluverkkoamme. Meidän piti miettiä, mihin sijoittaisimme uudet muuntajat ja millä muutoksilla saisimme sen tehtyä helpoiten. UPM Myllykoski halusi itselleen vanhat muuntajakoneet koppeineen. Selvitimme yhdessä maastosuunnittelijan kanssa paikan uudelle muuntajalle.

Tämän jälkeen työ eteni suunnitelmien tekemisellä ja lupien hankkimisella eri tahoilta. Seuraavassa kappaleessa on esitetty eri alueiden sähköistysuunnitelmat ja niiden toteutus. Alue on jaettu kahteen osakokonaisuuteen Konttorinmäkeen ja Rantataloihin.

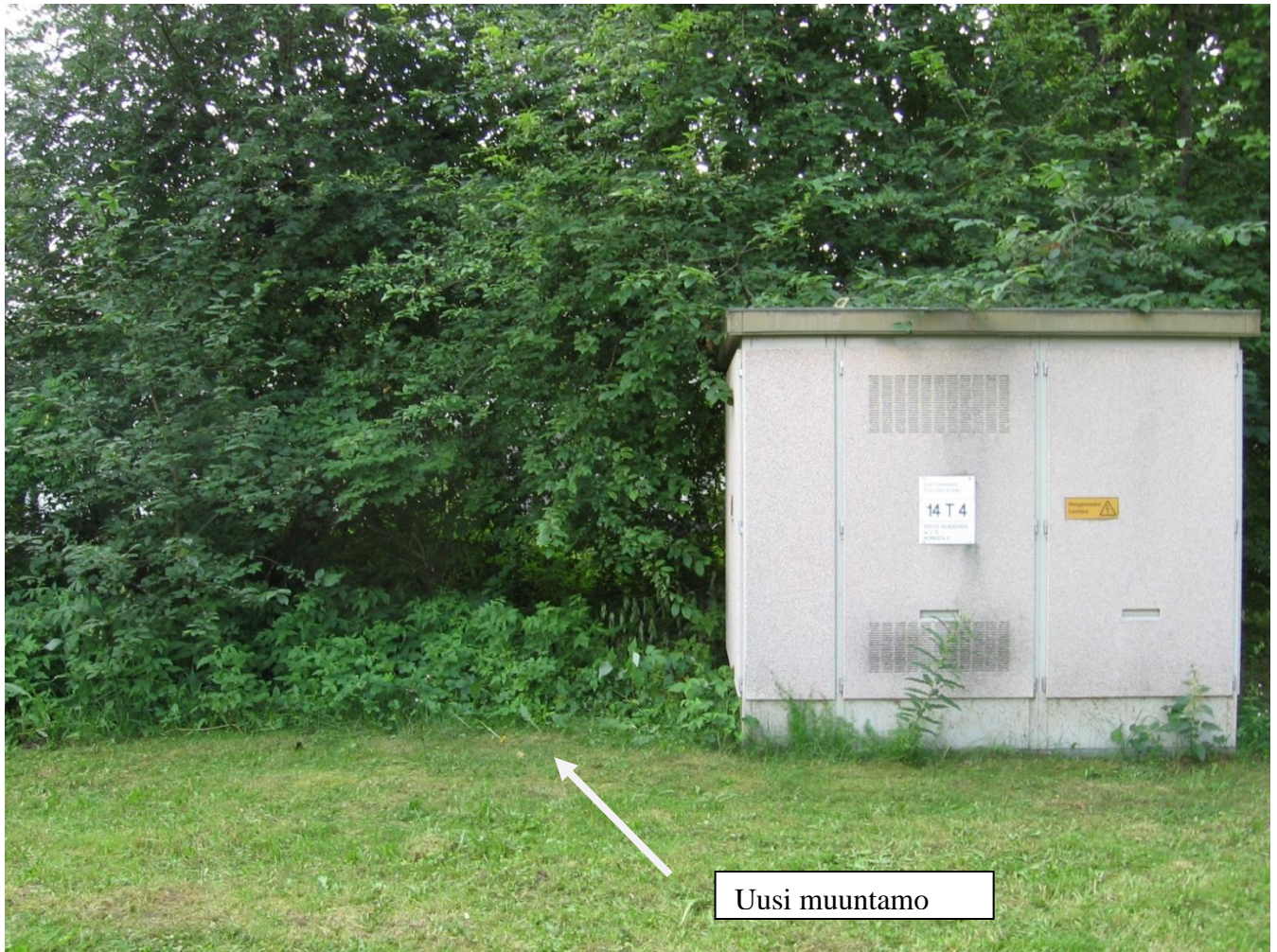
5.2 Konttorimäen sähköistys

Konttorimäen alueella sijaitsee keskeisellä paikalla Myllykosken omistuksessa oleva 6/0,4 kV muuntajakone koppeineen. KSS Verkon oli pystyttävä korvaamaan tämä muuntaja uudella 20/0,4 kV muuntajalla. Työhön antoi lisähaastetta se, että kaapeleiden nykyiset reitit eivät olleet tiedossa.



KUVA 7. Alkutieto Konttorinmäen kaapeleista ja niiden reiteistä /6/

Muuntajakaavion avulla selvisi alueen kaapeleiden tyypit. Tarkoista reiteistä ei ollut muuta tietoa kuin Myllykosken huoltomiehen kertomuksesta piirretty käsikuva (kuva 7). Konttorinmäellä ainoaksi ratkaisuksi muodostui uusi muuntaja vanhan tilalle ja tuoda 20 kV:n kaapelit olemassa olevasta verkosta. Uusi muuntaja tullaan sijoittamaan vanhan viereen. Muuntajien pienjännitepuolet tullaan sijoittamaan vastakkain siten, että vanhoja kaapeleita voidaan hyödyntää mahdollisimman paljon. Vanhat kaapelit tullaan jatkamaan ja kääntämään uuden muuntajan pienjännitepuoleen kiinni.



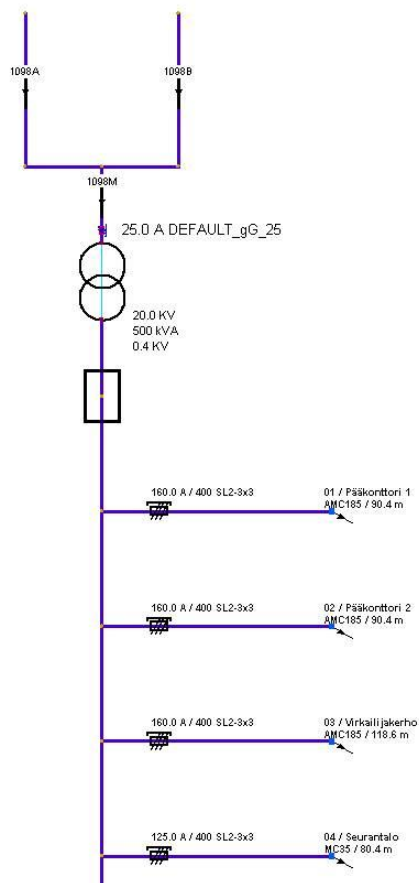
KUVA 8. Uuden muuntamon sijoitus

Konttorimäen alueella sijaitsee rivitalot C-F, kerrostalot 6 ja 8, pääkonttorin kaksi liittymää, virkailijakerho ja seurantalo. Suuresta kulutuksesta johtuen ainut vaihtoehto on rakentaa uusi muuntamo. Uuden muuntajan rakentamista tuki myös se, koska olemassa oleva pienjänniteverkko on liian kaukana kyseisestä alueesta. Alueen oikosulkuvirrat ja pj-verkon siirtokyky ei olisi pystynyt palvelemaan ko. aluetta.

Seurantaloa käyttää nykyään myllykoskelaiset yritykset, jotka ovat vuokranneet pape-ritehtaan tiloja omaan käyttöönsä. Pääkonttorissa toimii Myllykoski Oyj:n pääkonttori joka on siirtynyt Helsingistä Myllykoskelle. Virkailijakerhon käyttö on nykyisin vähäistä ja talo on käytännöllisesti katsoen tyhjä. Rivitaloissa F ja D on asukkaita, muut rivitalot ovat tyhjiään. Kerrostalojen 6 ja 8 käyttöaste jäi hieman epäselväksi, osa asunnoista on käytössä.

5.2.1 Konttorimäen muuntaja ja sen kaavio

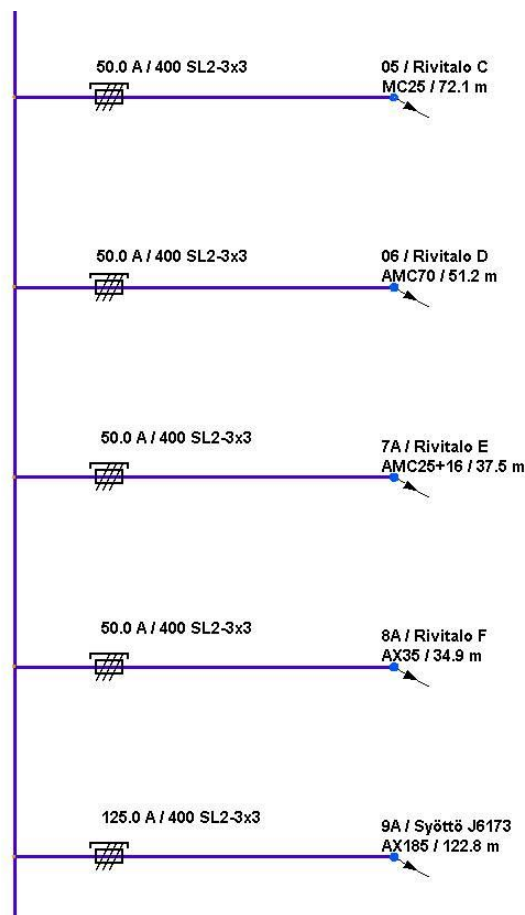
Kolmen 125 A:n liittymän takia kulutus alueella on suuri, joten Konttorimäen muuntajan tehoksi tuli 500 kVA:n kone. Muuntajakoneen valintaan vaikutti myös se, että koneelta voitaisiin jakaa sähköä myös alueelle mahdollisesti muille tuleville rakennuksille. Muuntajakopin värityksen kanssa oli ongelmia. Alueen rivitalot ovat valkosävyisiä, kun taas KSS Verkon käyttämät vakiovärit ovat beigenruskea mustalla katolla ja kokoharmaa koppi. Tarvitsimme Kouvolan kaupungilta luvan muuntajakopin rakentamiseen. Olin useamman kerran muuntajakopin värityksestä yhteydessä kaupungin lupa-arkkitehtiin, ennen kuin pääsimme muuntajan värityksestä sopimukseen. Muuntajan väriksi valikoitui erikoissävyinen vaalea väri, joka aiheutti verkkoyhtiölle ylimääräistä kuluja.



KUVA 9. Muuntajakaavio ja osa syötöistä /5/

Muuntajalle keskijännitepuolen sulakkeeksi valikoitui 25A suojaus. Muuntajan keskijännitepuolen sulakkeen valintaan vaikuttaa muuntajakoneen suuruus. 500 kVa:n koneen vastaanottokyky on alle 25 A, joten 25 A:n sulakesuojaus on riittävä. Muuntaja-

kopin tyyppi on Finnkumun 2+1 koppi, koska muuntaja haluttiin sijoittaa rengassyöttöön. Kaaviossa ylimmäisenä näkyy pääkonttorin kumpikin syöttöistä, jotka ovat sulakkeeltaan 125A, joten liittymää syöttäväksi sulakkeeksi valittiin 160A sulakelähtö. Virkailijakerhon liittymän suhteen tilanne oli samanlainen. Liittymän koko 125A ja suojaava sulake muuntajan päässä oli 160A. Seurantalon liittymäksi olimme tarjonneet 100A liittymän, joten verkon suojaavaksi sulakkeeksi valikoitui 125A, joka on riittävä selektiiviseen suojaukseen. Sulakkeen valintaan vaikuttaa selektiivisyyden lisäksi kaapelin poikkipinta eli se, kuinka paljon kaapelia voidaan kuormittaa.



KUVA 10. Muuntajan syötöt /5/

Rivitaloissa oli kaikissa sama tilanne, liittymäkooksi tarjosimme 35A. Verkon suojaukseksi laitettiin 50A. Tämä sulakesuojaus riittää suojaamaan riittävästi 35A liittymää. Muuntajan lähtönumero 9 syöttää kerrostalo 6:n pihassa olevaa jakokaappia J6173. Jakokaappiratkaisuun päädyttiin kerrostalojen syöttöalueella sen takia, koska tämän muutoksen myötä selvittää yhdellä kaapelin vedolla jakokaapille. Liittymäkoot

ovat kummassakin kerrostalossa 50A. Yhteensä tästä syntyy 100A, sulakesuojaus 125A riittää tälle muuntajan päässä.

5.2.2 Konttorimäen kaapeleiden sijoitus ja niiden jatkaminen



KUVA 11. Konttorimäen kaapelointi /5/

Konttorimäen alkuperäistä kaapelointia pyrittiin käyttämään mahdollisimman paljon. Ongelmasi muodostui olemassa olevan kaapeloinnin käytössä se, että syötöt oli tehty osittain ketjuttamalla talosta toiseen. Tästä syystä jouduttiin tekemään uusi kaapelointi yksisyöttösuunnan poistamiseksi. Talosta taloon kaapelin ketjuttaminen aiheuttaa sähköjaka-
 kelun epävarmuutta. Tämän takia halusin eroon ketjutuksista. Mikäli kaapelisyöttöön tulee vika, tämä aiheuttaa isommalle alueelle vikakeskeytyksen. Jos jokainen talo on oman syöttöjohdon perässä, liittymispisteen vikaherkkyys vähenee.

Rivitalojen C ja E sähköistys oli toteutettu siten, että muuntajalta tuotiin syöttökaapeli rivitalolle C ja sieltä kaapeli rivitalolle E. Tämä ketjutus oli syytä purkaa, että kumpi-

kin paritaloista saadaan oman syötön perään. Tämä toteutettiin tuomalla syöttökaapeli rivitalolle E ja liittämällä se olemassa olevaan ketjutukseen alueen keskellä menevässä polussa. Rivitaloilla D ja F tilanne oli samanlainen. Syöttö oli tuotu ensin rivitalolle D ja siitä ketjutettu rivitalolle F. Tässäkin poistettiin vastaavanlainen ketju, rivitalo F liitetään olemassa olevaan ketjutussyöttöön keskellä menevän polun kohdalla.

Pääkonttorin, seurantalons ja virkailijakerhon syötöissä voitiin käyttää olemassa olevaa kaapelointia. Kaapeleiden päät voitiin kääntää uudelle muuntajalle.

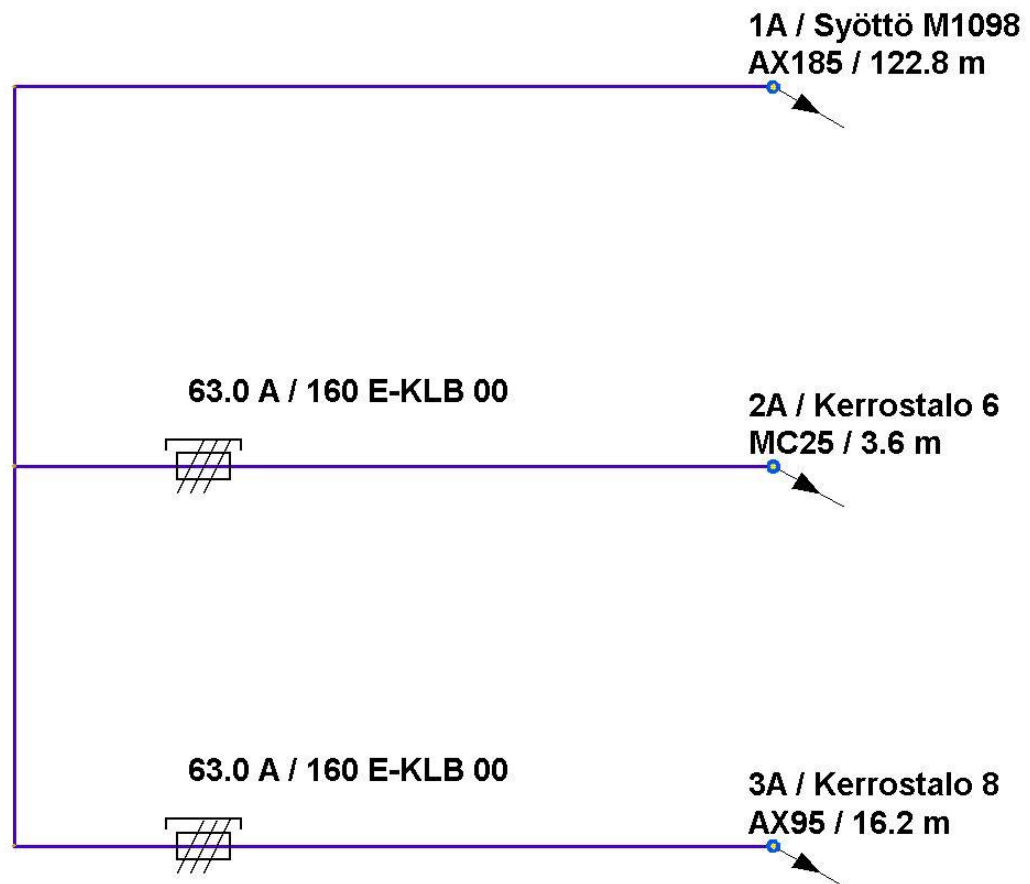
Kerrostalojen syöttö oli aikaisemmin toteutettu pääkonttorin sähköpääkeskuksen kautta ketjuttamalla. Tämäkin ketjusyöttö muutettiin vetämällä kokonaan uusi kaapeli kerrostaloille.



KUVA 12. Kerrostalojen kaapelointi /5/

Kerrostaloille syöttö toteutettiin tuomalla muuntajalta oma runkosyöttö jakokaapille J6173. Jakokaappi sijoitettiin kerrostalo 6:n pihaan, jossa jakokaappi on parhaiten suojassa auraukselta. Kerrostalo 6:n olemassa oleva syöttökaapeli käännettiin jakokaappiin, jolla saadaan kerrostalo 6:n sähkönsyöttö. Kerrostalo 8:n syöttö järjestettiin

niin, että olemassa oleva pääkonttorilta tuleva syöttö kaivetaan piha-alueella esille ja jatketaan se jakokaappiin.



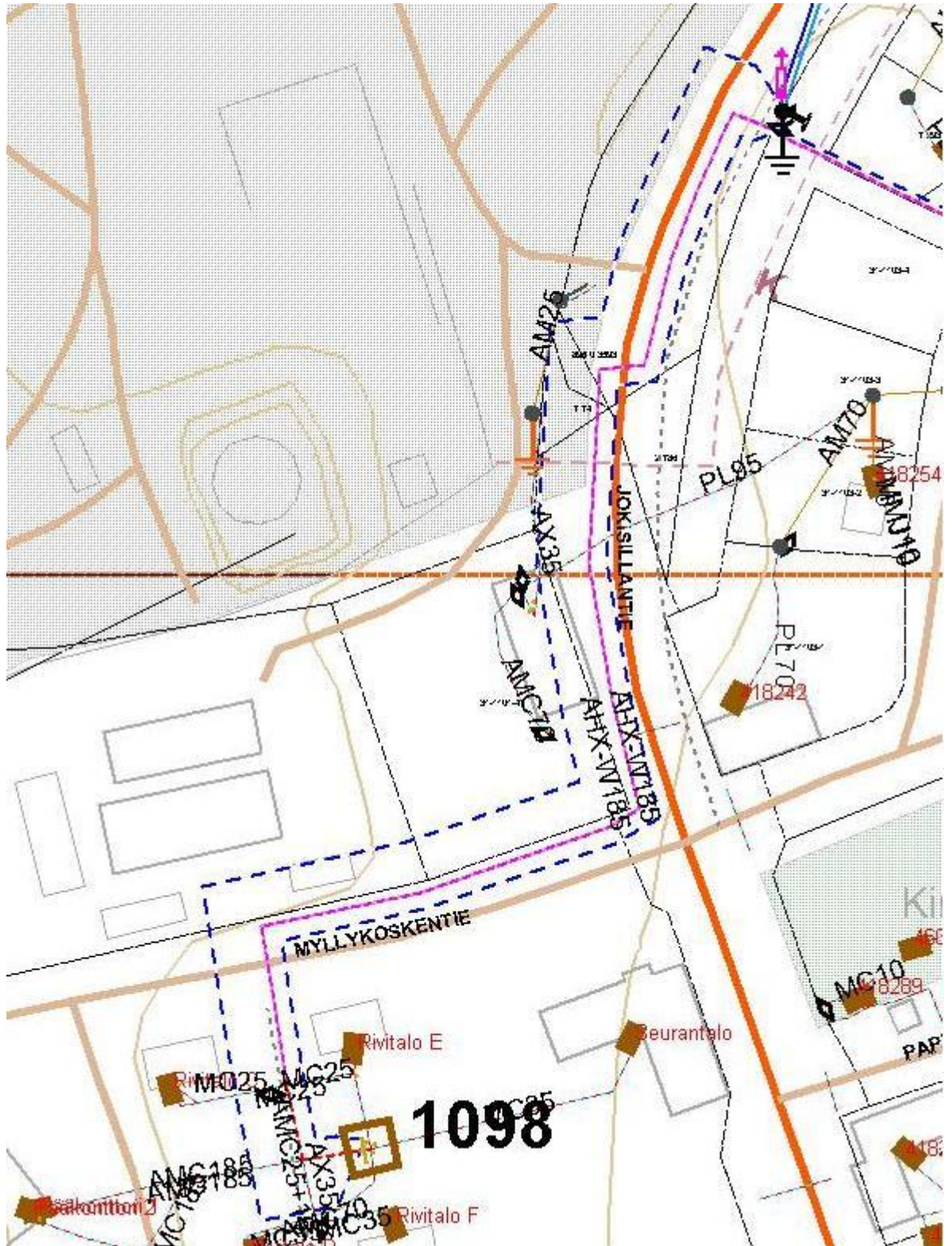
KUVA 13. Jakokaappi 6173 /5/

Jakokaapilla J6173 on kerrostaloille 6 ja 8 kummallekin oma lähtönsä. Kummassakin kerrostalossa liittymissulakkeena on 50A, joten jakokaapille suojaukseen riittää 63A. Jakokaapille muuntajalta tuodaan AXMK 185- syöttökaapeli. AXMK 185- kaapelilla saadaan kaapin kuormitettavuudeksi 315 A. Jos kerrostaloilla on joskus liittymissulakkeen suurennustarvetta, se pystytään sen toteuttamaan pelkästään sulakkeita suurentamalla muuntajalla sekä jakokaapilla J6173.

5.3 20 Keskijännite kaapelin tuonti alueelle

Keskijännitekaapelin tuonnille mietittiin useampia eri vaihtoehtoja, koska verkon käyttöpäälliköltä tuli pyyntö, että näin suuri sähkönkulutusalue saataisiin rengassyötön perään. Alueen aivan vieressä ei ole keskijännitekaapeleita. Ratkaisu olisi vaatinut

suhteellisen pitkän kaapelointimatkan. Parhaimmaksi ja käytännöllisemmäksi ratkaisuksi muodostui reitti, joka näkyy alla olevassa karttakuvassa.



KUVA 14. Keskiännitekaapelin reitti /5/

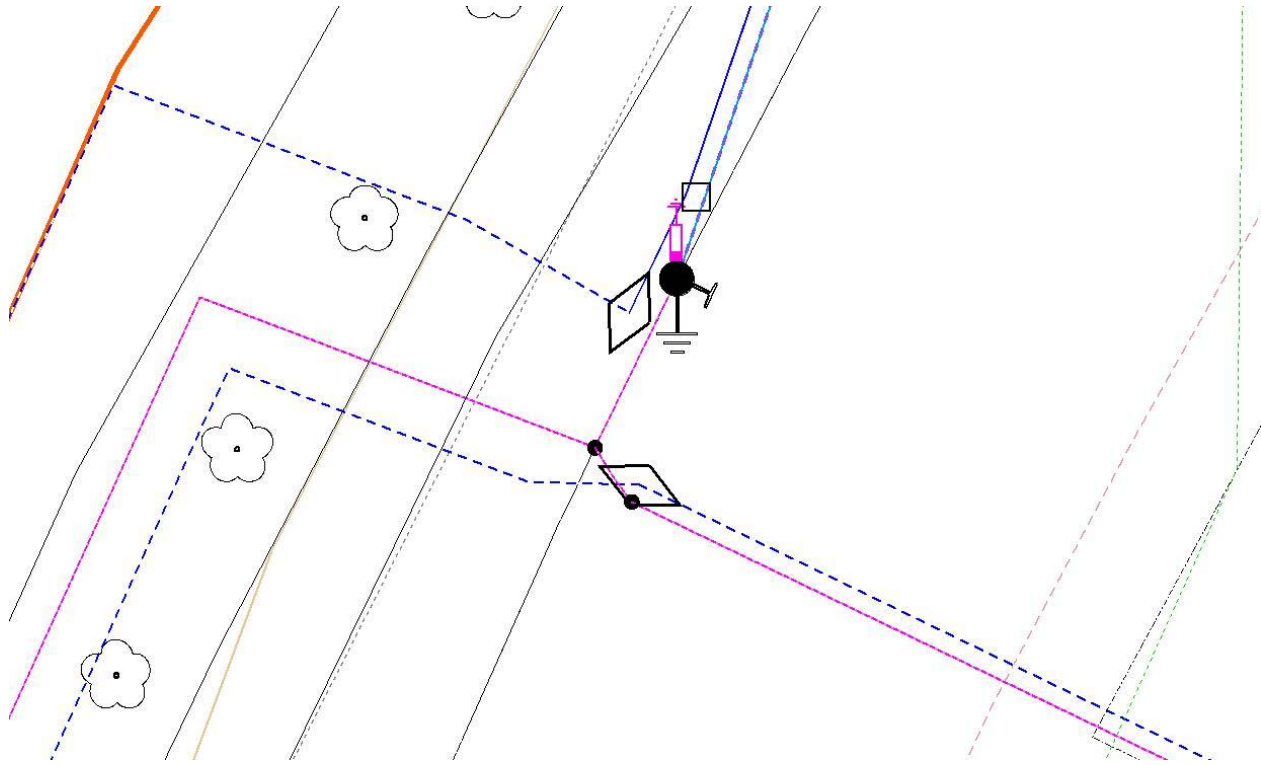
Keskiännitereitiksi valittiin kartalla näkyvän reitti. Muuntajan saaminen rengassyöttöön aiheutti sen, että kaapeleita oli vedettävä kaksi. Kaapelointia tälle matkalle syntyi

lähes kilometri, koska muuntajan lähellä ei ollut muuta järkevää kytkeytymispistettä olemassa olevaan keskijänniteverkkoon. Kaapelin alkureitti muuntajalta sijoittui asuntojen välissä menevään polulle, johon se oli helppo kaivaa. Myllykoskentien alitus hoituu helposti, koska UPM Myllykoski omistaa maan, jossa Myllykoskentie on. Tien auki kaivaminen on mahdollista. Pystymme säästämään myös kaapelointikuluissa.

Kahden rinnakkaisen kaapelin sijoittaminen samaan kaivantoon pitää sisällään riskejä. Näitä on se, että jos katusaneeraustyössä tai muussa kaivutyössä aiheutuu vaurio niin se vaikuttaa sähköjakeluun, koska kaapelit ovat lähekkäin. Kahdesta eri suunnasta syöttäminen on aina varmempi ratkaisu.

Jokisillantien osuus on Kouvolan kaupungin maalla. Kaapeleiden sijoittamisesta on haettava kaupungilta lupa kyseiselle alueelle. Emme tule saamaan Myllykoskelle tulevaan pääväylään kaivulupaa, koska liikenne tiellä on vilkasta. Siksi Jokisillantien alitus joudutaan suuntaporaamaan, mikä aiheuttaa lisäkustannuksia.

Rengassyöttö järjestetään muuntajalla niin, että tuodaan 2 kappaletta keskijännitekaapeleita samaa kaivantoa Jokisillantietä pitkin. Kaapelina tässä kohteessa käytetään AHX-W185- kaapelia, jota käytämme yleisesti verkossa keskijännitteen kaapeloinnissa. Kumpikin kaapeleista tuodaan olemassa olevalle pylväälle, missä on kaapelipääte. Olemassa oleva kaapelipääte puretaan ja toinen uusista kaapeleista liitetään pylväässä olevaan ilmalinjaan uudella kaapelipäätteellä. Tähän rakennetaan myös erotin, jolla voidaan rajata mahdollisen kaapelivian aiheuttavaa vikakeskeytystä. Toinen kaapeleista liitetään olemassa olevaan APY120 keskijännitekaapeliin ja näin saadaan uusi muuntaja 1098 rengassyöttöön. Muuntamo on mahdollista syöttää Kouvolan suunnasta sekä Myllykosken sähköasemalta.



KUVA 15. 20 kV:n kaapelin kytkennät /5/

5.4 Rantatalojen sähköistys

Rantataloilla on olemassa kaapeloinnin suhteen sama tilanne kun Konttorinmäelläkin.



KUVA 16. Rantaloja syöttävä muuntaja

Vanhoista kaapelireiteistä ei ole minkäänlaista tietoa. Rantataloista tiedettiin, että talot on ketjutettu keskenään ja tästä haluttiin päästä eroon.

Rantatalojen tämänhetkinen sähkönsyöttö on toteutettu Myllykosken 6/0,4 kV:n muuntajalla. Uuden muuntajan tarpeellisuus täytyy miettiä tälle alueelle erikseen. Uuden muuntajan investointi on kuitenkin kallista ja saatava hyöty asutuskeskittymässä suhteellisen pieni. Ratkaisuksi rantatalojen sähkönsyöttöön oli se, että vanha muuntaja korvataan jakokaapilla ja tuodaan siihen syöttö jo olemassa olevasta pienjänniteverkosta. Rantataloilla olemassa oleva pienjänniteverkko oli järkevän matkan päässä, joten oli teknistaloudellisin ratkaisu jättää uusi muuntaja rakentamatta.

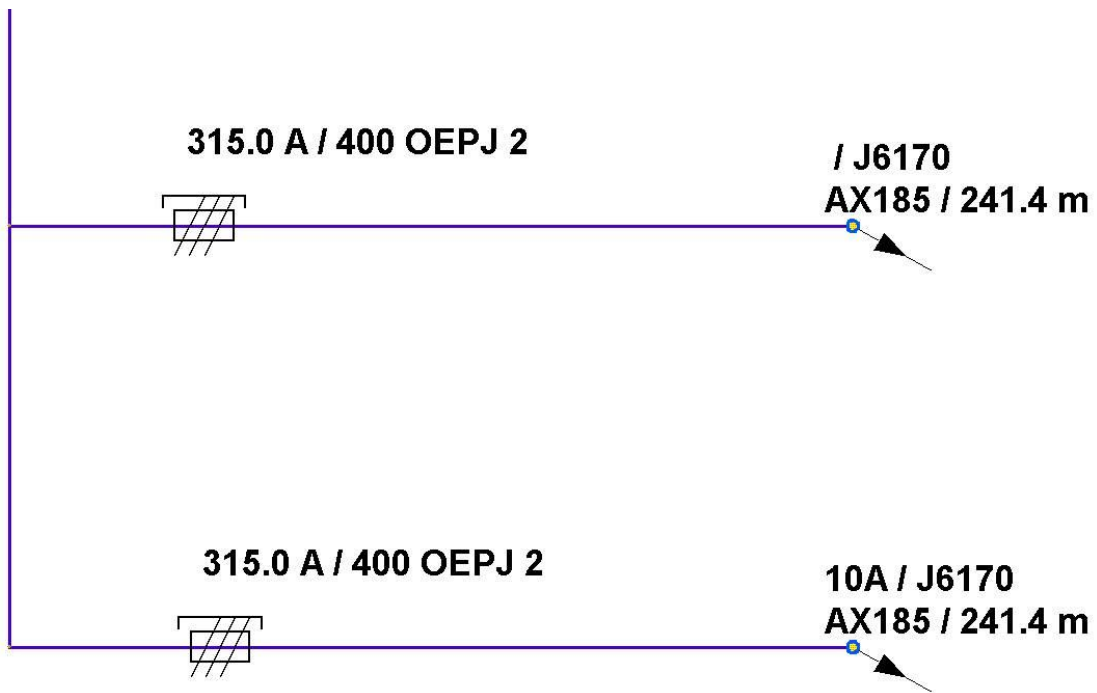
Rantatalojen alkutilanne oli se, että rantatalot 1 ja 2 oli syötetty lenkissä niin, että muuntajalta syöttö oli ensin rantatalolle 2 ja sieltä rantatalolle 1. Rantatalot 3 ja 4 olivat samalla tavalla lenkissä, joista syöttö tuli ensin rantatalolle 3. Pumppaamo syötettiin myös rantatalon 3 kautta, mutta nyt sille tehdään kokonaan oma liittymä. Rantatalo 5 oli omana lähtönään muuntajalta ja tämän perässä oli myös asuinalueen tenniskenttä. Tenniskentälle tarjotaan myös kokonaan uusi liittymä.



KUVA 17. Yleisnäkymä rantataloilla

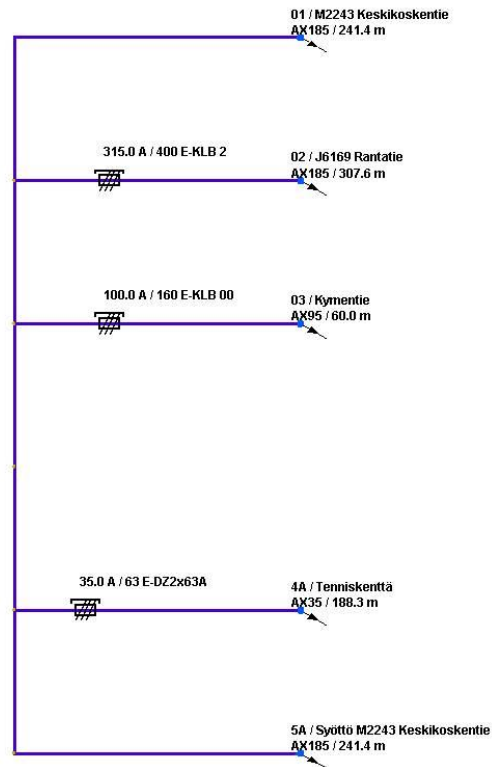
5.4.1 Olemassa oleva pj-verkko

Rantatalojen läheisyydessä on muuntaja M2243, joka sijaitsee Keskikoskentie varrella, josta rantatalojen pihaliittymätkin ovat. Muuntaja palvelee tällä hetkellä vain pientä osaa Myllykosken keskustaa, joten siitä on mahdollista ottaa myös syötöt rantataloille. Muuntajakoneen kuormitus on pieni ja koneessa on vielä resursseja syöttää rantatalojen ja waldenintalon tarvitsema tehomäärä.



KUVA 18. M2243 Rantatalojen lähdöt /5/

Keskikoskentien ja Kymmentien risteyksessä sijaitsevalta muuntamolta tuodaan jakokaapille kaksoissyöttönä AX185- kaapeli, joka on suojattu muuntajapään sulakkeilla 315A. Näin saadaan virran kestoisuus tarpeeksi suureksi liittymien päässä. Paksut syöttävät kaapelit takaavat myös sen, että oikosulkuvirrat saadaan riittäväksi alueen liittymissä.



KUVA 19. J6170 /5/

Keskikoskentien oleva jakokaappi J6170 jakaa sähkön niin, että runkokaapeli saadaan vietyä jakokaapille J6169. Tämä korvaa rantataloja syöttävän muuntajan. Jakokaapilta J6170 saa myös sähkönsä Waldenin talo sekä tenniskenttä. Tenniskentälle kaivetaan kokonaan uusi liittymisjohto jakokaapilta asti. Waldenin talon liittymisjohto etsitään siitä kohtaa, missä se alittaa Keskikoskentien, ja liitytään siihen kiinni uudella kaapelilla, mikä tulee jakokaapilta.

5.4.2 Rantatalojen kaapelointi

Rantatalojen sähkönsyötössä käytetään mahdollisimman paljon hyväksi olemassa olevaa kaapelointia ja pyritään saamaan uusien kaapeleiden määrä mahdollisimman pieneksi. Rantataloille tuodaan yksi AX185- runkokaapeli, mikä menee jakokaapille J6169 ja tulee korvaamaan olemassa olevan Myllykosken muuntajan. Muuntajalta jatketaan ja käännetään kaikki olemassa olevat kaapelit jakokaapille. Jakokaapilta tehdään uudet kaapelit rantatalolle 1, jossa liitytään piha-alueella olemassa olevaan syöttökaapeliin. Uusi syöttökaapeli tehdään myös Rantatalolle 4, joka on ollut aiemmin lenkissä rantatalon 3 kanssa. Rannassa olevalle pumppaamolle tehdään uusi liit-

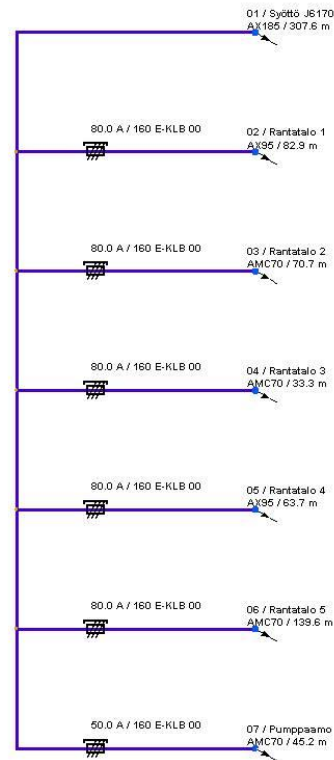
tymä ja uusi kaapeli jakokaapilta. Rantataloille 2, 3 ja 5 voidaan käyttää syötössä olemassa olevaa kaapelia. Waldenintalon kaapeli hylätään tällä jakokaapilla kokonaan.



KUVA 20. Rantatalojen kaapelointi /5/

5.4.3 Jakokaappi J6169 Rantatalot

Rantatalon jakokaappi korvaa kokonaan olemassa olevan muuntajan. Sen mitoitus on erittäin tarkkaa, jotta oikosulkuvirrat ja kuormitusvirtakestoisuus saadaan riittäväksi. Jakokaapilta lähtee yhteensä 5 kappaletta 50 ampeerin liittymiä ja yksi 25 ampeerin liittymä pumppaamolle. Pumppaamo käy harvoin ja on varustettu pehmökäynnistyksellä, joten se ei aiheuta yliaaltojen aiheuttamaa haittaa verkkoon. Rantatalon lähdöille sulakesuojauksessa on käytetty 80 ampeerin suojasulaketta, joka riittää suojaamaan 50 ampeerin liittymän. Pumppaamolle suojaamaan on asetettu 50 ampeerin sulake. Runkojohtona Keskkikoskentiellä sijoittuvalla jakokaapilta tulee AX185- kaapeli, joka on suojattu 315 ampeerin sulakkeella, jonka pitäisi kattaa koko rantatalojen kuormitusvirrat.



KUVA 21. Jakokaappi J6169 /5/

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tehdä toimiva esitys siitä, miten UPM Myllykosken asuntojen sähköistys olisi järkevä toteuttaa. Työn teki haasteelliseksi, mutta myös hyvin monipuoliseksi se, että alueella oli jo vanha sähköjakeluverkko, jota yritin hyödyntää mahdollisimman paljon.

Kaikki työlle asetetut tavoitteet sain saavutettua. Kummallekin työn kohteelle on toimiva suunnitelma, niin laskennallisesti kuin maastoonkin sidottuna. Kummankin kohteen rakentaminen voidaan aloittaa, ja työ näillä suunnitelmissa voidaan myös viedä valmiiksi asti.

Henkilökohtaisesti työ opetti minulle paljon sähköverkon suunnittelusta. Aikaisempi kokemus suunnittelusta oli kapea-alaista ja laajamittainen työkokonaisuus auttoi hahmottamaan monia eri ratkaisuja, joita sähköverkon suunnittelussa voidaan käyttää. Työssä tuli ensimmäisen kerran käytyä koko rakennuttamisen projektin vieminen alusta loppuun. Suuren haasteen siihen toi tehdasympäristö, koska alue ei ollut uusi

johon olisimme vapaasti voinut tehdä oman jakeluverkkomme. Olin lähes päivittäin yhteydessä työryhmiimme, mitkä työskentelivät alueella. Työ opetti sen kuinka haasteellista projektin vetäminen voi olla.

LÄHTEET

/1/ KSS Energia Oy yrityksen intranet

/2/ Lakervi, Erkki. Sähkönjakeluverkkojen suunnittelu. Helsinki: Otatieto 1996.

/3/ Lakervi, Erkki 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto

/4/ KSS Verkko Oy:n verkoston suunnitteluperusteet. 17.1.2012

/5/ PowerGrid verkkotietojärjestelmä. UPM Myllykoski suunnitelma 2012

/6/ Tarjous 2012, KSS Verkko Oy 3.5.2012

LIITE 1.

Yksisivuinen liite

LIITE 2(1).

Monisivuinen liite

LIITE 2(2).

Monisivuinen liite

LIITE 2(3).

Monisivuinen liite