



Satakunnan ammattikorkeakoulu

Joni Varjo

KULUTUSKESKITTYMÄN RISKITARKASTELU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2017

KULUTUSKESKITTYMÄN RISKITARKASTELU

Varjo, Joni
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2017
Sivumäärä: 42
Liitteet: 2

Asiasanat: sähkönjakelu, Vatajankosken Sähkö Oy, riskitarkastelu, keskijännite

Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää Honkajoella sijaitsevaan kulutuskeskittymään liittyvät riskit, mikäli alueelle sähkön syöttävän sähköaseman keskijänniteko-
neiston toiminta estyisi, ja se jouduttaisiin korvaamaan varayhteyksillä.

Opinnäytetyön alussa esitellään alueella sijaitsevat yritykset ja selvitetään alueen sähköverkon rakennetta. Verkko pystytään pahimmassa tapauksessa vain osittain korvaamaan kolmella olemassa olevalla varayhteydellä, ja yhteen niistä olisi tehtävä pieniä muutoksia, jotta sitä pystyttäisiin hyödyntämään ilman, että sitä tarvitsisi kiertää sähköasemakojeiston kautta. Yhtenä osana työtä olikin muutosten suunnittelu ja kustannusten arvioiminen juuri tähän varayhteyteen.

Työn aikana oltiin myös keskusteluyhteydessä alueen yritysten kanssa. Oli tärkeää käydä läpi toimintamallit mahdollisissa vikatilanteissa ja mahdollisuus siitä, että tehoja voitaisiin pahimmassa tapauksessa joutua rajoittamaan.

RISK ANALYSIS OF THE CONSUMPTION CONCENTRATION

Varjo, Joni

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical engineering

April 2017

Number of Pages: 42

Appendices: 2

Key Words: distribution of electricity, Vatajankosken Sähkö Oy, risk consideration, medium voltage

The subject of this bachelor's thesis was to analyze the risks which are related to the consumption concentration which is located in Honkajoki northern Satakunta. The greatest risk in the local distribution network is a failure of medium voltage instrumentation of Honko substation that makes it unavailable to be used and it's needed to recover with backup connections.

The companies which are located in the area are presented at the beginning of thesis. Also structure of electric grid is elaborated in first sections. It is possible partly to replace the network with three existing backup connections. The structure of one backup connection must be changed that it can operate in all the situations. Part of the work was estimating the planning and cost of changes to this backup connection, as one part of the work.

During the work, it was also been in the dialogical connection with the companies of the area. It was important to go through the operations models in possible fault situations and the possibility from that, an effect and one would may have to restrict in the worst case.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	VATAJANKOSKEN SÄHKÖ OY.....	6
3	HONKAJOEN KIRKKOKALLION TEOLLISUUSALUE.....	6
3.1	Hevi-Kolmio Oy	8
3.2	Honkajoki Oy.....	8
3.3	Honkatarhat Oy.....	9
3.4	KKK-Vihannes Oy	9
3.5	Lihajaloste Korpela Oy.....	9
4	HONGON SÄHKÖASEMA.....	10
4.1	Sähköaseman rakenne.....	11
4.2	Mahdolliset vikatilanteet.....	11
4.2.1	Toisen päämuuntajan vikaantuminen.....	11
4.2.2	Keskijännitekojeiston vikaantuminen	12
5	MUUNTAMOT.....	13
5.1	KKK-Vihannes Oy:n muuntamot	16
5.2	Lihajaloste Korpela Oy:n muuntamo.....	17
5.3	Hevikolmio Oy:n ja Honkatarhat Oy:n muuntamot	19
5.4	Biokaasulaitoksen sekä pumppaamon muuntamot	22
5.5	Honkajoki Oy:n muuntamot	23
6	RISKIANALYYSI	25
6.1	Kasvihuoneet	25
6.2	Laatukannustin.....	26
7	VARAYHTEYDET	29
7.1	Vatajan varayhteys.....	30
7.2	Santaskylän varayhteys.....	33
7.3	Kantin varayhteys	34
7.3.1	Karvian Kantin varayhteyden vaihtoehto nro. 1.	35
7.3.2	Karvian Kantin varayhteyden vaihtoehto nro. 2.	37
7.4	Jännitteenalenema.....	38
7.5	Simulointi.....	39
8	PÄÄTELMÄT	40
9	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET.....	42

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli tehdä riskitarkastelu Honkajoen Kirkkokalliolla sijaitsevasta Hongon sähköasemasta Vatajankosken Sähkö Oy:lle. Alueella on kulutuskeskittymä, jota nykyisillä varasyöttöjärjestelyillä ei pystytä kaikissa mahdollisissa vikatilanteissa kokonaisuudessaan korvaamaan. Alueen kulutus, joka vaihtelee päivittäin noin kahdesta megawatista kymmeneen megawattiin, koostuu pääasiassa valaistuskuormasta suurissa kasvihuoneissa.

Työssä tulee arvioida nykyisten varayhteyksien sähkönsiirtokapasiteetti sekä miettiä, millä tavalla toteutettaisiin Karvian Kantin sähköasemalta tulevan johdon liittäminen uudeksi varasyöttöyhteydeksi, jos Hongon sähköaseman keskijännitekojeisto ei olisi käytettävissä.

Yksi osa työtä on keskustella alueen yritysten kanssa toimintamalleista sen varalta, että alueella ei olisikaan käytettävissä koko sen normaalia tehontarvetta.

Opinnäytetyön alkupuolella on kerrottu lyhyesti Vatajankosken Sähkö Oy:stä sekä Honkajoen teollisuusalueella sijaitsevista yrityksistä. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi Hongon sähköaseman tekniikkaa ja työhön liittyviä muuntamoja. Työn loppupuolella on perehdytty riskien arviointiin ja selvitetty varayhteyksien ominaisuuksia. Lisäksi sieltä löytyvät päätelmät ja yhteenveto työstä.

2 VATAJANKOSKEN SÄHKÖ OY

Vatajankosken Sähkö Oy on Kankaanpäässä vuonna 1926 perustettu energiayhtiö ja sen asiakspiiriin kuuluu n. 24 000 asukasta Pohjois-Satakunnan alueella. Yhtiön arvoihin kuuluu paikallisuus ja sen omistaa Vatajankosken Sähkön kuntayhtymä, Kankaanpään kaupunki sekä asiakasomistajat. Alueella on myös omaa energiantuotantoa ja raaka-aineita mm. puu ja turve, joilla saadaan tuotettua kaukolämpöä. Kaukolämpöverkko kattaa Kankaanpään keskustan ja Niinisalon varuskunnan alueet. (Vatajankosken Sähkön www-sivut 2016.)

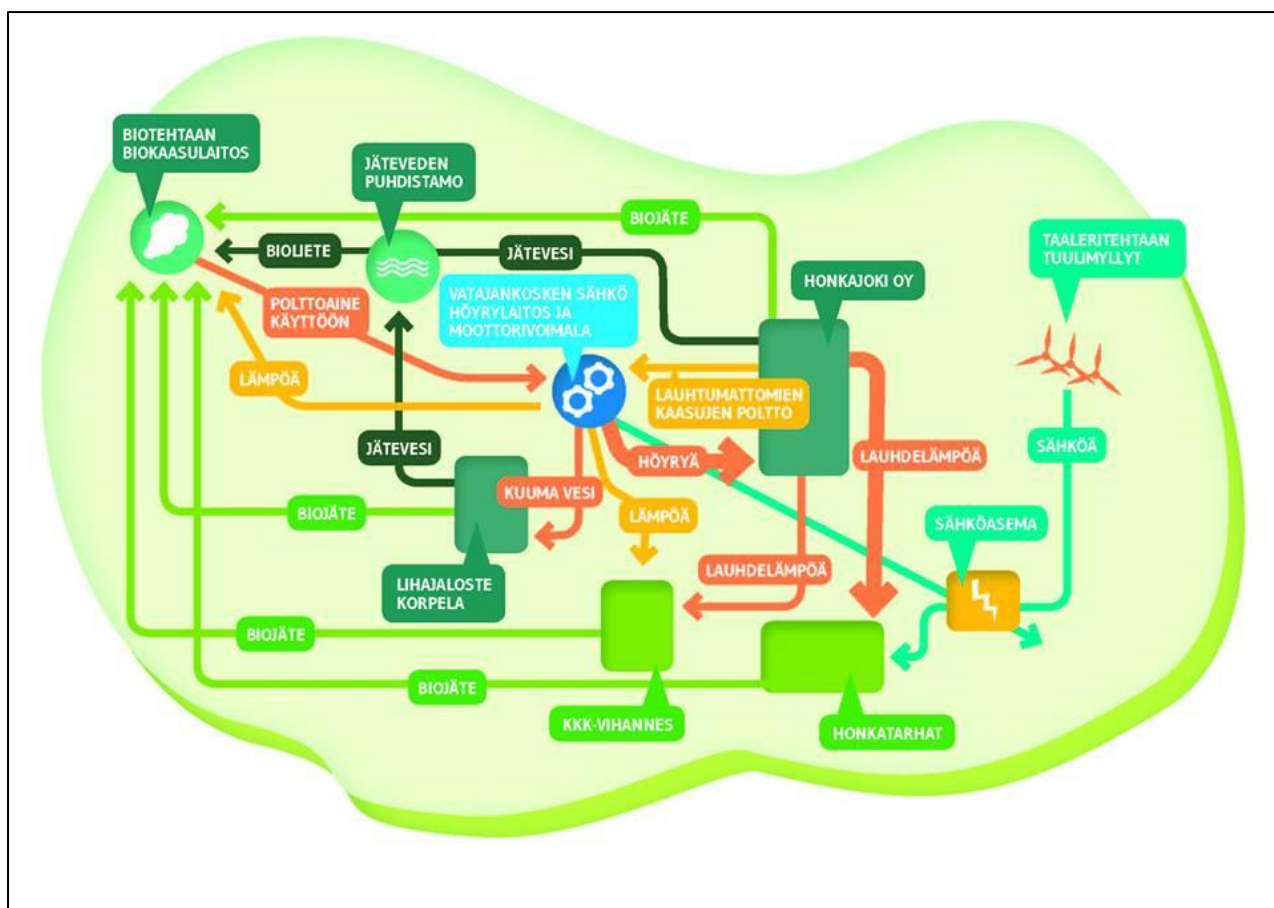
3 HONKAJOEN KIRKKOKALLION TEOLLISUUSALUE

Työ keskittyy Kirkkokallion alueelle, joka sijaitsee n. 2 km kaakkoon Honkajoen keskustasta. Yritykset Kirkkokallion alueella (Kuva 1) ovat Hevi-Kolmio Oy, Honkajoki Oy, Honkatarhat Oy, KKK-Vihannes Oy ja Lihajaloste Korpela Oy. Alueen sähkönjakelusta vastaa Hongon sähköasema ja sen alaisuudessa olevat 17 muunta-moa.



Kuva 1. Kirkkokallion alueen yritykset (Google Maps).

Alueen yritykset muodostavat monimuotoisen yhteistyökuvion, joka pitää sisällään muun muassa sähkönjakelun, biojätteen käsittelyn, lauhdelämmön- ja höyryntuotannon sekä kuumaa vettä jakelun. Kuvasta 2 nähdään tarkemmin, miten alueen yritykset ovat kytköksissä toisiinsa.



Kuva 2. Yhteistyökaavio Honkajoen teollisuusalueen yrityksistä (Vatajankosken Sähkö Oy:n www-sivut 2017)

3.1 Hevi-Kolmio Oy

Hevi-Kolmio Oy on kasvihuoneyritys, joka on perustettu vuonna 1998. Kasvihuoneet kattavat Kirkkokallion teollisuusalueesta vajaa 2 hehtaaria työllistäten 10 työntekijää. Yrityksen vuosittaiset tuotantomäärät ovat n. 7 miljoonaa kappaletta jääsalaattia, ja sen tuotanto on hyvin riippuvainen kasvien saamasta valon määrästä. Jo muutaman päivän katkos sähköjälkijakelussa voi aiheuttaa merkittäviä tuotannollisia tappioita. (VihreäKeijun www-sivut 2016.)

3.2 Honkajoki Oy

Honkajoki Oy tuottaa eläinperäisestä jätteestä lannoitetta sekä rehua kierrättämällä elintarviketehtaiden ja teurastamoiden jätteet. Prosesseissa syntyy energiaa biodiselini

sekä lauhdelämmön muodossa. Lauhdelämpö myydään kaukolämpönä kasvihuoneiden käyttöön. (Honkajoki Oy:n www-sivut 2016.)

3.3 Honkatarhat Oy

Honkatarhat Oy kuuluu samaan konserniin Hevi-Kolmio Oy:n kanssa ja sen kasvihuoneet sijaitsevat samalla alueella Hevi-Kolmion kanssa. (VihreäKeijun www-sivut 2016.)

3.4 KKK-Vihannes Oy

KKK-Vihannes Oy kasvattaa luomuvihanneksia Honkajoella n. 1,8 hehtaarin kokoisella alueella. Yritys tuottaa vuosittain yhteensä 1,5 miljoonaa kiloa kurkkua ja tomaatteja sekä 4 miljoonaa ruukkua salaatteja ja yrttejä. (Ikaalisten Luomu Oy:n www-sivut 2017.)

3.5 Lihajaloste Korpela Oy

Lihajaloste Korpela on liha-alan yritys, joka valmistaa korkeatasoisista raaka-aineista lihavalmisteita Suomeen, Ruotsiin ja Venäjälle. Yrityksellä on käytössään yksi pieni 500 kVA:n muuntamo. (Lihajaloste Korpela Oy:n www-sivut 2017.)

4 HONGON SÄHKÖASEMA



Kuva 3. Hongon sähköaseman suurjännitekenttä ja päämuuntajat (Joni Varjo, 2017)

Hongon sähköasema on vuonna 1998 Honkajoelle valmistunut sähköasema, ja se on tarkoitettu jakamaan Honkajoen alueelle käyttösähkö. Asema on laajennettu vuonna 2013, jolloin alueelle alettiin rakentaa tuulivoimaa, ja se tarvitsi oman kytkeytymispisteensä. Asemalla on kaksi 25 MVA:n päämuuntajaa: PM1 on kytketty jakamaan sähköä alueen asiakkaille ja PM2 siirtämään tuulivoiman tuottama teho alueverkkoon. Tuulivoiman sähköasemakennot ja siihen tarvittavat ohjausjärjestelyt on sijoitettu eri rakennukseen kuin normaaliin sähkönjakeluun käytössä olevat lähdöt

4.1 Sähköaseman rakenne



Kuva 4. Hongon sähköaseman rakennukset

Kuvassa 4 näkyy kaksi rakennusta, joista vasemmanpuoleinen vastaa alueen käytösähköstä ja oikeanpuoleinen tuulivoimaloista. Kummallakin rakennuksella on käytössään oma päämuuntaja ja niiden kiskostot ovat myös yhdistettävissä keskijännitekaapelin välityksellä, joka kulkee kennosta J14 kennoon J22.

4.2 Mahdolliset vikatilanteet

4.2.1 Toisen päämuuntajan vikaantuminen

Jos toinen aseman kahdesta päämuuntajasta vikaantuu, jäljelle jäävä pystyy korvaamaan molemmat, sillä alueen sähkönkulutus ei yllä lähellekään yhden muuntajan maksimikuormaa. Tilanne voi aiheuttaa pitkän sähkökatkon alueelle, mutta kytkentämuutoksilla saadaan tilanne korjattua suhteellisen helposti.

4.2.2 Keskijännitekojeiston vikaantuminen

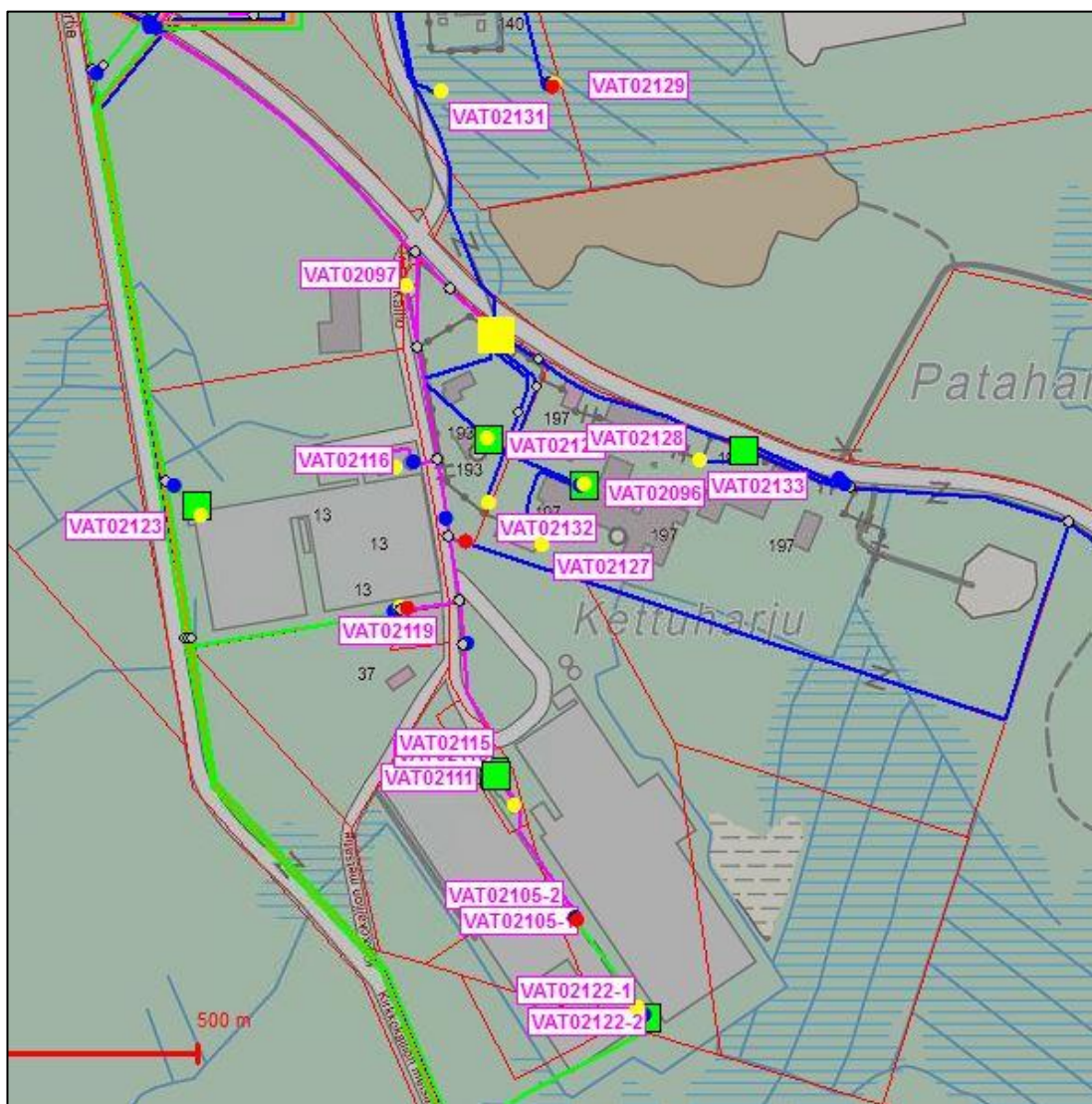
Yksi vakavimmista vikatilanteista alueen käyttövarmuuden kannalta on aseman keskijännitekojeiston rikkoutuminen aiheuttaen alueelle laajan sähkökatkon, joka saattaa olla hyvinkin pitkäkestoinen ennen varayhteysien saamista toimintakuntoisiksi. Aseman keskijännitekojeiston rikkoutuessa jää vaille sähköä Honkajoen keskusta, Honkajoen länsipuoli ja Honkajoen teollisuusalue. Vika keskijännitekojeistossa voi vaatia pitkän korjausajan, joten alueelle tarvitaan luotettavat varayhteydet tehon tarpeen täyttämiseksi. Ongelma Hongon sähköaseman kohdalla on, että näitä varayhteyksiä ei ole täyttämään koko alueen tehontarvetta, joten on mietittävä uusien varayhteysien rakentamista, ja vikatilanteen sattuessa mahdollisten tehonrajoitusten asettamista.

Läntinen Honkajoki ja osa Honkajoen teollisuusalueen tehontarpeesta saadaan korvattua Kankaanpään sähköaseman Vatajan lähdöstä J04. Toinen osa Honkajoen teollisuusalueesta saadaan korvattua kaakon suunnasta tulevalla johdolla, joka lähtee Kankaanpään sähköaseman Santaskylän lähdöstä J07.

Koko alueen keskijänniteverkon kytkentäkaavio on esitetty liitteessä 1.

5 MUUNTAMOT

Kirkkokallion alueella on 18 muuntamoita, jotka on lueteltu taulukossa 1, ja niiden sijainnit näkyvät kuvassa 5. Muuntamoista ja niiden opinnäytetyön kannalta tärkeistä tiedoista on kerrottu lisää tämän kappaleen alaotsikoissa. Osa muuntamoista on laitettu saman ala-otsikon alle johtuen muuntamoiden sijainnista. Kaikki muuntamot ovat yhteensä kolmen sähköasemalähdön takana: J04, J11 ja J12.



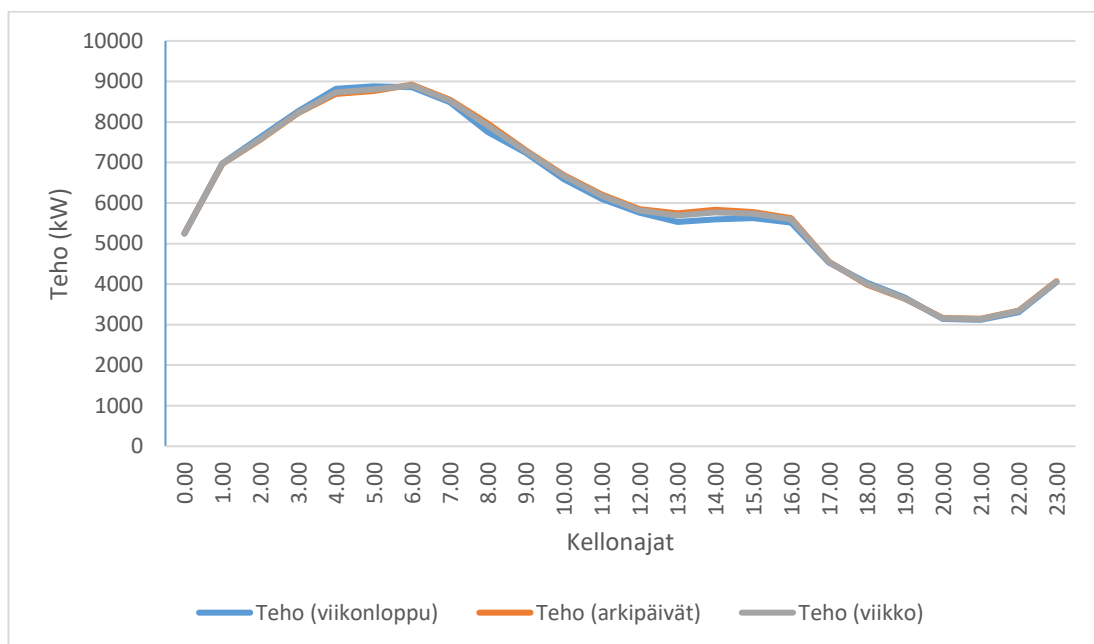
Kuva 5. Alueen kaikki muuntamot karttapohjalla. (Verkkotietojärjestelmä DMS600NE)

Taulukko 1. Muuntamot ja niiden koot

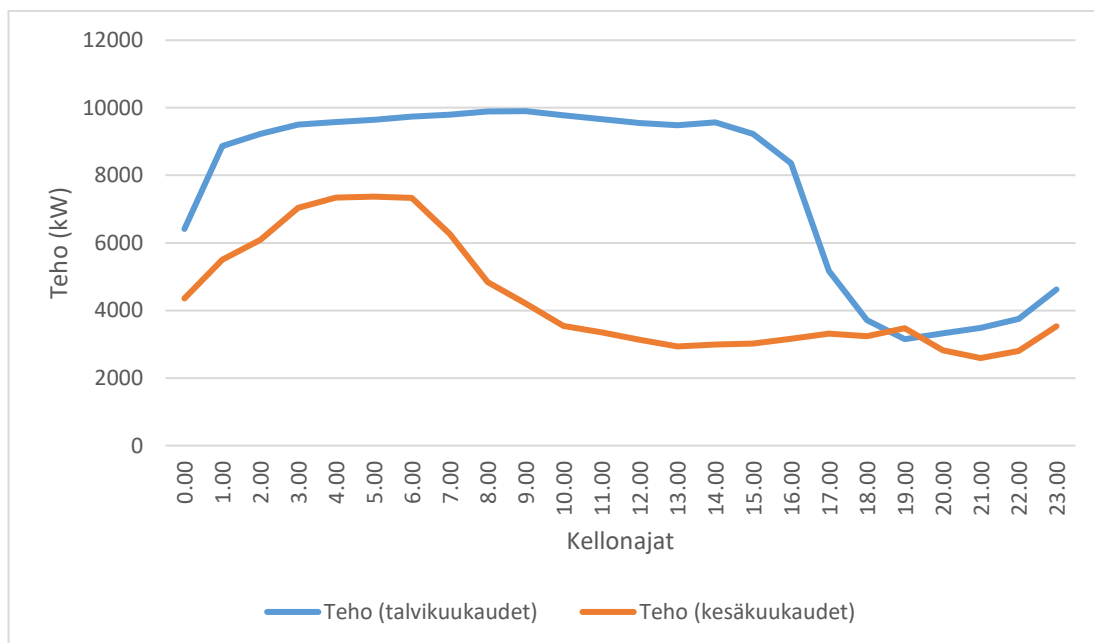
Tunnus	Nimi	Koko (kVA)
VAT02119	KKK-VIHANNES II	1600
VAT02123	KKK-VIHANNES III	1600
VAT02116	KKK-VIHANNES	1600
VAT02097	KETTUHARJU	500
VAT02125	HÖYRYKATTILALAITOS	2000
VAT02132	KAASUMOOTTORI	1600
VAT02096	HONKAJOKI OY I	1600
VAT02127	HONKAJOKI OY II	800
VAT02128	HONKAJOKI OY III	1600
VAT02133	HONKAJOKI OY IV	1600
VAT02115	HEVIKOLMIO	2X1600
VAT02111	HONKATARHAT	1000
VAT02105-2	HONKAT_HEVIK-I	1600
VAT02105-1	HONKAT_HEVIK-I	1600
VAT02122-1	HONKAT_HEVIK-II	1600
VAT02122-2	HONKAT_HEVIK-II	800
VAT02131	UUSI PUHDISTAMO	500
VAT02129	BIOTEHDAS	1250

Alueen kokonaisteho vaihtelee kellonajasta ja vuodenaajasta riippuen, kuten seuraavista kuvaajista nähdään. Viikonpäivällä ei ole suurta merkitystä kokonaistehoon, sillä kasvit tarvitsevat valoa ja lämpöä myös viikonloppuisin. Kaaviosta 1 nähdään, miten vuorokauden kokonaisteho on keskimäärin vaihdellut vuoden 2016 aikana. Kaaviossa 2 on tämä sama teho eritelty talvi- sekä kesäkuukausilta.

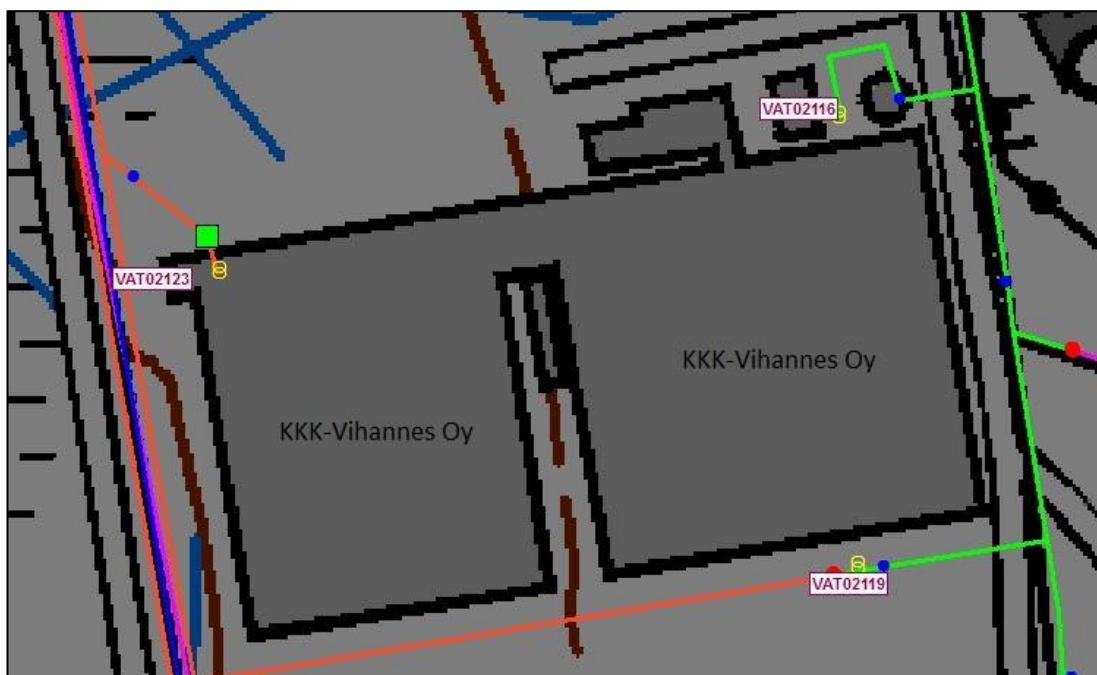
Kaavio 1. Koko alueen keskimääräiset tuntitehot vuoden 2016 aikana



Kaavio 2. Koko alueen keskimääräiset tuntitehot kesältä ja talvelta 2016



5.1 KKK-Vihannes Oy:n muuntamot



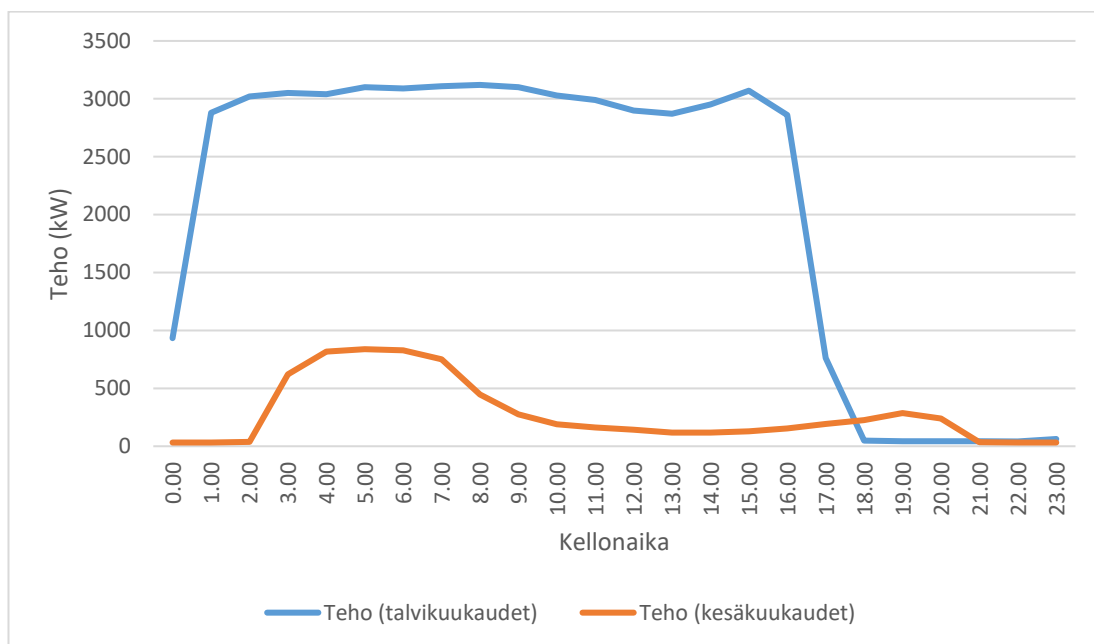
Kuva 6. Muuntamoiden VAT02119, VAT02123 ja VAT02116 sijainnit (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)

KKK-Vihannes Oy:n kolmella muuntamolla on tunnukset VAT02119, VAT02123 ja VAT02116. Muuntamot on otettu käyttöön vuosina 2012, 2002 ja 2005. Muuntamoiden yhteisteho vaihtelee päivittäin hyvinkin paljon johtuen kasvien yö- ja päivärytmistä. Huipputehot talvella valaistuksen ollessa päällä ovat lähes 3,5 MW.

Tehonrajoitustilanteessa valaistuksiin tarkoitetut muuntamot VAT02123 ja VAT02119 voidaan pudottaa pois käytöstä, mutta muuntamolla VAT02116 tulisi olla sähkö käytettävissä jatkuvasti etenkin talvella, sillä se huolehtii kasvihuoneiden lämmön säätelystä vastaavista pumpuista. Huipputeho pelkällä muuntamolla VAT02116 rajoittuisi hieman alle 1 MW:iin.

Kaaviossa 3 on esitetty tehon tuntikohtaiset keskiarvot vuoden 2016 talvelta ja kesältä.

Kaavio 3. Keskimääräiset tuntitehot KKK-Vihannes Oy:n muuntamoissa



KKK-Vihannes Oy on myös mahdollisesti hankkimassa yritykselle varavoimakoneen, mutta tästä ei ole vielä tehty mitään tarkempia suunnitelmia.

5.2 Lihajaloste Korpela Oy:n muuntamo

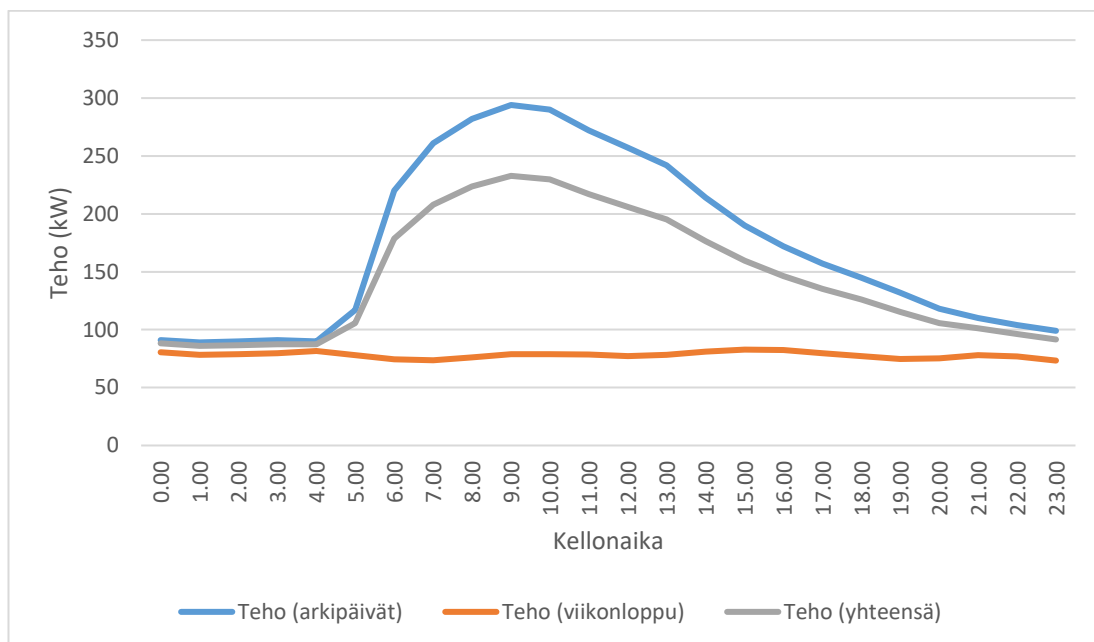
Lihajaloste Korpela Oy:n Muuntamon nimi on Kettuharju ja se syöttää yrityksen tuotantolaitosta. Muuntamon tyyppi on pylväsmuuntamo ja siinä on 500 kVA:n muuntajakone, joten se on verrattain pieni alueen kokonaistehon kannalta. Muuntamo on otettu käyttöön vuonna 1991.



Kuva 7. Muuntamon VAT02097 sijainti (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)

Suurin kulutus muuntamolla on n. kello 8:00 – 12:00 välisenä aikana, jolloin se nousee suurimmillaan 350 kW:iin asti ja alkaa sen jälkeen tasaisesti laskea iltaa kohti jääden noin 100 kW:iin yöksi. Viikonloppuisin kulutus pysyttelee alle 100 kW:ssa. Kaaviossa 4 on esitelty 19.09.2015 – 25.09.2016 välisen ajan tehokäyrä, joka on suunnilleen samanlainen vuodenaikasta riippumatta. Vuoden 2016 aikana keskimääräinen tehonkulutus on kasvanut n. 30 kW.

Kaavio 4. Keskimääräiset tuntitehot Lihajaloste Korpela Oy:n muuntamossa

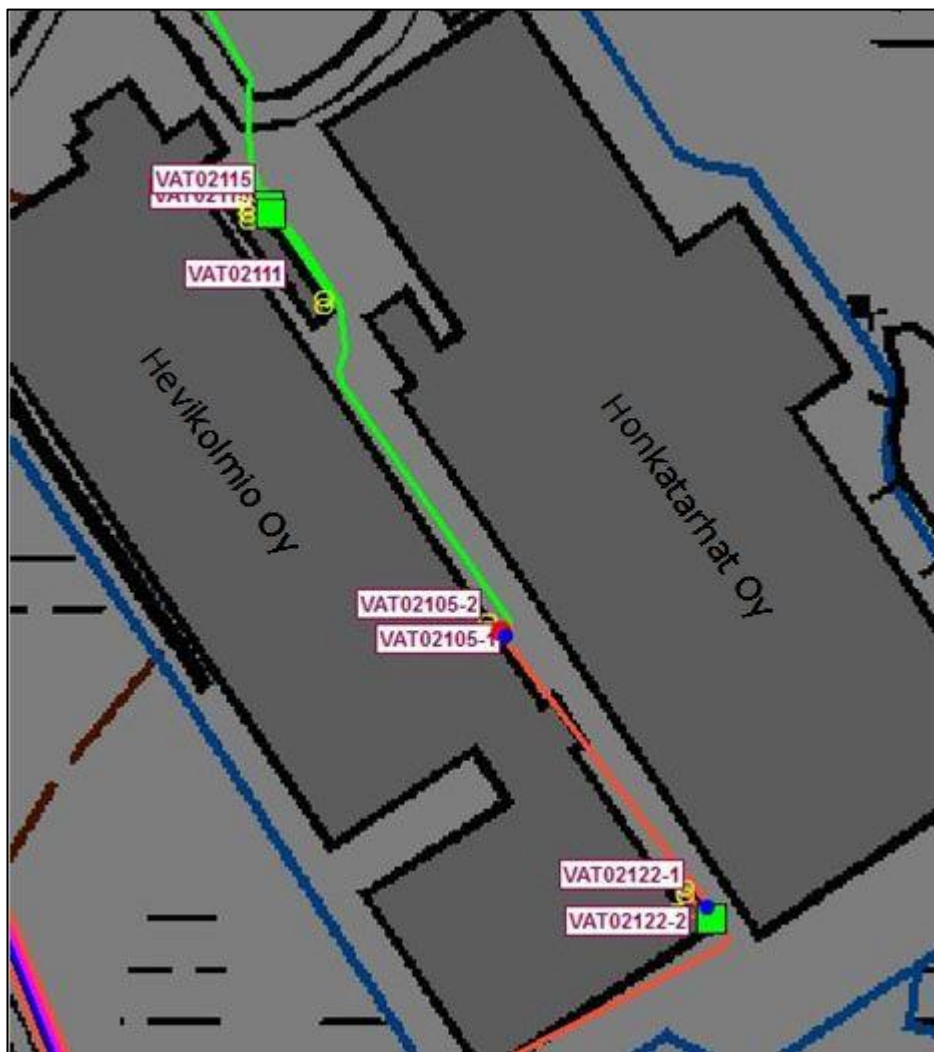


5.3 Hevikolmio Oy:n ja Honkatarhat Oy:n muuntamot

Hevi-Kolmio Oy:llä ja Honkatarhat Oy:llä on osittain yhteiset muuntamorakennukset, jotka sijaitsevat kyseisten kasvihuoneiden välisellä alueella. Ensimmäisessä rakennuksessa (pohjoisesta etelään) sijaitsee yhteensä kolme muuntajaa, joista kaksi on kooltaan 1600 kVA (VAT02115) ja yksi 1000 kVA (VAT02111). 1600 kVA:n muuntajat syöttävät Hevi-kolmio Oy:n osastoja 1 ja 2 sekä asuntolaa, pakkaamoja ja pumppaamoja. 1600 kVA:n muuntajilla on yhteinen mittaus, ja niitä voidaankin käsitellä yhtenä muuntamona tunnuksella VAT02115. Muuntamon keskimääräinen teho tarkastelujakson (1.10.2015 – 30.9.2016) aikana on ollut n. 1090 kW, ja tehon vaihtelu päivittäin on ollut alle 100 kW:sta aina 1900 kW:iin asti. Muuntamon yhteydessä on myös 380 kVA:n varavoimakone, jolla voidaan käyttää pumppuja muuntamon ollessa sähkötön.

Pienempi 1000 kVA:n muuntamo syöttää pihan toisella puolella sijaitsevaa Honkatarhat Oy:n osastoja 7 – 13 sekä taimiosastoa. Muuntamon keskimääräinen teho on noin 410 kW ja vaihteluväli 20 kW:sta 650 kW:iin. Muuntamoiden syöttö tulee poh-

joisen suunnasta saapuvalla johdolla (AHXAMK-W 3x120) Hongon sähköaseman lähdöstä J11.



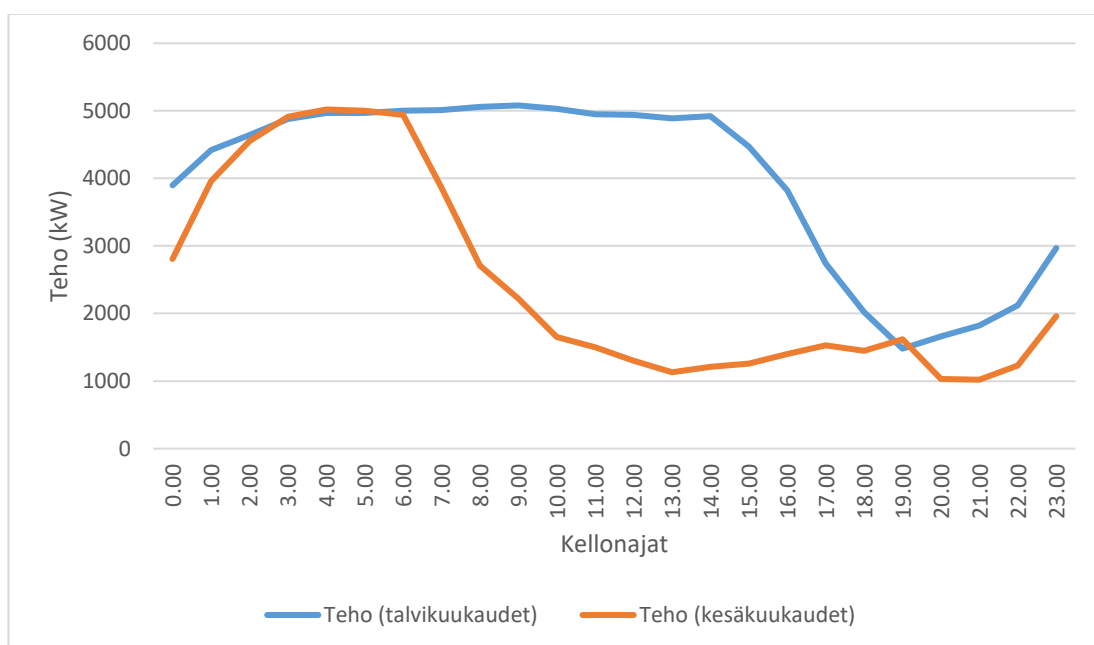
Kuva 8. Hevi-kolmio Oy:n ja Honkatarhat Oy:n muuntamoiden sijainti (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)

Seuraavassa rakennuksessa sijaitsevat muuntamot VAT02105-1 ja VAT02105-2, joissa yhteisteho nousee ajoittain jopa 2000 kW:iin asti. Muuntamot on rakennettu osana kasvihuoneiden laajennusta vuonna 2000. Muuntamoissa olevien muuntajakoneiden koko on 1600 kVA. Niiden syöttö tulee myös sähköaseman lähdöstä J11, ja niiden syöttökaapeli (AHXAMK-W 3x95) on jatkettu muuntamosta 2115. Vikatilanteen sattuessa nämä kaksi muuntamoita ovatkin kaikkein vaikeimpia saada katettua varasyötöllä johtuen muiden muuntamoiden aiheuttamasta kuormasta samoilla johdoilla.

Viimeisimpänä Hevi-Kolmio Oy:lle ja Honkatarhat Oy:lle ovat tulleet käyttöön muuntamot VAT02122-1 vuonna 2005 ja VAT02122-2 vuonna 2009. Muuntajat ovat kooltaan 1600 kVA ja 800 kVA.

Kaaviosta 5 nähdään, että Hevi-Kolmio Oy:n ja Honkatarhat Oy:n muuntamoiden tehot vastaavat suunnilleen puolta koko Kettuharjun alueen käyttämästä tehosta, joten näihin muuntamoihin tulee erityisesti kiinnittää huomiota varayhteyksiä sekä tehonrajoituksia suunniteltaessa.

Kaavio 5. Keskimääräiset tuntitehot talvi- ja kesäaikaan Hevi-Kolmio Oy:n ja Honkatarhat Oy:n muuntamoilla.



5.4 Biokaasulaitoksen sekä pumppaamon muuntamot

Biokaasulaitoksen muuntamo VAT02129 on otettu käyttöön vuonna 2014, ja sen tehtävänä on jakaa sähkö biotehtaan alueelle. Muuntajakoneen koko on 1250 kVA ja tehon vaihteluväli n. 160 kW – 220 kW riippuen vuorokaudenajasta ja viikonpäivästä.

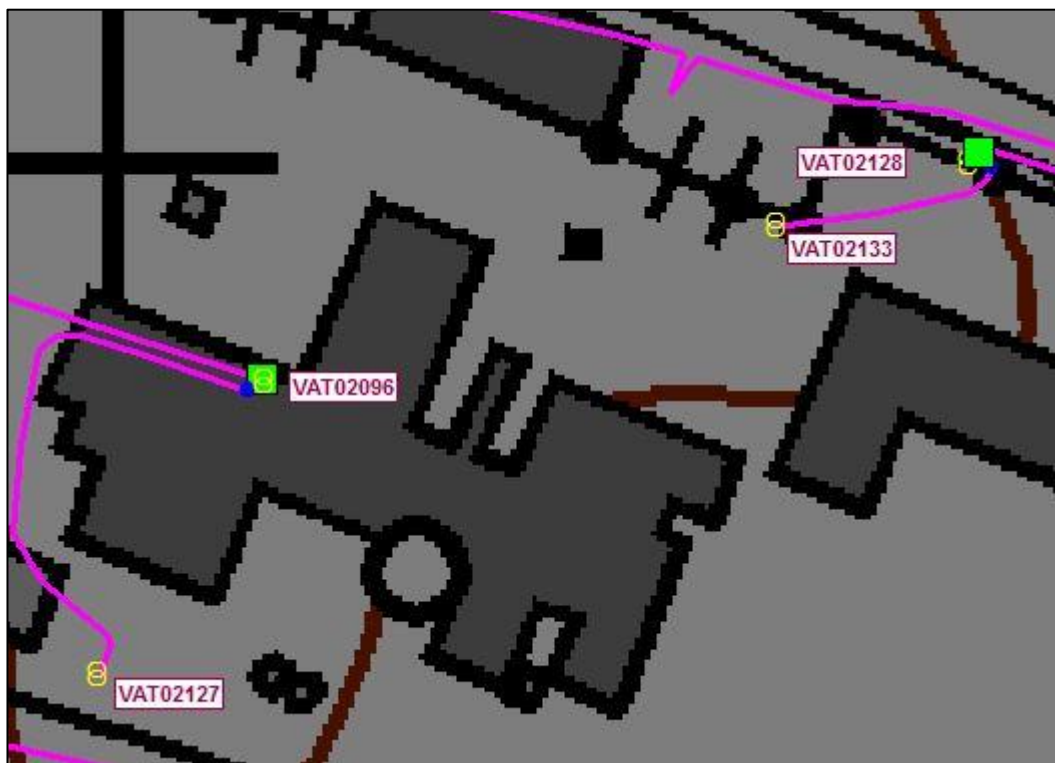


Kuva 9. Muuntamoiden VAT02131 ja VAT02129 sijainnit kartalla (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)

Muuntamo VAT2131 syöttää uutta pumppaamoja, ja se on otettu käyttöön myös vuonna 2014. Muuntamon teho vaihtelee epäsäännöllisesti hieman 200 kW:n molemmiin puolin. Muuntamossa on 500 kVA:n muuntaja.

5.5 Honkajoki Oy:n muuntamot

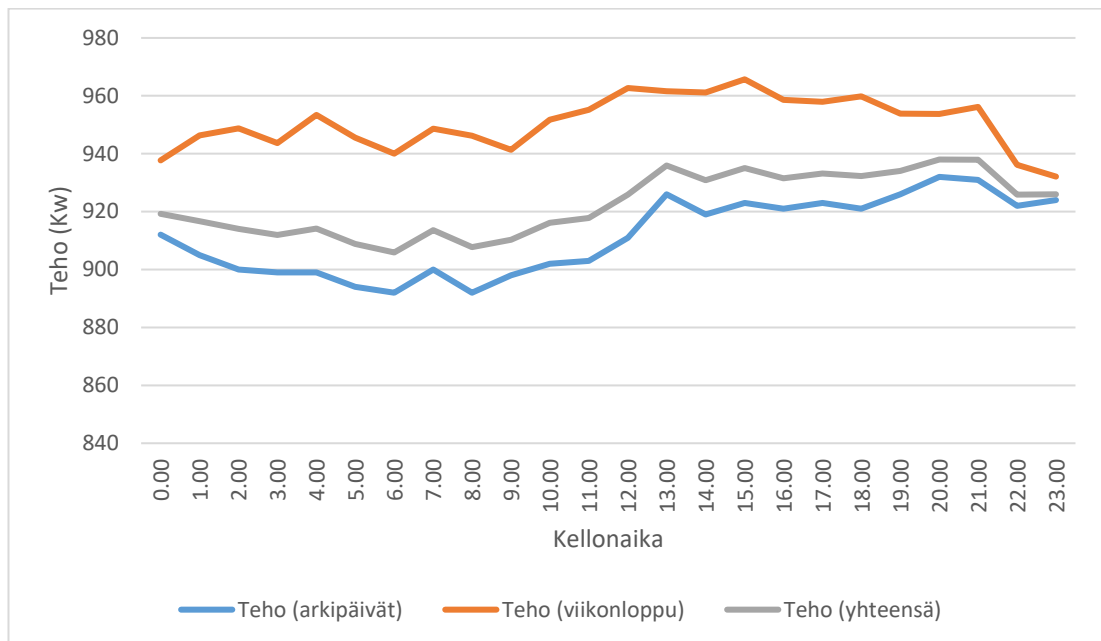
Honkajoki Oy:n käytössä on neljä muuntamoaa, jotka ovat: VAT02096 (Honkajoki Oy 1), VAT02127 (Honkajoki Oy 2), VAT02128 (Honkajoki Oy 3) ja VAT02133 (Honkajoki Oy 4). Kaikki muuntamot ovat 1600 kVA lukuun ottamatta muuntamoaa Honkajoki 2, jossa on 800 kVA:n muuntajakone. Muuntamot on otettu käyttöön vuosina 2003, 2009, 2012 ja 2016, mistä huomaa, että alueen tehontarve on jatkuvassa kasvussa.



Kuva 10. Honkajoki Oy:n muuntamoiden sijainnit karttapohjalla (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)

Honkajoki Oy 4 muuntamo on perustettu vasta vuoden 2016 lopussa opinnäytetyön tekovaiheessa eikä sillä ole vielä kulutusta. Se myös puuttuu kaavio 6, jossa on esitetty muiden Honkajoki Oy:n muuntamoiden keskimääräiset päivätehot vuoden ajalta. Tehoissa ei ole huomattavaa vaihtelua kesän ja talven välillä.

Kaavio 6. Honkajoki Oy:n muuntamoiden yhteistehot vuoden ajalta pois lukien muuntamo VAT02133 (Honkajoki Oy 4)



6 RISKIANALYYSI

Riskianalyysi nousee tärkeäksi osaksi verkoston ylläpitoa ja sen suunnittelua, jotta pystytään kattavasti arvioimaan verkon luotettavuutta parantavien laitteiden kannattavuutta (Lakervi & Partanen 2008, 44). Seuraavissa kappaleissa on käsitelty kasvihuoneyrityksille aiheutuvia riskejä sekä hieman Energiaviraston sähkönvalvontamenetelmien laatukannustinta.

6.1 Kasvihuoneet

Kasvit ovat riippuvaisia alueelle toimitettavasta energiasta lämmön ja valon muodossa etenkin talvella. Pimeyttä kasvit sietävät paremmin kuin kylmää, joten lämpöenergian jatkuva saanti alueelle on tärkeintä. Lämpötila kasvihuoneissa putoaa todella nopeasti energiansaannin katkettua kylmällä säällä, ja vaarana on koko kasvuston tuhoutuminen lämpötilan pudotessa nolnaan (0 °C).

Kasvihuoneissa kasveille on keinotekoisesti luotu päivä- ja yöaika, joiden välillä myös lämpötila vaihtelee. Päivälämpötila huoneissa on noin 20 – 21 °C ja yöllä 16 – 17 °C. Kasvihuoneet saavat lämpöenergiansa Vatajankosken höyrylaitokselta, Honkajoki Oy:ltä lauhdelämpönä sekä kasvihuoneen omista valaisimista. Normaalitylanteessa kasvihuoneisiin tulee liikaa lämpöä ja tätä on tarpeellista tuulettaa pois avoimien luukkujen kautta jopa kohtalaisilla pakkasilla. Se aiheuttaa sähkökatkotilanteessa vaaran, että luukut ovat auki pakkasella, mikä nopeuttaa entisestään lämpötilan pudotusta.

KKK-Vihanneksen toimitusjohtajan Ari Kulmasen mukaan jo 30 minuutin katkos lämmönsaannissa kovilla pakkasilla laskee lämpötilan kasvihuoneissa lähelle nolaa ja aiheuttaa kasveille vahinkoa.

6.2 Laatukannustin

Laatukannustimella pyritään vaikuttamaan verkonhaltijoihin, jotta he panostaisivat jakelujärjestelmien laatuun ja luotettavuuteen. Laatukannustin on osa kannustimia, joiden pohjalta toteutunut oikaistu tulos muotoutuu. Laatukannustimen vaikutus laskeaan vähentämällä keskeytyskustannusten vertailutasosta toteutuneet keskeytyskustannukset. (Energiaviraston www-sivut 2017)

Keskeytyksistä aiheutunut haitta (KAH) lasketaan vuonna 2007 valmistuneen raportin mukaisesti ennalta määrättyjen KAH-parametrien avulla. Kaavassa 1 on esitetty keskeytyskustannusten laskenta. (Energiaviraston www-sivut 2017)

Taulukko 2. Keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinnat (Energiaviraston www-sivut 2017)

Odottamaton keskeytys		Suunniteltu keskeytys		Aikajälleenkytkentä	Pikajälleenkytkentä
$h_{E,odott}$	$h_{W,odott}$	$h_{E,suunn}$	$h_{W,suunn}$	h_{AJK}	h_{PJK}
€/ kWh	€/ kW	€/ kWh	€/ kW	€/ kW	€/ kW
11	1,1	6,8	0,5	1,1	0,55

(Kaava 1. keskeytyksistä aiheutunut haitta)

$$KAH_{t,k}^{KJ} = \left(\begin{array}{l} KA_{odott,t}^{KJ} \times h_{E,odott} + KM_{odott,t}^{KJ} \times h_{W,odott} + \\ KA_{suunn,t}^{KJ} \times h_{E,suunn} + KM_{suunn,t}^{KJ} \times h_{W,suunn} + \\ AJK_t^{KJ} \times h_{AJK} + PJK_t^{KJ} \times h_{PJK} \end{array} \right) \times \left(\frac{W_t}{T_t} \right) \times \left(\frac{KHI_k}{KHI_{2005}} \right)$$

$KAH_{t,k}^{KJ}$ = keskijänniteverkossa toteutuneiden keskeytyskustannusten arvo vuonna t vuoden k rahanarvossa, euroa

W_t = siirretyn energian määrä vuonna t, kilowattituntia

$KA_{odott,t}^{KJ}$ = keskijännitejakeluverkon odottamattomista keskeytyksistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysaika, tuntia

$h_{E,odott}$ = odottamattomista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta

keskeytysajalle, euroa/kilowattitunti

$KM_{odott,t}^{KJ}$ = keskijännitejakuverkon odottamattomista keskeytyksistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysmäärä, kappaletta

$h_{W,odott}$ = odottamattomista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle, euroa/kilowatti

$KA_{suunn,t}^{KJ}$ = keskijännitejakuverkon suunnitelluista keskeytyksistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysaika, tuntia

$h_{E,suunn}$ = suunnitelluista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysajalle, euroa/kilowattitunti

$KM_{suunn,t}^{KJ}$ = keskijännitejakuverkon suunnitelluista keskeytyksistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysmäärä, kappaletta

$h_{W,suunn}$ = suunnitelluista keskeytyksistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle, euroa/kilowatti

AJK_t^{KJ} = keskijännitejakuverkon aikajälleenkytkennöistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysmäärä, kappaletta

h_{AJK} = aikajälleenkytkennöistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle, euroa/kilowatti

PJK_t^{KJ} = keskijännitejakuverkon pikajälleenkytkennöistä aiheutunut vuosienenergioilla painotettu keskeytysmäärä, kappaletta

h_{PJK} = pikajälleenkytkennöistä aiheutuneen haitan yksikköhinta keskeytysmäärälle, euroa/kilowatti

T_t = tuntien lukumäärä vuonna t

KHI_k = kuluttajahintaindeksi vuonna k

KHI_{2005} = kuluttajahintaindeksi vuonna 2005

(Energiaviraston www-sivut 2017)

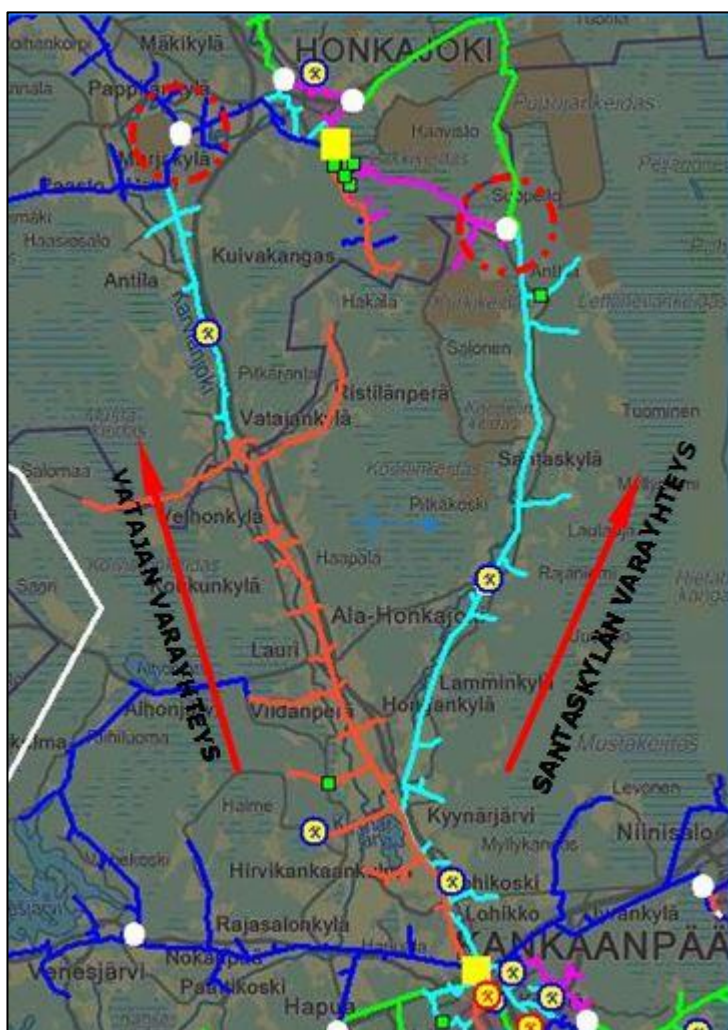
Esimerkkinä tunnin mittainen odottamaton katko alueella tehon ollessa 5000kW vuonna 2016. Alueen keskimääräinen energiankulutus tunnissa on 6000 kWh ja loput arvot saadaan taulukosta 2.

$$KAH_{2016}^{KJ} = (KA_{odott,t}^{KJ} \times h_{E,odott} + KM_{odott,t}^{KJ} \times h_{W,odott}) \times \left(\frac{KHI_k}{KHI_{2005}}\right)$$

$$KAH_{2016}^{KJ} = \left(6000kWh \times \frac{11,0\text{€}}{kWh} + 5000kW \times \frac{1,1\text{€}}{kW}\right) \times \left(\frac{120}{100}\right) = 85800\text{€}$$

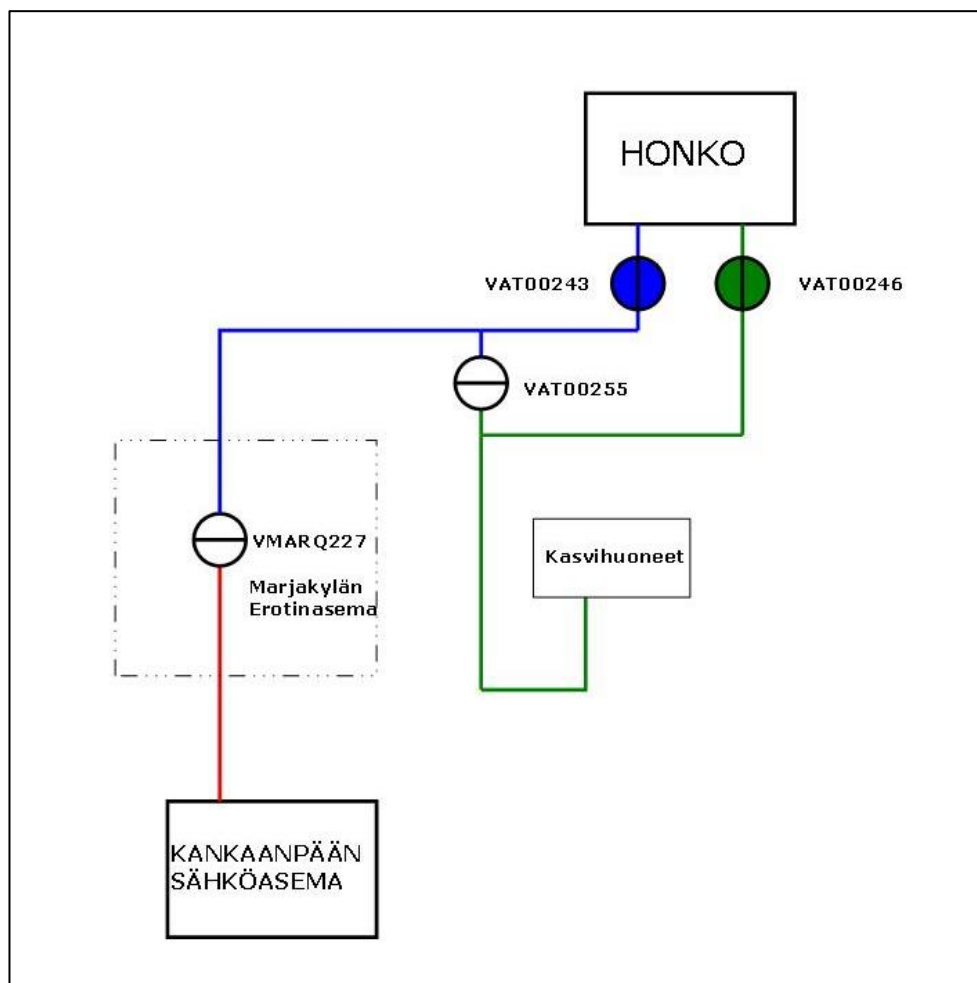
7 VARAYHTEYDET

Kirkkokallion teollisuusalueelle tulee kaksi varayhteyttä Kankaanpään sähköasemalta; yksi Vatajan lähdöstä ja toinen Santaskylän lähdöstä. Kolmas varayhteys tulee Karvian Kantin sähköasemalta, mutta se ei pahimmassa tapauksessa olisi nykyisellään käytettävissä, ja siihen mahdollisesti liittyviä muutoksia käsitellään myöhemässä kappaleessa.



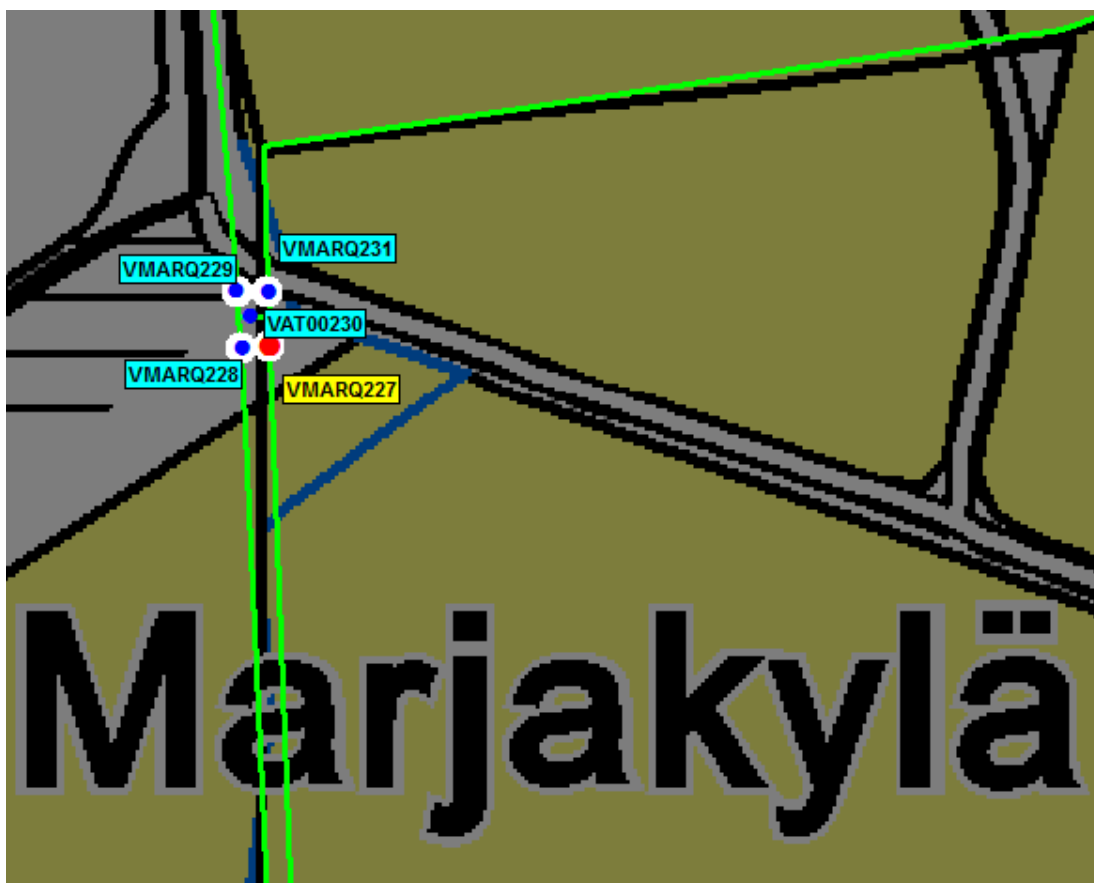
Kuva 11. Vatajan ja Santaskylän varayhteudet (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)

7.1 Vatajan varayhteys



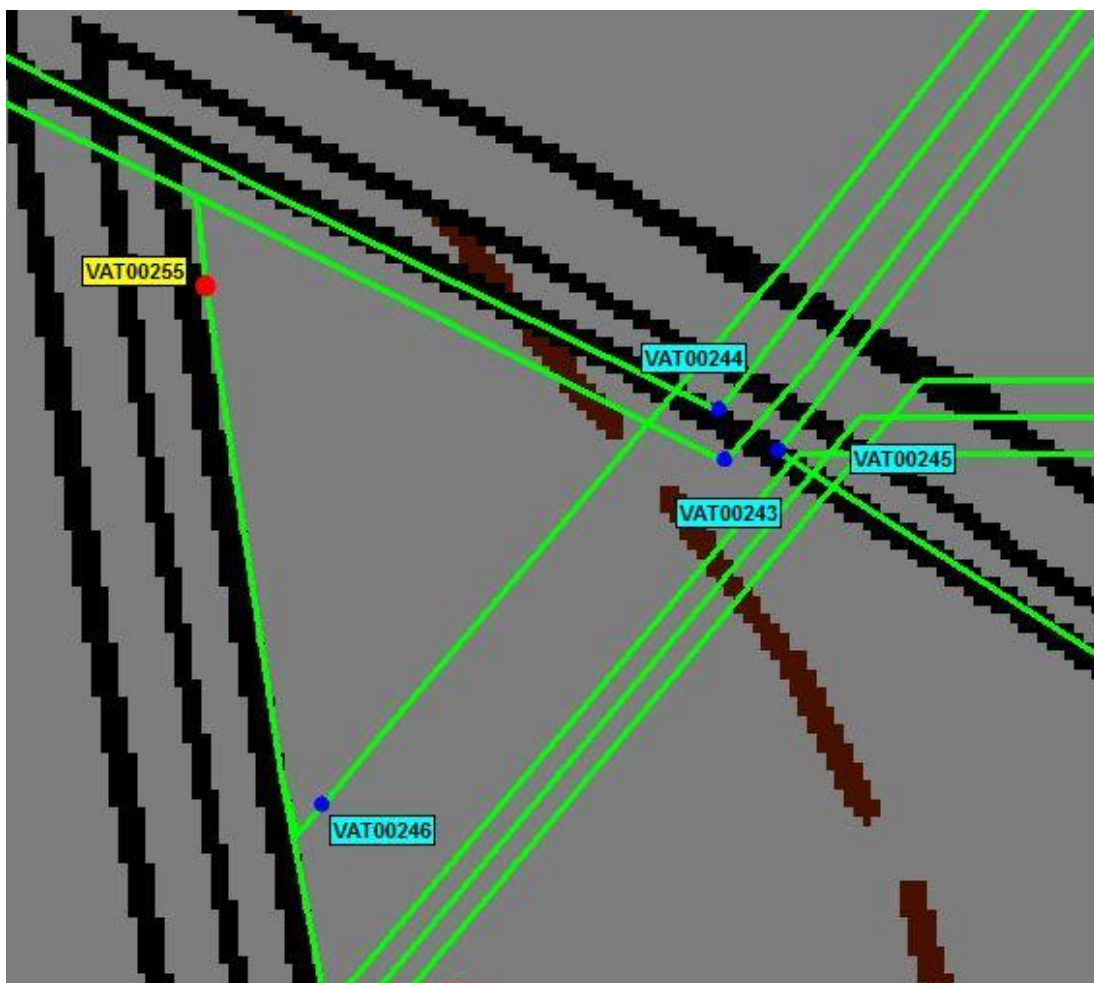
Kuva 12. Vatajan varayhteyteen liittyvät erottimet

Vatajan varayhteys lähtee Kankaanpään sähköaseman lähdöstä J04. Sen tehtävä on normaalitilanteessa syöttää verkkoa, joka seuraa Karvianjokea Honkajoelle päin sisältäen Ala-Honkajoen ja Vatajankylän. Verkon kuormitus normaalitilanteessa vaihtelee n. 500 kW:sta 900 kW:iin. Syötetty verkko jatkuu Marjakylään, jossa sijaitsee etäkäytettävä erotinasema, joka toimii jakorajana. Erotinasema nähdään kuvassa 11 ylävasemmalla merkittynä punaisella ympyrällä ja tarkemmin kuvassa 13.



Kuva 13. Marjakylän erotinaseman erottimet (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)

Kirkkokallion teollisuusalueen varasyöttötilanteessa sähkö ohjataan Marjakylän erotinaseman kautta. Sulkemalla etäkäytettävä erotin VMARQ227 (kuva 13) saadaan syötettyä Honkajoen länsipuolinen verkko, joka nostaa kuormaa n. 300kW:lla. Ennen kuin sähkö voidaan ohjata kasvihuoneille, on kasvihuoneiden muuntamoilla tehtävä kytkentämuutoksia, jotta jännite ei laskisi liikaa.

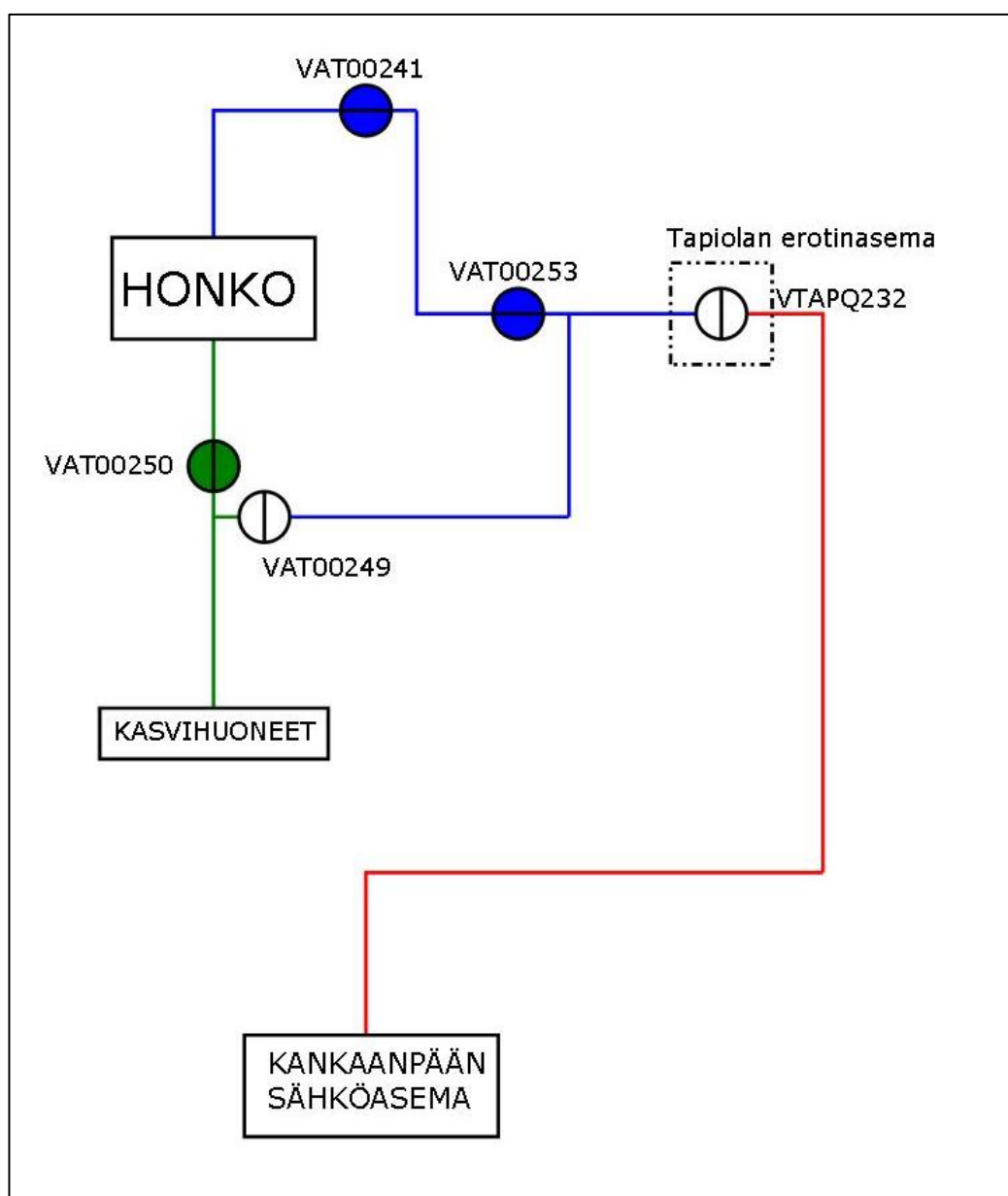


Kuva 14. Hongon sähköaseman eteläpuoleiset erottimet (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)

Sulkemalla erottimen VAT00255 (kuva 14), saadaan yhteys ohjattua eteläpuoleisiin kasvihuoneisiin muuntamolle VAT2122. Erottimet VAT00243 ja VAT00246 (kuva 14) on aukaistava, että saadaan Hongon sähköasemalle yhdistyvät johdot sähköttömiksi.

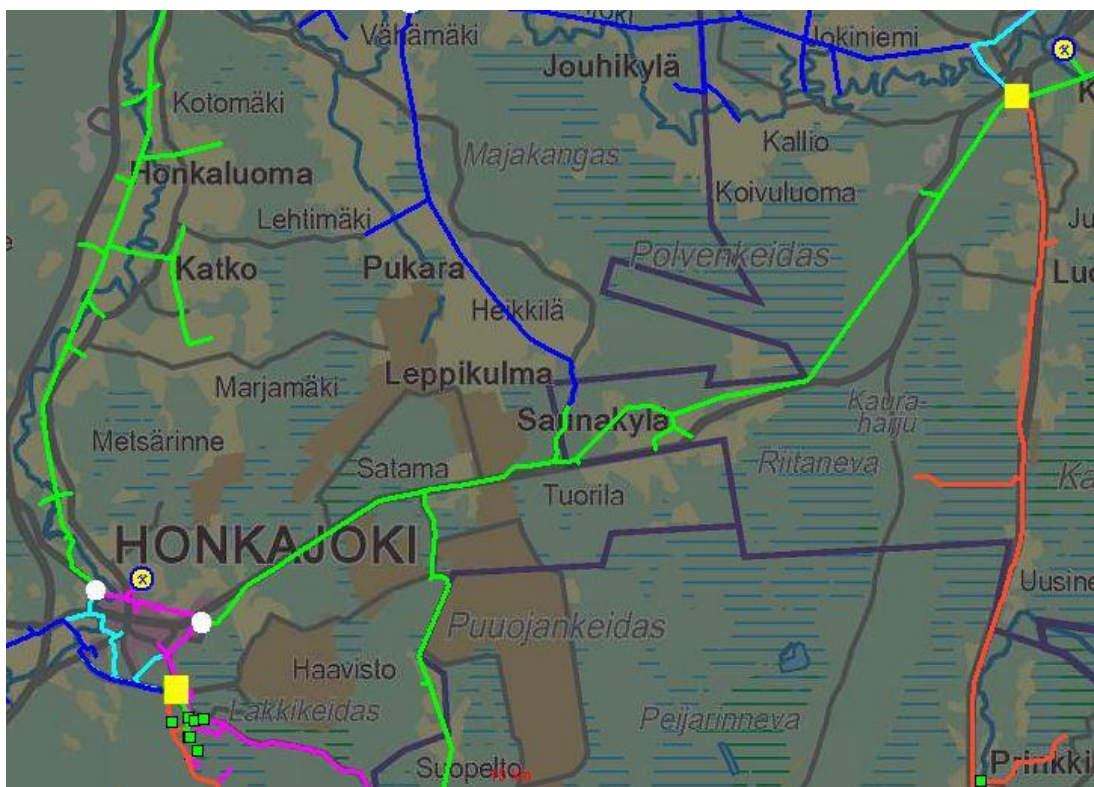
7.2 Santaskylän varayhteys

Santaskylän varayhteys toteutetaan myös Kankaanpään sähköasemalta kuten edellä käsitelty Vatajan yhteyskin. Johto lähtee kennosta J07 ja se syöttää Lohikon, Kyynärjärven, Lamminkylän ja Santaskylän alueita. Varasyöttötilanteessa täytyy Hongon sähköasemalta ensin aukaista Santaskylän lähdön erotin VAT00241, jotta sähköasemalle ei tule sähköä varayhteyden kautta. Kun tarvittavat kytkennät Kirkkokallion teollisuusalueella on tehty, voidaan sulkea etäkäytettävä erotin VTAPQ232, joka sijaitsee teollisuusalueesta n. 4 km itään Tapiolan erotinasemalla.



Kuva 15. Santaskylän varayhteyteen liittyvät erottimet

7.3 Kantin varayhteys



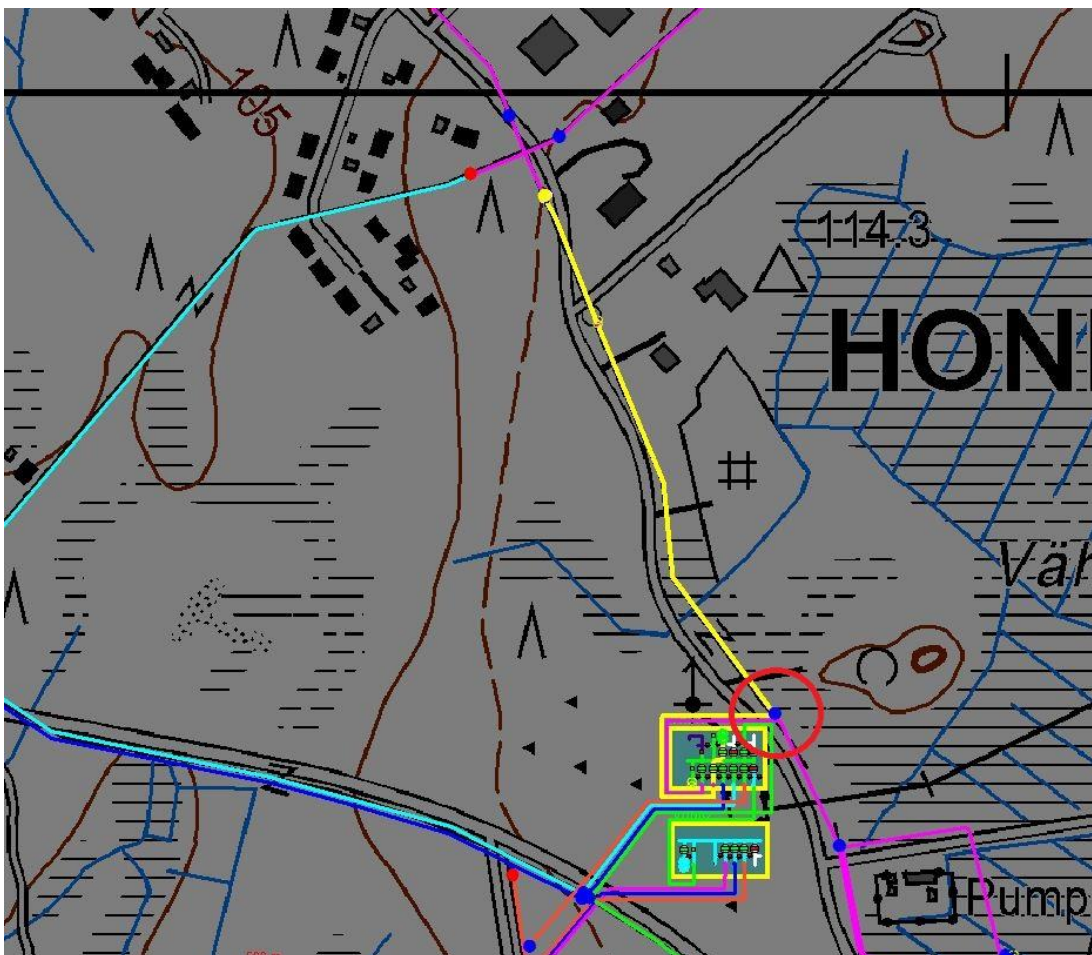
Kuva 16. Hongon varayhteys vihreällä viivalla Honkajoelta koilliseen (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)

Karvian Kantin sähköasema sijaitsee noin 15 km koilliseen Honkajoen sähköasemalta ja sen lähdöstä J04 lähtee johto, joka syöttää normaalitilanteessa Karvian ja Honkajoen väliä. Jakoraja sijaitsee Honkajoen keskustan tuntumassa Levonniemen erotinasemalla. Ongelma Kantin varayhteyden kanssa on, että varasyöttötilanteessa jouduttaisiin tällä hetkellä yhteys kierrättämään Hongon sähköaseman kautta, mikä ei olisi mahdollista keskijännitekojeiston tuhoutuessa.

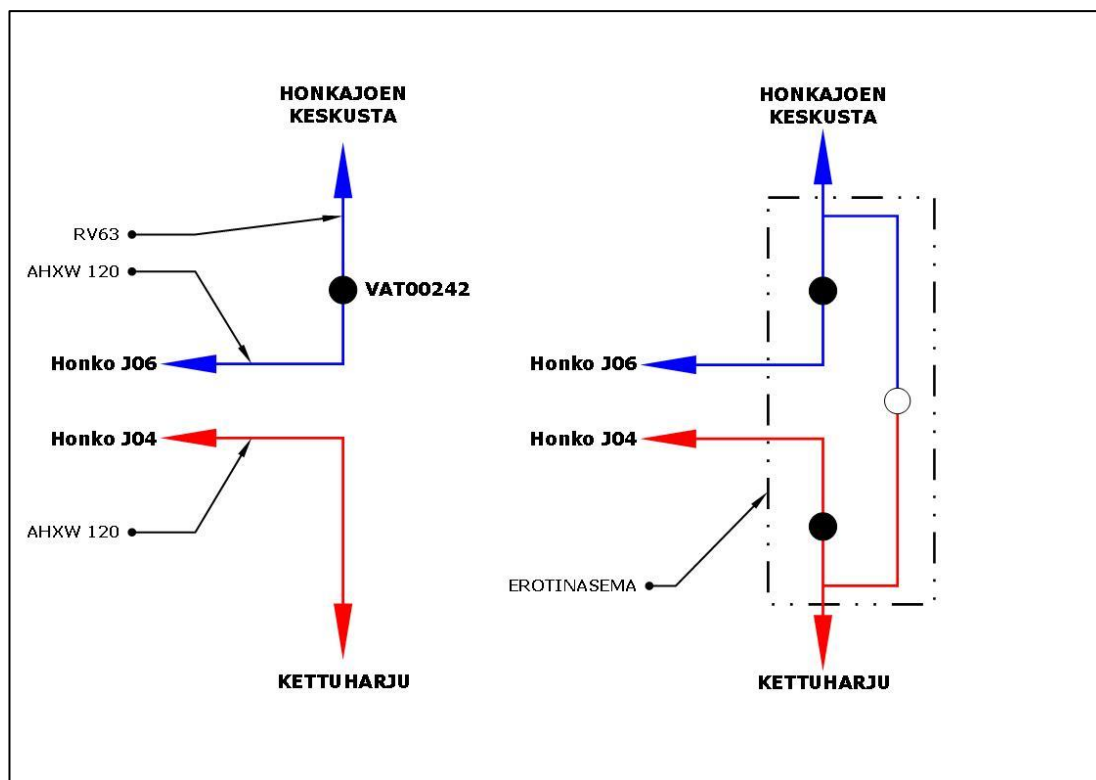
Tärkeä osa tätä opinnäytetyötä on pohtia tälle varayhteydelle muutoksia johdotuksiin, jotta sitä pystyttäisiin hyödyntämään kaikissa vikatilanteissa. Näihin muutoksiin on muutama vaihtoehto, joihin on perehdytty seuraavissa kappaleissa.

7.3.1 Karvian Kantin varayhteyden vaihtoehto nro. 1.

Varayhteys saataisiin tuotua Hongon sähköasemalta lähdöstä J06 pitkin lähtevää johtoa, joka syöttää normaalitilanteessa Honkajoen keskustaa (Kuvassa 17 keltainen viiva). Johto lähtee asemalta maakaapelina, mutta nousee pylvääseen sähköaseman vieressä (Kuvassa 17 ympyröity punaisella). Pylväässä on erotin VAT00242, jonka tehtävä on katkaista johdon yhteys sähköasemaan. Tämä pylväs voitaisiin muuttaa kolmen erottimen erotinasemaksi (kuva 18), joka yhdistäisi sen myös erottimelle VAT00241, joka sijaitsee n. 100 metrin päässä etelässä. Muutoksilla saavutettaisiin yhteys Karvian Kantin sähköasemalta Kettuharjun teollisuusalueelle ilman, että yhteyttä tarvitsee kierrättää Hongon sähköaseman kautta



Kuva 17. Erottimen VAT00242 sijainti ympyröitynä punaisella (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)



Kuva 18. Vasemmalla nykyinen kytkentä ja oikealla suunnitelma

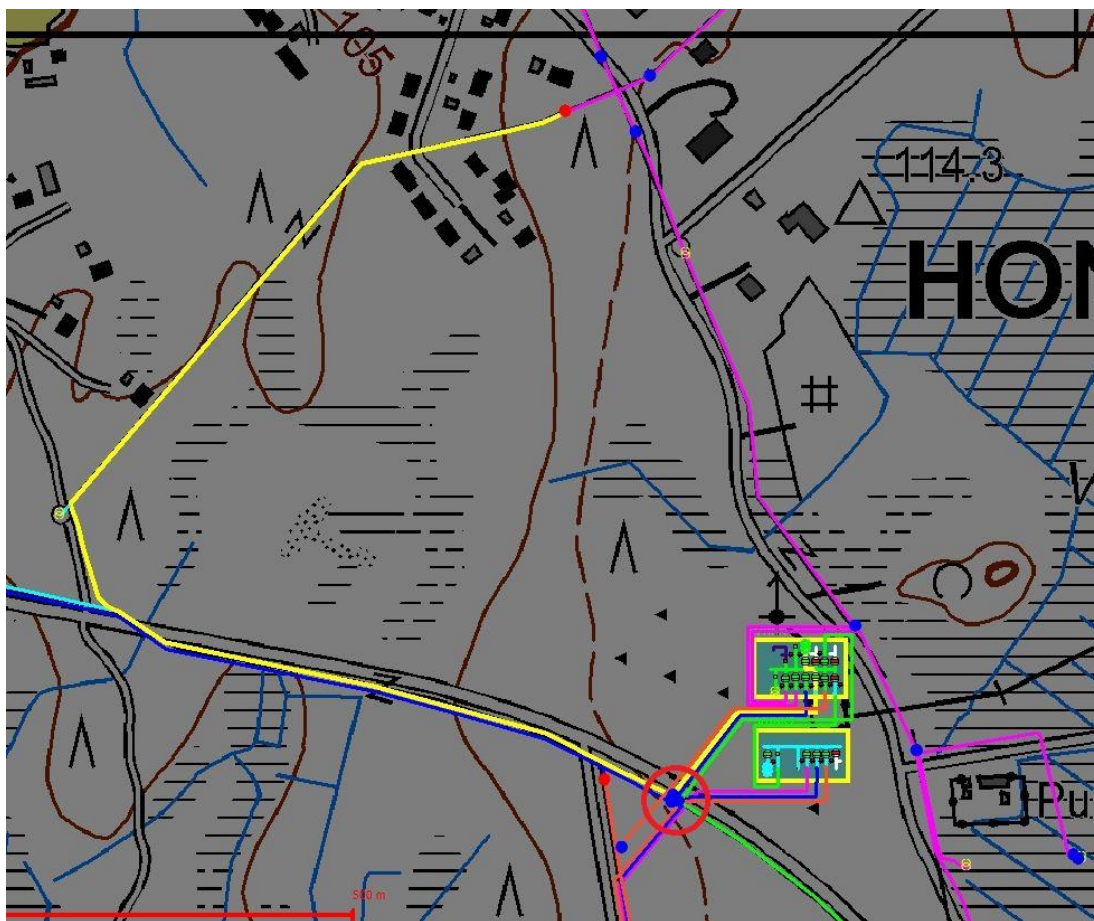
Taulukossa 3 on arvioitu muutoksista aiheutuvia kustannuksia. Jälleenhankinta-arvoissa (JHA) on noudatettu Energiaviraston liitteen: ”Sähkön jakeluverkkotoiminta ja sähkön suurjännitteinen jakeluverkkotoiminta – Liite 2 Valvontamenetelmät” mukaisia arvoja. Maakaapeleiden yhteispituus 60 m on karkea arvio tarvittavasta määrästä, mutta muutamien metrien heitto ei vaikuta juurikaan merkittävästi kokonais hintaan.

Taulukko 3. Kustannusarvio varayhteyden 1. toteuttamiseksi.

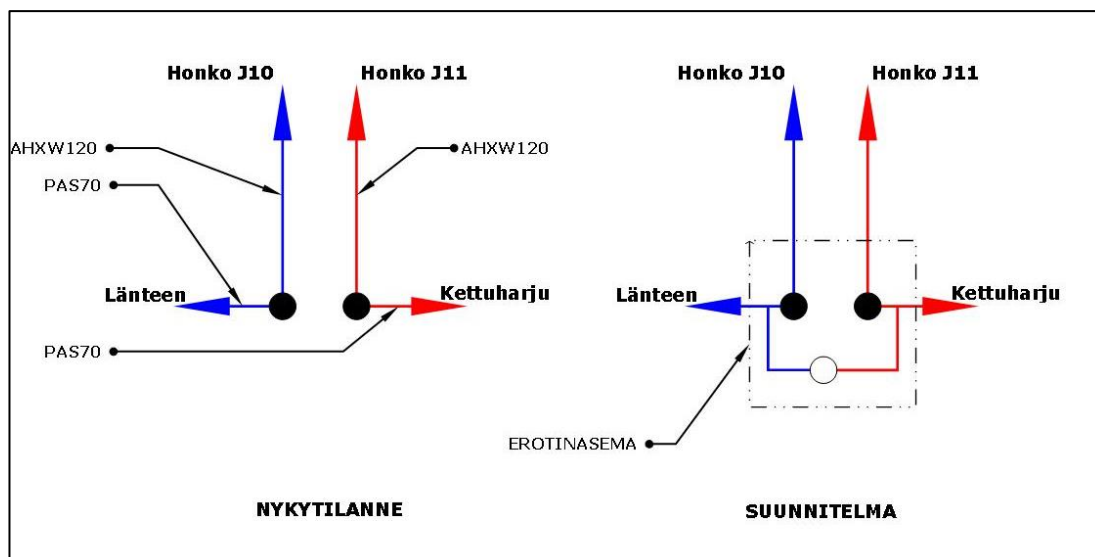
Tyyppi	JHA (€/Km/kpl)	Rakenn. (km/kpl)	Rakennushinta
Erotinasema	21 400 €	1	21 400,00 €
Kojeistopääte	1 100 €	4	4 400,00 €
Kaapelijatkos	1 700 €	4	6 800,00 €
Maakaapeli 120	29 600 €	0,06	1 776,00 €
Maakaapelioja (tav. Olosuhde	24 200 €	0,06	1 452,00 €
		Yhteensä	35 828,00 €

7.3.2 Karvian Kantin varayhteyden vaihtoehto nro. 2.

Varayhteys tuotaisiin Hongon aseman länsipuolelta normaalitilanteessa Honkajoen keskustan läntisiä alueita syöttävällä johdolla (kuvassa 19 keltaisella), joka on kytketty Hongon sähköaseman lähtöön J10. Johdon käyttämiseksi varayhteytenä täytyisi tehdä pieniä muutoksia, että varayhteys saataisiin alueelle ilman sen kulkua Hongon sähköaseman kojeiston kautta. Erottimelta VAT00244 olisi rakennettava yhteys erottimelle VAT00245, jotta sähköasema voitaisiin ohittaa (paikka ympyröity punaisella kuvassa 19). Erottimet ovat vain muutaman metrin päässä toisistaan, joten suuriin investointeihin ei tarvitsisi ryhtyä kytkennän muuttamiseksi. Kuvassa 20 näkyy muutos mahdollisen erotinaseman rakentamiseksi.



Kuva 19. Kuvassa keltaisella mahdollinen reitti varayhteydelle 2 (Verkkotietojärjestelmä DMS600WS)



Kuva 20. Vasemmalla nykyinen kytkentä ja oikealla suunnitelma

Taulukko 4. Kustannusarvio varayhteyden 2. toteuttamiseksi erotinasema ratkaisuna

Tyyppi	JHA (€/Km/kpl)	Rakenn. (km/kpl)	Rakennushinta
Erotinasema	21 400 €	1	21 400,00 €
Kojeistopääte	1 100 €	4	4 400,00 €
Kaapelijatkos	1 700 €	4	6 800,00 €
Maakaapeli 120	29 600 €	0,02	592,00 €
Maakaapelioja (tav. Olosuhde)	24 200 €	0,02	484,00 €
		Yhteensä	33 676,00 €

Taulukko 5. Kustannusarvio varayhteyden 2. toteuttamiseksi pylväsratkaisuna

Tyyppi	JHA (€/Km/kpl)	Rakenn. (km/kpl)	Rakennushinta
Johtoerotin, katkaisukammioi	6 100 €	1	6 100,00 €
Pylväspääte	2 200 €	2	4 400,00 €
		Yhteensä	10 500,00 €

7.4 Jännitealenema

Jännitteen suuruus ja sen vaihtelevuus ovat sähkön laadun kannalta merkittäviä tekijöitä. Jotkin laitteet eivät välttämättä toimi, tai niiden käyttöominaisuudet muuttuvat, jos jännitetaso laskee liian alas. Normaalitilanteessa jännitteen tulisi pysyä standardin SFS-EN 50160 mukaan $\pm 10\%$ sisällä nimellisjännitteestä U_n . Jännitealenema on johdon päiden jännitteiden itseisarvojen erotus, ja se saadaan laskettua likimääräisesti kaavalla 2 ja prosentteina kaavalla 3. (Elovaara & Haarla 2011, 438-439.)

Kaava 2. Jännitteenalenema voltteina

$$\begin{aligned}
 U_d &= \left| \underline{U}_1 \right| - \left| \underline{U}_2 \right| \\
 &\approx IR \cos \varphi + IX \sin \varphi \\
 &= I_p R + I_q X
 \end{aligned}$$

Kaava 3. Jännitteenalenema prosentteina

$$\begin{aligned}
 U'_h &= 100 * \sqrt{3} * (I_p R + I_q X) / U \\
 U'_h &= 100 * P / U^2 (R + X \tan \varphi)
 \end{aligned}$$

Jännitteenalenema on varayhteysien kannalta erittäin oleellinen tekijä, sillä pitkät siirtoetäisyydet ja suuret kuormat aiheuttavat huomattavaa jännitteenalenemaa. (Lakervi & Partanen 2008, 38-39)

7.5 Simulointi

Lähtötilanteessa alueen yhteisteho laskettuna sähköasemalähdöiltä oli 3005 kW, 3538 kW ja 1888 kW eli yhteensä 8431 kW

Vatajan varayhteyttä simuloitaessa lähdön teho oli 654 kW ja jännite johdon loppupäässä 20,4 kV ennen kytkentöjen suorittamista. Poistamalla Hongon sähköasema käytöstä ja sulkemalla erottimet VAT00255, VMARQ227 ja Vaihtamalla kasvihuoneilta muuntamot VAT2105-1 ja VAT2105-2 myös tälle lähdölle saadaan Kettuharjun alueen tehontarpeesta tyydytettyä 2756 kW jännitteen ollessa johdon loppupäässä 18,84 kV. Tehonrajoitusten ollessa käytössä tarvittava teho putoaa 2756 kW:sta 780 kW + 645 kW, joka tarkoittaa, että korvattava teho putoaa 1331 kW:iin ja jännite nousee noin 19,2 kV:iin

Santaskylän varayhteyttä simuloitaessa lähdön teho oli 447 kW ja jännite johdon loppupäässä 20,47 kV ennen kytkentöjen suorittamista. Sulkemalla erottimet VTAPQ234 ja VAT00249 sekä avaamalla erottimet VAT00250 ja VAT00253 saa-

daan alueen tehoista korvattua 3102 kW jännitteen ollessa 19,23 kV Tehonrajoitusten ollessa käytössä tarvittava teho putoaa 3102 kW:sta 761 kW + 782 kW, joka tarkoittaa, että korvattava teho putoaa 1613 kW:iin ja jännite nousee 19,6 kV:iin.

Hongon varayhteyttä simuloitaessa lähdön teho oli 152 kW ja jännite johdon loppupäässä 20,48 kV ennen kytkentöjen suorittamista. Sulkemalla erottimet VLNIQ202, VAT00215 ja kierrättämällä simulointitilanteessa Hongon sähköaseman lähdön J10 kautta varayhteys lähdölle J11 saadaan testattua edellä laskettua varayhteysvaihtoehtoa 2. Myös Honkajoki Oy:llä sijaitsevalta erotinasemalta täytyy sulkea erotin VAT00263. Lähdölle tulee kuormaksi alueelta 2017 kW jännitteen ollessa johdon loppupäässä 19,76 kV.

Näillä muutoksilla saatiin korvattua alueen tehontarve rajoitusten kanssa jännitteen ollessa pienimmillään 19,2 kV.

8 PÄÄTELMÄT

Talvella lämpötilan ollessa pakkasella voi teho ennen sähkökatkoa olla jopa 11 MW (korkein mitattu teho vuonna 2016 on ollut 10888,15 MW). Tällöin on riskinä hyvinkin suuret taloudelliset tappiot kasvihuoneyrityksille, jos kasvihuoneiden lämpötila pääsee putoamaan lähelle nollaa astetta.

KKK-Vihannes Oy:n huipputeho on n. 3,5 MW, mutta se voidaan hätätilanteessa rajoittaa käyttämään vain yhtä muuntamoita, joka on välttämätön lämmönsaannin kannalta. KKK-Vihannes Oy:n muuntamoilta saadaan alennettua huipputehoa yhteensä n. 2,5 MW eli kuormaksi jää vain n. 1 MW

Hevi-Kolmio Oy:n ja Honkatarhat Oy:n yhteinen huipputeho talvisaikaan on n. 5 MW. Teho pystytään pudottamaan n. kahteen kolmannekseen, mikä pystytään toteut-

tamaan pudottamalla Hevi-Kolmio Oy:n kasvihuoneet puolivaloille. Huipputehoksi muodostuisi tällöin 3,5 MW

Alueen yhteistehontarve pahimmassa mahdollisessa kuormitustilanteessa talvella on enimmillään 11 MW. Se saadaan tehonrajoituksilla pudotettua 7 MW:iin, joka tarkoittaa 36% tehon alennusta. Se saadaan korvattua kolmella varayhteydellä, joiden yhteenlaskettu teho enimmillään on noin 9 MW.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tuloksena saatiin selvitettyä tehontarve Kettuharjun teollisuusalueella eri vuodenaikoina ja selvitettyä miten nykyisellään alueelle saadaan varayhteydet muodostettua vikatilanteessa. Työstä selviää myös tärkeät erottimet ja katkaisijat varayhteyksien toimintakuntoon saattamiseksi.

Karvian Kantin varayhteyden muuttamisesta käyttökelpoiseksi kaikkia vikatilanteita varten on myös tehty laskelmat omassa osiossaan, jossa annetaan varayhteyden toteuttamiselle kolme vaihtoehtoa.

Alueen suurimpien sähkökäyttäjien kanssa on keskusteltu tehonrajoituksista vikatilanteissa ja he suhtautuivat myönteisesti työn tarkoitukseen. Rajoituksilla saavutetaan enimmillään jopa 30% tehon lasku, joka riittää, että alueen sähkönjakelu voi jatkua.

Työn suoritus itsessään oli hyvä kokemus oppia käyttämään ABB:n tarjoamaa DMS600 verkkotietojärjestelmää sekä syventää osaamista sähkönjakeluverkon toiminnasta.

Suuri kiitos kuuluu Vatajankosken Sähkölle, joka tarjoutui teettämään opinnäytetyön tästä aiheesta.

LÄHTEET

Energiaviraston www-sivut. Viitattu 02.04.2017 <https://www.energiavirasto.fi/home>

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot I. Tallinna: Raamatutrukikoda

Lakervi, E. & Partanen, J. 2009. Sähkönjakelutekniikka. 2. painos. Helsinki: Haka-paino

Honkajoki Oy:n www-sivut. Viitattu 19.12.2016. <http://www.honkajokioy.fi/>

Lihajaloste Korpela Oy:n www-sivut. Viitattu 22.03.2017. <http://www.korpela.fi/>

Vatajankosken Sähkön www-sivut. Viitattu 28.10.2016. <https://www.vatajankoski.fi/>

VihreäKeijun www-sivut. Viitattu 15.12.2016 <http://www.vihreakeiju.fi/>

