

Teemu Esko

SÄHKÖNJAKELUVERKON MALLINTAMINEN ABB OPEN++
INTEGRA VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄÄN

Sähkötekniikan koulutusohjelma
2012

SÄHKÖNJAKELUVERKON MALLINTAMINEN ABB OPEN++ INTEGRA VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄÄN

Esko, Teemu
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Elokuu 2012
Ohjaaja: Nieminen, Esko
Sivumäärä: 37
Liitteitä: 8

Asiasanat: sähköverkot, mallintaminen, muuntamot

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli mallintaa Hiirikosken Energia Oy:n pienjänniteverkko ABB Open++ Integra verkkotietojärjestelmään. Hiirikosken Energia Oy:n jakeluverkko sijaitsee Pohjanmaalla Vähänkyrön, Laihian ja Isonkyrön kuntien alueella ja se käsittää pääasiassa pienjännite ja keskijänniteverkkoa. Karttapohjina toimivat vanhat paperikartat sekä MapInfo ohjelmalla piirretyt kartat. Pienjänniteverkon kartoittaminen maastosta käsin oli suuressa roolissa, koska vanhat karttapohjat eivät olleet enää todenmukaisia.

ELECTRICITY DISTRIBUTION GRID MODELING TO ABB OPEN++ INTEGRA NETWORK INFORMATION SYSTEM

Esko, Teemu

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

August 2012

Supervisor: Nieminen, Esko

Number of pages: 37

Appendices: 8

Keywords: electric grids, modeling, substations

The purpose of this thesis was to model Hiirikosken Energia Ltd.'s low voltage grid to ABB Open++ Integra network information system. Distribution grid locates in areas of Vähäkyrö, Laihia and Isokyrö communities in Ostrobothnia Finland and it principally consists of low voltage and medium voltage grids. Basis for this thesis were old paper maps, and maps which are made with MapInfo computer software. Examining low voltage grids in terrain was a big part of the job because the old maps were no longer accurate.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Opinnäytetyön kuvaus	5
1.2	Yritysesittely	6
2	VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄT	6
2.1	Historia.....	6
2.2	Nykypäivä.....	7
2.3	ABB Open++ integra	7
3	SUOMEN SÄHKÖNJAKELUVERKKO.....	9
4	HIIRIKOSKEN ENERGIA OY:N SÄHKÖNJAKELUVERKON NYKYTILA.....	11
4.1	Hiirikosken Energia Oy:n sähköasemat.....	11
4.2	Hiirikosken Energia Oy:n muuntamot	13
5	VIKATILANTEET SÄHKÖVERKOSSA	13
5.1	Erilaiset vikatyypit	13
5.2	Oikosulkuvirran tarkastelu.....	14
6	SÄHKÖVERKON PERUSKOMPONENTIT	15
6.1	Yleisimmät pienjänniteverkossa käytössä olevat johdinlajit	15
6.2	Sähköasemat	15
6.3	Muuntamot.....	16
6.3.1	Pylväsmuuntamot	17
6.3.2	Puistomuuntamot.....	18
6.4	Jakokeskukset	18
7	JAKELUVERKON MALLINTAMINEN	20
7.1	Aiemmin käytössä olleet kartat.....	20
7.2	Symbolit.....	20
7.3	Sähköaseman mallintaminen	21
7.3.1	Suojareleistys	22
7.4	Muuntamon mallintaminen.....	26
7.4.1	Pylväsvarokkeet.....	28
7.5	Jakokaapin mallintaminen	30
7.6	Muuntopiiri mallinnettuna	31
7.7	Rivi-, kerros-, ja paritalot.....	33
8	LOPPUSANAT	35
9	KIITOKSET	36
	LÄHTEET.....	37
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön kuvaus

Opinnäytetyöni pääpaino on pienjänniteverkon mallintamisessa ABB Open++ Integra verkkotietojärjestelmään, koska 20kV keskijänniteverkko on mallinnettu jo aiemmin. Esittelen myös Suomen sähkönjakeluverkon rakennetta ja komponentteja yleisellä tasolla, jotta lukija saisi paremman käsityksen opinnäytetyöstäni. Fingridin hallinnoiman 110kV, 220kV ja 400kV kantaverkon mallintamista en käsittele lainkaan.

Taulukossa numero yksi on selitettynä opinnäytetyössä esiintyvät termit ja symbolit.

Taulukko 1. Opinnäytetyössä esiintyvät termit ja symbolit.

Suure	Yksikön tunnus	Yksikön nimi	Selitys
	km	Kilometri	1000m
	k	Kilo	Tuhat
	M	Mega	Miljoona
	G	Giga	Miljardi
U	V	Voltti	Jännite
I	A	Ampeeri	Virta
P	W	Watti	Pätöteho
S	VA	Volttiampeeri	Näennäisteho
Q	Var	Vari	Loisteho

1.2 Yritysesittely

Hiirikosken Energia Oy on Vähänkyrön kunnan omistama yhtiö, joka toimii pääasiassa Vähänkyrön kunnan alueella. Verkkoalueeseen kuuluu myös osia Isonkyrön ja Laihian kuntien alueelta. Yhtiön edeltäjä, Vähänkyrön kunnan sähkölaitos, perustettiin 10.9.1921 huolehtimaan alueen sähkön tuotannosta ja jakelusta. Hiirikosken Energia Oy ja Vähänkyrön kunta ovat omistajina EPV Energia Oy:ssä.

Yhtiö siirtää sähköä omalla verkkoalueellaan sekä myy sähköä omalla verkkoalueellaan, muiden verkkoyhtiöiden alueille ja sähköpörssiin. Sähkönhankintaa on noin 100GWh vuodessa, alueen sähkönkulutuksen ollessa 42GWh vuodessa. Yhtiöllä on oma vuonna 1921 rakennettu nimellishuipputeholtaan 400kW vesivoimala Kyrönjoessa Hiirikoskessa. Yhtiössä työskentelee 11 henkilöä, joista viisi linja- ja sisäasentajina ja kuusi toimihenkilöinä.

2 VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄT

2.1 Historia

Automaattista tietojenkäsittelyä ruvettiin käyttämään sähkönjakeluverkkojen tietojen hallintatehtävissä jo 1960-luvulla. Aluksi kohteena olivat erilaiset laiterekisterit. Kun tietoja täydennettiin verkon topologiaa (johto-osien kytkeytyminen toisiinsa) kuvaavilla tiedoilla ja luotiin linkki laskutustietoihin, voitiin suorittaa tehonjako- ja oikosulkuvirtalaskelmia. Näin olivat syntyneet ensimmäiset yhteistä tietokantaa käyttävät verkkotietojärjestelmät. Kyseessä olivat ns. alfanumeeriset järjestelmät, jotka eivät vielä sisältäneet verkkokarttatietoja. Laskenta tehtiin tavallisesti eräajona kerran tai pari kertaa vuodessa atk-palvelukeskuksessa. Nykyiset järjestelmät ovat graafisia tietokantaperustaisia verkkotietojärjestelmiä (engl. AM/FM-GIS, automated mapping/facilities management – graphic information system). Niiden tyypillisiä ominaisuuksia ovat:

- Käyttöliittymä on karttapohjainen.
- Kohteiden ominaisuustietoja voidaan kysellä osoittamalla niitä kursoreilla.
- Tuloksia voidaan liittää verkkokuvaan. /4/ (Lakervi & Partanen 2007, 265)

2.2 Nykypäivä

Nykypäivänä sähköyhtiöt käyttävät, tai ovat siirtymässä käyttämään, tietokonepohjaisia verkkotietojärjestelmiä yhä enenevässä määrin. Tietokonepohjaisten verkkotietojärjestelmien etuina karttapohjaisiin kuviin verrattuna ovat muun muassa helppo muokattavuus, selkeys, automaattiset laskennat, sekä mahdolliset konfigurointimahdollisuudet muiden verkko-ohjelmistojen kanssa (mm. MicroSCADA).

Hiirikosken Energia Oy on parhaillaan ottamassa käyttöön ABB Open++ Integra verkkotietojärjestelmää, johon mallinnetaan koko yhtiön omistuksessa oleva sähköjakeluverkko pienjänniteverkosta keskijänniteverkkoon. Tietokonepohjaiseen järjestelmään siirryttäessä päästään eroon heikkolaatuisista paperiversioista ja saadaan osittain erittäin vanhat karttakuvat päivitettyä ajan tasalle. Hiirikosken Energia Oy päivittää ja kunnostaa jakeluverkkooaan jatkuvasti, joten on todella tärkeää, että yhtiöllä on käytettävissään nykyhetkeä vastaavat dokumentit. Verkkotietojärjestelmään päivitetään sähköverkkoon tehdyt muutokset ja lisäykset lähes reaaliaikaisesti, minkä ansiosta jakeluverkosta on jatkuvasti saatavilla reaaliaikainen mallinnus.

2.3 ABB Open++ integra

ABB Open++ Integra on DMS 600 (entinen ABB Open++) tuoteperheeseen kuuluva verkkotietojärjestelmä. Tuoteperhe on kehitetty sähköjakeluverkon tiedonhallinnan, suunnittelun ja käyttötoiminnan tueksi. Kaikki tuoteperheen ohjelmistot toimivat Windows ympäristössä.

Hiirikosken Energia Oy on ottamassa käyttöön sähköverkkojen mallintamiseen suunniteltua ABB Open++ Integraa. Karttapohjana toimivat ne osat Vähänkyrön, Isonkyrön ja Laihian kuntien alueista, joissa yhtiön omistamaa verkkoa sijaitsee.

ABB Open++ Integran toimii yhteistyössä MS Access tietokantaohjelman kanssa. Accessissa voi tehdä erilaisia kyselyitä, joiden perusteella ohjelma hakee automaattisesti tietoa Integrasta. Tietokannat voivat sisältää periaatteessa mitä tahansa tietoa sähköverkkoihin liittyen, muun muassa laskentatietoja, kuluttajapisteitä ja osoitteita. Järjestelmä on mahdollista konfiguroida myös muiden tuoteperheeseen kuuluvien ohjelmistojen kanssa, jolloin käyttäjä saa tarvitsemansa ominaisuudet käyttöönsä. Sähköverkon piirtämisen lisäksi Integralla pystyy tekemään erilaisia laskentalistauksia, kuten tehonjako-, oikosulku-, ja maasulkulaskentalistauksia. Liitteellä 6 on kopio tehonjakolistauksesta, liitteellä 7 oikosulkulaskentalistauksesta sekä liitteellä 8 maasulkulaskentalistauksesta. Kaikki listaukset on tehty Torkkolan sähköasemalta Vähstäkyröstä.

3 SUOMEN SÄHKÖNJAKELUVERKKO

Suomen sähköjakelujärjestelmä voidaan jakaa karkeasti kahteen osaan: sähköjakeluun ja sähkön kuluttajiin. Sähköjakelu koostuu neljästä eri osasta: voimalaitoksista, kantaverkosta, alueverkoista sekä jakeluverkoista. Suomen sähköjakeluverkko toimii yhdessä yhteispohjoismaisen sähköjärjestelmän kanssa, johon kuuluu Suomen lisäksi Norja, Ruotsi ja Itä-Tanska. Edellä mainitun lisäksi Virosta ja Venäjältä on Suomeen tasasähköyhteys, jolla erilaiset järjestelmät voidaan yhdistää. Yhteispohjoismaainen järjestelmä on myös yhdistetty tasasähköyhteydellä Keski-Euroopan järjestelmään.

Sähkön siirrossa käytetään tilanteen mukaan mahdollisimman korkeaa siirtojännitettä. Kun siirrettävät tehot ovat suuria ja siirtoyhteydet pitkiä, korkeampi siirtojännite alentaa virtaa, minkä ansiosta häviöt ovat pienemmät.

Fingridin hallinnoimaan kantaverkkoon kuuluu noin:

- 106 sähköasemaa
- 7500km 110 kV voimajohtoja
- 2350km 220 kV voimajohtoja
- 4100km 400 kV voimajohtoja

Voimajohtot ovat pääasiassa avojohtoja. Linjan jännitetasosta riippuen käytetään eri standardit täyttävää linjarakennetta. Voimajohtoja asennetaan myös maahan, mutta kustannus- ja rakennusteknisten syiden takia niiden rakentaminen on hyvin vähäistä avolinjarakentamiseen verrattuna.

Sähköasemat ovat ulkotilaan rakennettuja aidattuja kenttiä, joissa on kytkinlaitos (katkaisijat, johtolähdöt), muuntaja, muuntajaerottimet sekä mahdollisia muita laitteita, kuten maasulun sammutuslaitteisto. Jos sähköasemalle varattu tila on hyvin pieni, voidaan käyttää kaasueristettyjä kytkinlaitoksia, joissa jännitteiset osat on sijoitettu paineistetun eristekaasutäyteen metallirakenteen sisään.

Alueverkot liittyvät kantaverkkoon 110 kV jännitteen johdolla. Jakeluverkot liitetään kantaverkkoon tavallisesti alueverkon kautta. Jakeluverkoissa, kuten Hiirikosken Energian jakeluverkko, käytetään 0,4kV – 110kV jännitteitä. Hiirikosken Energia Oy:n omistuksessa on 110kV verkkoa 1,5 km, 20kV keskijänniteverkkoa 153km ja 0,4kV pienjänniteverkkoa 378km.

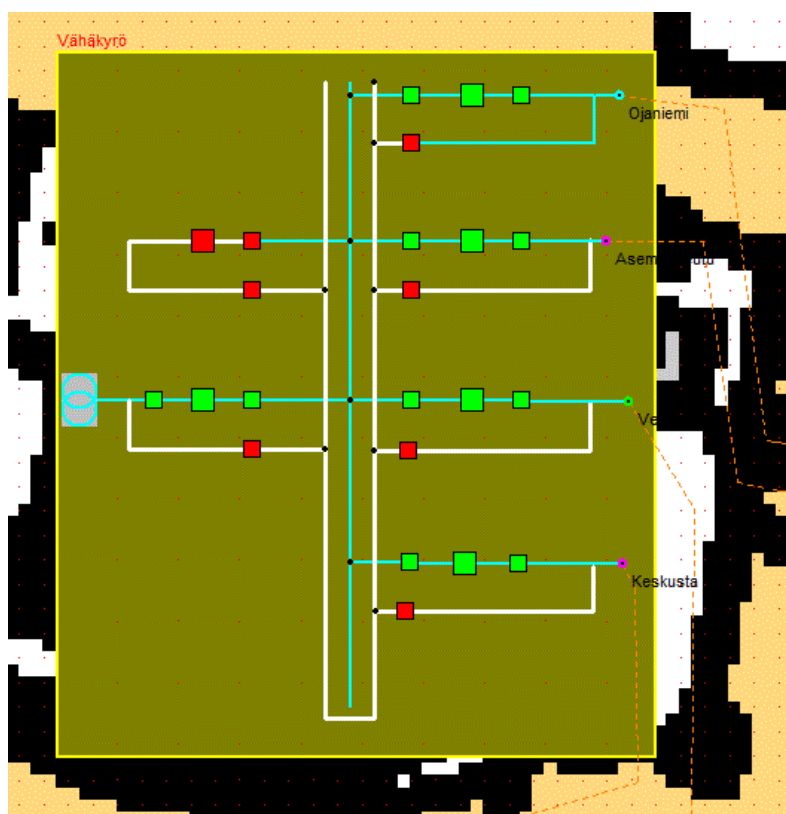
Kuluttaja voi tehontarpeesta riippuen liittyä joko jakeluverkkoon, alueverkkoon tai kantaverkkoon. Kotitaloudet liittyvät yleisesti jakeluverkkoon, jossa vaiheen ja nollan välinen vaihejännite on 230V ja vaiheiden välinen pääjännite 400V. Suuremman tehontarpeen omaava kuluttaja (esim. metallipaja tai kauppa) voi liittyä myös muihin verkkotasoihin. Hiirikosken Energia Oy liittyy omalla vesivoimalaitoksellaan 20kV jakeluverkkoon.

Vertailtaessa eri jänniteportaisia verkkoja keskenään on helppo löytää näissä varsin paljon samankaltaisuutta. Sekä (20kV tai 10kV:n) keskijännite- että (0,4kV:n) pienjänniteverkkoja käytetään tavallisesti säteittäisinä. Siten verkoissa on tavallisesti yksi syöttöpiste. Keskijänniteverkossa tämä yleensä on 110/20kV:n sähköasema ja pienjänniteverkossa 20/0,4kV:n jakelumuuntamo. Keskijänniteverkossa kuormitukset ovat jakelumuuntamoita tai keskijännitteelle suunniteltuja kulutuslaitteita ja pienjänniteverkossa pienjännitekulutuskojeita. Muuntopiirin jakoa vastaava keskijänniteverkkoon kohdistuva toimenpide on uuden 110/20kV:n sähköaseman rakentaminen. Yhtäläisyyksiä on helppo löytää lisää. Verkkojen yhtäläisyydet johtavat samankaltaisuuksiin esimerkiksi mitoitus- ja suojaamisperiaatteissa. /4/ (Lakervi & Partanen 2007, 158)

4 HIIRIKOSKEN ENERGIA OY:N SÄHKÖNJAKELUVERKON NYKYTILA

4.1 Hiirikosken Energia Oy:n sähköasemat

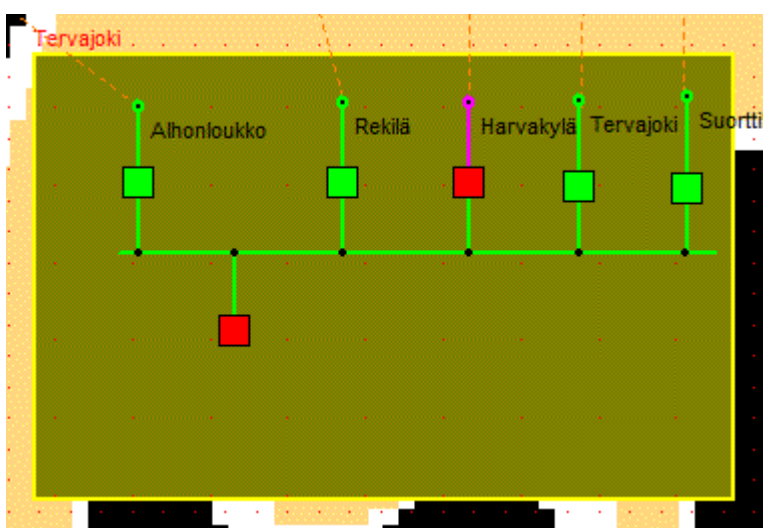
Hiirikosken Energia Oy:n verkossa on kaksi täydellistä sähköasemaa, Torkkolan (kuva 4.1.2) ja Vähänkyrön (kuva 4.1.1) sähköasemat. Sähköasemista Torkkolan asema syöttää Merikaarron ja Saarensivun aluetta ja Vähänkyrön asema Kirkonkylän ja Tervajoen aluetta. Vuonna 2011 Tervajoelle rakennettiin lisäksi toistaiseksi kyt-kinlaitoksena toimiva sähköasema (kuva 4.1.3). Asemalle tullaan tulevaisuudessa hankkimaan tarvittavat laitteistot, jotta asema voi toimia täydellisenä 110kV sähköasemana. Päämuuntaja ja pääkatkaisija tullaan siirtämään Vähänkyrön asemalta, minkä lisäksi hankitaan muut tarvittavat 110 kV laitteistot. Asema jakaa Tervajoen alueen sähköverkon lyhempiin johtolähtöihin ja siten se tulee todennäköisesti vähentämään asiakaskohtaisten vikojen määrää. // Sähköasemiin perehdytään tarkemmin kappaleessa 6.2.



Kuva 4.1.1 Vähänkyrön sähköasema



Kuva 4.1.2 Torkkolan sähköasema



Kuva 4.1.3 Tervajoen sähköasema (kytkinlaitos)

4.2 Hiirikosken Energia Oy:n muuntamot

Jakeluverkossa on 242 muuntamoita, joista 225 on pylväsmuuntamoita ja 17 puistomuuntamoita.

Hiirikosken Energia Oy:n jakeluverkko:

Keskijänniteverkkoa (km)	153
Keskijänniteverkon kaapelointiaste (%)	6,5
Pienjänniteverkkoa (km)	378
Pienjänniteverkon kaapelointiaste (%)	50,1
Jakelumuuntamot (kpl)	242
<ul style="list-style-type: none"> • Puistomuuntamot 17 kpl • Pylväsmuuntamot 225 kpl 	
Liittymien määrä (kpl)	3143

/2/

5 VIKATILANTEET SÄHKÖVERKOSSA

5.1 Erilaiset vikatyypit

- Kolmivaiheisessa sähköverkossa voi esiintyä monenlaisia vikatapauksia kuten oikosulkuja ja maasulkuja. Vikatapaukset voidaan jaotella seuraavalla tavalla:
- Symmetriset: Kolmivaiheinen oikosulku, Kolmivaiheinen vikavirta
- Epäsymmetriset: Kaksivaiheinen oikosulku, yksivaiheinen maasulku, kaksivaiheinen maasulku, sekä näiden erilaiset yhdistelmät. Yksi- tai kaksivaiheinen vikavirta.

Vikoja aiheuttavat ilmastolliset ylijännitteet, laitteiden toimintahäiriöt tai virhetoiminnot, inhimilliset erehdykset tai ylikuormitukset. Vika saattaa johtaa häiriöön, joka ilmenee sähköjakelun joko täydellisenä tai osittaisena katkeamisena.

/3/

5.2 Oikosulkuvirran tarkastelu

Eristysvian tai ulkoisen kosketuksen takia jakeluverkon virtapiiri voi sulkeutua suoraan, valokaaren tai muun vikaimpedanssin kautta. Oikosulku voi sattua kahden tai kolmen vaihejohtimen välille, ja sille on tyypillistä kuormitusvirtaa suurempi virta. Vika voi sattua myös vaihejohtimen ja maan välille. Verkon tähtipisteen maadoitustavasta riippuu, muodostuuko maasulussakin iso vikavirta. Viat voivat aiheuttaa henkilövahinkoja, johtojen ja laitteiden liiallista kuumentumista sekä häiriöitä ja keskeytyksiä sähköjakeluun. Vioittunut virtapiirin osa kytketään irti sähkönsyötöstä rele- tai sulakesuojauksen avulla. /4/ (Lakervi & Partanen 2007, 29)

Oikosulkuvirta on hyvin oleellinen suure sähköjakeluverkossa siitä syystä, että sen avulla voidaan selvittää vikapaikan sijainti jakeluverkossa. Näin ollen on ensiarvoisen tärkeää, että kaikki verkkotietojärjestelmään asetellut relearvot ja johtimien poikkipinnat vastaavat todellisuutta.

6 SÄHKÖVERKON PERUSKOMPONENTIT

6.1 Yleisimmät pienjänniteverkossa käytössä olevat johdinlajit

AMKA = Riippukierrehohdin, jossa vaihe/vaiheet on kierretty nollajohtimena toimivan alumiinisen kannatinköyden ympärille.

AMCMK = Maakaapeli, jossa on kolme alumiinista vaihejohtinta sekä kuparinen konsentrinen nollajohdin.

AXMK = Maakaapeli, jossa kaikki johtimet ovat alumiinia.

MCMK = Maakaapeli, jossa kaikki johtimet ovat kuparia.

SW = Pienjänniteverkossa käytetty avojohto.

Liitteenä olevassa (LIITE1) Pj- johdinlajit taulukossa on tarkemmin lajiteltuna käytössä olevat johtimet sekä niiden sähköiset arvot.

6.2 Sähköasemat

Keskijänniteverkkoa syöttävällä sähköasemalla muunnetaan suurempi – usein 110kV:n - jännite yleensä 20kV:n tasolle. Sähköasema on sähköjakeluverkon tärkein yksittäinen rakenneosia. Sen sijainti ja koko määrittelevät suurelta osin keskijänniterunkojohdon pituudet, mitoitus ja pitkälle varayhteydetkin. Sähköasema toimii verkon monipuolisena jakelukeskuksena, jossa sijaitsee mm. pääosa verkon suoja- ja leistyksistä ja muusta automaatiosta. Sähkötoimituksen laadun ylläpito ja parantaminen ovat keskeisiä syitä uuden sähköaseman rakentamiselle.

Sähköasema koostuu suurjännitekytkinlaitoksesta, yhdestä tai useammasta päämuuntajasta, keskijännitekytkinlaitoksesta ja apujännitejärjestelmästä käytöntukitoimintoihin. Haja-asutusalueella käytetään perinteisiä ilmaeristeisiä kytkinlaitoksia. Taajamissa joko suur- tai keskijännitekytkinlaitos tai molemmat ovat usein tilansäästö- ja ulkonäkösyistä SF6- kaasueristeisiä. /4/ (Lakervi & Partanen 2007, 119)

6.3 Muuntamot

Muuntamossa jännite muunnetaan kuluttajalle sopivaksi. Yleisimmin pienjänniteverkossa jännite muunnetaan 20kV tasosta 0,4kV:iin. Suomessa on käytössä karkeasti jaettuna kahden tyyppisiä muuntamoita, pylväsmuuntamoita ja puistomuuntamoita. Edellä olevassa kappaleessa on eritelty Hiirikosken Energia Oy:n omistamat muuntamot.

Tapauksesta riippuen kulutuspaikkaan voidaan liittyä muuntamolta yhdellä tai kolmella vaiheella. Nykyään lähes poikkeuksetta liitytään kolmella vaiheella suurien tehontarpeiden vuoksi, mutta ennen oli hyvinkin yleistä että liityttiin ainoastaan yhdellä vaiheella. Vanhoissa omakotitaloissa, joissa ei tarvita kolmivaihejärjestelmää ja tehontarve on pieni, on yleisesti käytetty yhden vaiheen kuluttajaliittymää.

6.3.1 Pylväsmuuntamot



Kuva 6.3.1.1 Housulanmäen pylväsmuuntamo.

Ylivoimaisesti suurin osa Hiirikosken Energia Oy:n muuntamoista on pylväsmuuntamo tyyppisiä. Yllä olevassa kuvassa (kuva 6.3.1.1) on Housulanmäen pylväsmuuntamo Vähänkyrön keskustassa. Muuntajan kannelle tulee syöttö 20kV avojohdosta. Kannelta lähtee myös alastulo muuntajan toisiokäämiltä pylväsvaroille, joista sähkö siirtyy edelleen 0,4kV jännitteellä kuluttajille. Tilanteesta riippuen linja jatkuu muuntamolta kuluttajalle ilmajohtolla tai maakaapelilla.

6.3.2 Puistomuuntamot

Kuvassa 6.3.2.1 on Finncrownin puistomuuntamo Vähänkyrön Porinmäellä. Muuntamosta on syötöt Vanhalle Iittalan tehtaalle, nykyiselle Laine- tuotannolle.



Kuva 6.3.2.1 Finncrownin puistomuuntamo

Puistomuuntamot ovat hyvin yleisiä suurissa taajamissa, kaupungeissa ja uudisrakennusalueilla. Puistomuuntamoon liitytään maakaapelilla ilmajohdon sijaan. Tämän tyyppisen muuntamon etuna on se, että jännitteiset osat ovat hyvin piilossa, eivätkä asiattomat pääse helposti käsiksi muuntajaan. Huonoina puolina mainittakoon kallis hinta ja herkkyys ulkoiselle ilkeivallalle. Muuntamoita on olemassa hyvin erikokoisia ja kotelointi voi olla tehty monista eri materiaaleista, kuten tiilistä tai peltilevystä.

6.4 Jakokeskukset

Puistomuuntamolta tulee tavallisesti syöttö jakokaapille, josta siirrytään edelleen kuluttajalle. Yleisimpiä jakokeskustyyppisiä Hiirikosken Energialla on ABB:n valmistamat CDC 420 ja CDC 440 jakokaapit sekä Strömbergin vanhemman malliset MJK

kaapit. Jakokeskuksessa syöttö muuntajalta yhdistyy kiskoon, joka on kytketty jono-
varokkeisiin. Jonovarokkeilta jatketaan syöttöä kuluttajalle. Taajamissa yhdestä läh-
döstä viedään usein sähkö kahdelle kuluttajalle. Kuvassa 6.4.1 on ABB:n valmistama
CDC 420 jakokaappi.



Kuva 6.4.1 ABB CDC 420

7 JAKELUVERKON MALLINTAMINEN

7.1 Aiemmin käytössä olleet kartat

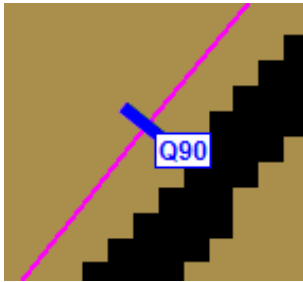
Ennen verkkotietojärjestelmään siirtymistä Hiirikosken Energia Oy:llä on ollut käytössään normaalit karttapohjat, joihin on piirretty päälle johtimet; ilmajohdot yhteisellä ja maakaapelit katkonaisella viivalla. Vuodesta 2006 vuoteen 2011 oli käytössä myös MapInfo Professional karttaohjelma. Karttaohjelmasta tulostetut kartat ovat jo paljon selvempiä kuin vanhimmat kartat, mutta ohjelmaa ei kuitenkaan ollut tehty sähköverkon mallintamiseen, joten se ei laskenut sähköisiä arvoja. Liitteellä 2 on kopio MapInfosta tulostetusta kartasta sekä liitteellä 3 kopio vanhimmista kartoista. Kuten kuvista näkyy, kartat ovat osittain todella heikkolaatuisia. LIITE 4 on Integrasta tulostettu valmis karttakuva.

7.2 Symbolit

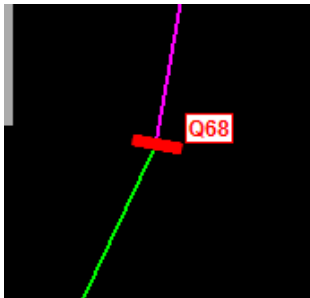
Pienjänniteverkon mallintamisessa käytetty symbolimäärä on vähäinen, mutta symboleja on tiuhaan aseteltuna. Tästä syystä symbolien tulee olla selviä ja helposti erotettavissa toisistaan. Keskijännite- ja pienjännitepuolella ilmajohdot on piirretty yhteisellä ja maakaapelit katkonaisella viivalla, jonka lisäksi ne voidaan tunnistaa johtimen vieressä olevasta johdintunnuksesta sekä johtimen laitekortista. Alla on esitelty muutama järjestelmässä esiintyvä symboli.



Kuva 7.2.1 Muuntamon piirrosmerkki



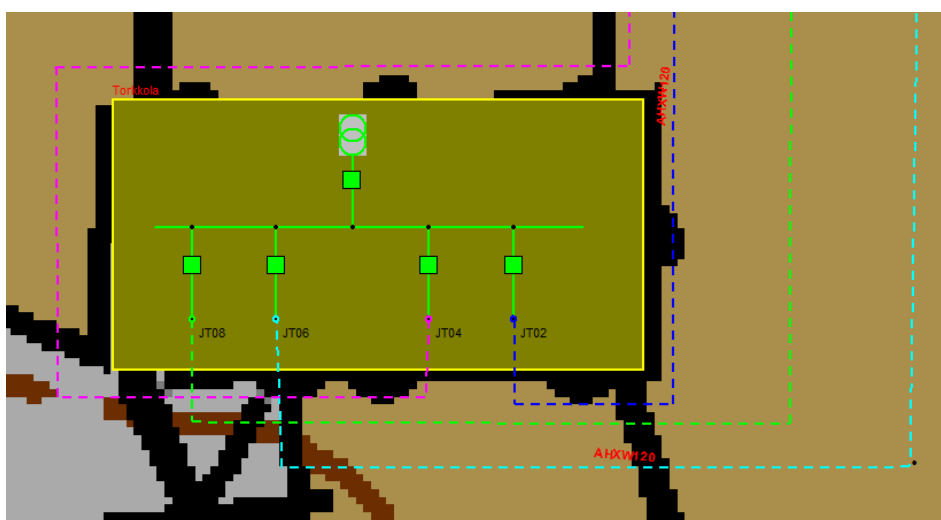
Kuva 7.2.2 Kiinni olevan erottimen piirrosmerkki



Kuva 7.2.3 Auki olevan erottimen piirrosmerkki

7.3 Sähköaseman mallintaminen

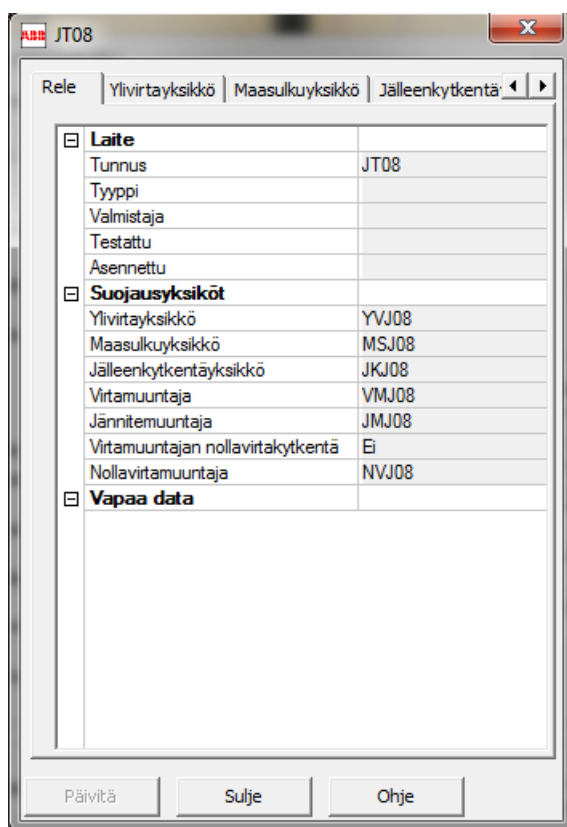
Sähköasemaan mallinnetaan päämuuntaja, johtolähdöt, suojareleistys ja katkaisijat. Kuvassa 7.3.1 on Torkkolan sähköasema, joka sijaitsee Vähänkyrön Merikaarrossa. Sähköasemalla on neljä johtolähtöä, JT08 Järvenkylä, JT06 Tapoila, JT04 Merikaar- to ja JT02 Kolkki.



Kuva 7.3.1 Torkkolan sähköasema

7.3.1 Suojareleistys

Suojareleistys on hyvin oleellinen asia sähköaseman katkaisijoita mallinnettaessa. Reletietoihin asetellaan releissä olevat moduulit sekä niihin halutut arvot. Kuva 7.3.1.1 on kaapattu Torkkolan sähköaseman JT08 katkaisijan releasetteluista. Sähköasemalla olevissa releissä on ylivirtayksikkö (7.3.1.2), maasulkukyksikkö (7.3.1.3), jälleenkytkentäyksikkö (7.3.1.4), virtamuuntaja (7.3.1.5), jännitemuuntaja (7.3.1.6) sekä nollavirtamuuntaja (7.3.1.7).



Kuva 7.3.1.1

ABB JT08

Rele Ylivirtayksikkö Maasulkuyksikkö Jälleenkytkentä

Laite	
Tunnus	YVJ08
Tyyppi	SPAC531C3
Valmistaja	
Testattu	
Asennettu	
Porras 1	
Toimintatapa	Constant time
Asetus arvo (x In)	0.53
Toiminta-aika (s)	0.50
Pienin toiminta-aika (s)	0.00
Suurin toiminta-aika (s)	100.00
Toimintasuunta	Suuntaamaton
Porras 2	
Toimintatapa	Constant time
Asetus arvo (x In)	2.60
Toiminta-aika (s)	0.15
Pienin toiminta-aika (s)	0.00
Suurin toiminta-aika (s)	100.00
Toimintasuunta	Suuntaamaton
Vapaa data	

Päivitä Sulje Ohje

Kuva 7.3.1.2

ABB JT08

Rele Ylivirtayksikkö Maasulkuyksikkö Jälleenkytkentä

Laite	
Tunnus	MSJ08
Tyyppi	
Valmistaja	
Testattu	
Asennettu	
Suojan tyyppi	
Mekaaninen vai elektroninen	E
Porras 1	
Toimintatapa	Constant time
U0 (V)	20.40
I0 (A)	0.01
Toiminta-aika (s)	1.04
Suuntakulma (°)	0.00
Toiminta-alue (°)	90.00
Laukaiseva	Kyllä
Toimintasuunta	Myötä
Vapaa data	

Päivitä Sulje Ohje

Kuva 7.3.1.3

ABB JT08

Jälleenkytkentäyksikkö | Virtamuuntaja | Jännitemuuntaja

Laite	
Tunnus	JKJ08
Tyyppi	
Valmistaja	
Testattu	
Asennettu	
Jälleenkytkentäyksikkö	
PJK:n jännitteeton aika (s)	0.500000
AJK:n jännitteeton aika (s)	60.000000
PJK lukumäärä	1
AJK lukumäärä	1
Jälleenkytkentä 1	
Toiminta alkaa suojan laukeamis	Ei
Toimintaviive (s)	0.500000
Jälleenkytkentä 2	
Toiminta alkaa suojan laukeamis	Ei
Toimintaviive (s)	0.500000
Jälleenkytkentä 3	
Toiminta alkaa suojan laukeamis	Ei
Toimintaviive (s)	1.000000
Jälleenkytkentä 4	
Toiminta alkaa suojan laukeamis	Ei
Toimintaviive (s)	
Jälleenkytkentä 5	
Toiminta alkaa suojan laukeamis	
Toimintaviive (s)	

Päivitä Sulje Ohje

Kuva 7.3.1.4

ABB JT08

Jälleenkytkentäyksikkö | Virtamuuntaja | Jännitemuuntaja

Laite	
Tunnus	VMJ08
Tyyppi	
Valmistaja	
Testattu	
Asennettu	
Virtamuuntaja	
Tarkkuusrajakerroin	50
Mittarivamuuskeroin	1
Virtamuuntajan nollavirtakytkentä	Ei
Suojauskäämi	
I1 (A)	150
I2 (A)	5
Teminen oikosulkukestoisuus (k)	36.00
Dynaaminen oikosulkukestoisuus	180.00
Tarkkuusluokka	10P
Taakka (VA)	15
Mittauskäämi	
I1 (A)	150
I2 (A)	5
Teminen oikosulkukestoisuus (k)	36.00
Dynaaminen oikosulkukestoisuus	180.00
Tarkkuusluokka	0.5
Taakka (VA)	15

Päivitä Sulje Ohje

Kuva 7.3.1.5

ABB JT08

Virtamuuntaja | Jännitemuuntaja | Nollavirtamuuntaja

Laite	
Tunnus	JMJ08
Tyyppi	
Valmistaja	
Testattu	
Asennettu	
Suojauskäämi	
U1 (V)	11547
U2 (V)	100
Tarkkuusluokka	
Taakka (VA)	
Mittauskäämi	
U1 (V)	20000
U2 (V)	100
Tarkkuusluokka	0.2
Taakka (VA)	15
Vapaa data	

Päivitä | Sulje | Ohje

Kuva 7.3.1.6

ABB JT08

Virtamuuntaja | Jännitemuuntaja | Nollavirtamuuntaja

Laite	
Tunnus	NVJ08
Tyyppi	
Valmistaja	
Testattu	
Asennettu	
Nollavirtamuuntaja	
Tarkkuusrajakerroin	10
Suojauskäämi	
I1 (A)	100
I2 (A)	10
Teminen oikosulkukestoisuus (kA)	350.00
Dynaaminen oikosulkukestoisuus (I)	875.00
Tarkkuusluokka	10P
Taakka (VA)	
Vapaa data	

Päivitä | Sulje | Ohje

Kuva 7.3.1.7

LIITE 5 on Torkkolan aseman koestuspäiväkirja, johon on kirjattu relekoestuksen tulokset.

7.4 Muuntamon mallintaminen

Muuntaja piirretään muuntajatyypistä huolimatta aina samalla symbolilla. Muuntajan laitekorttiin asetellaan tiedot aina tyypistä, valmistajasta, tehosta ja asennuspäivästä lähtien. Kuvassa 7.4.1 on muuntopiirin 163. Rautamäki muuntamon laitekortti.

The screenshot shows a software window titled "Muuntamo" with a search bar and a "Hae" button. The form is organized into several sections:

- Identification:** Tunnus (163), Väliottokytkimen asento (0), Nimi (Rautamäki), Muuntaja 1, and buttons for "Sulje", "Päivitä", "Muuntajatiedot", and "Erotintiedot".
- Location (Sijaintitiedot):** Osoite, Kunta (VÄHÄKYRÖ), and Alue.
- Technical Data:** Rakenne (1-PYLVÄS), Tyyppi, Kiinnitys, Omistaja, and Tärkeysluokka.
- Operational Data:** Käyttöönotto, Muutos, Muutosyys, Tarkastusvu (0), and Tarkastaja.
- Measurement Data (Maadoitustiedot):** Mittauspvm., STM ryhmä, Mittaaja, Suojamaadoitus (ohm) (0), Mittaustapa, Käyttömaadoitus (ohm) (0), and Yhdistetty maadoitus (0).
- Safety Settings (Erikoissymboli):** Erikoissymboli (EI MÄÄRITELTY) and Ylijännitesuojaus section with fields for Ylijännitesuoja, Ylijännitesuojan sijainti, Kipinävälin tyyppi, Kipinävälin sijainti, and Kipinäväli (mm) (0).
- Network Protection (Pj-verkon suojaus):** Radio buttons for "Nollausehto" and "Aikaperusteinen".

Kuva 7.4.1. Muuntajan 163. Rautamäki laitekortti

Muuntajan laitekortista kohdasta ”Muuntajatiedot” päästään asettelemaan ja tarkastelemaan muuntajan arvoja. Kuvassa 7.4.2 muuntamon 163. Rautamáki muuntajan tiedot.

Muuntaja
✕

Tunnus

Sijaintipaikka 163

Perustiedot

Valmistaja	<input type="text"/>	Portaita	<input type="text" value="5"/>
Tyyppi	<input type="text"/>	% / porras	<input type="text" value="2.5"/>
Kiinnitys	<input type="text"/>	Paino (kg)	<input type="text" value="540"/>
Valm vuosi	<input type="text" value="0"/>	Öljyn paino (kg)	<input type="text" value="120"/>
Sijoitus pvm.	<input type="text" value="16. 6 .2011"/>		

Sähköiset arvot

Käämikohtaiset	Käämi 1	Käämi 2	Käämi 3
Sn (kVA)	<input type="text" value="100"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Un (V)	<input type="text" value="20500"/>	<input type="text" value="410"/>	<input type="text"/>
Solmuväli	<input type="text" value="586"/>	<input type="text" value="1281"/>	<input type="text"/>
Z0 (%)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
KytKentä	<input type="text" value="D"/>	<input type="text" value="Y"/>	<input type="text"/>
Maadoitettu	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kelloluku	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="11"/>	<input type="text"/>

Käämien väliset

	1 ja 2	1 ja 3	2 ja 3
Uk (%)	<input type="text" value="4"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Pk (W)	<input type="text" value="1750"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Muuntajan P0 (W)

Sulje

Päivitä

Lisää

Poista

Siirrä

Historia

Muuntajasarja

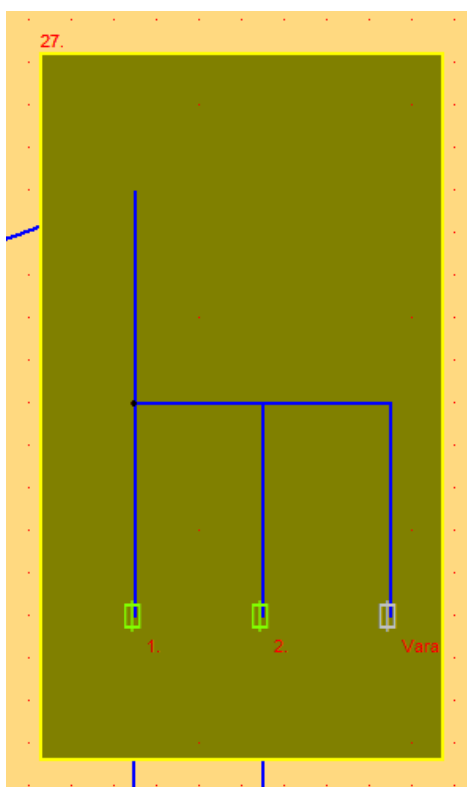
Kolmikäämi-muuntaja

Generaattori-muuntaja

Kuva 7.4.2 Muuntajatiedot 163. Rautamáki

7.4.1 Pylväsvarokkeet

Pylväsmuuntamoon piirretään pylväsvarokkeet keskuksena. Keskukseen määritetään muuntajalta tuleva laskukaapeli, pylväsvaroke ja sulakkeen koko. Pylväsvarokkeen sisäosa piirretään kiskoksi, että se ei vaikuttaisi negatiivisesti laskentatuloksiin. Varokkeita piirretään aina vähintään kaksi kappaletta ja lisäksi yksi varalle. Puistomuuntamon tapauksessa varokkeiksi asetellaan tulppavarokkeet tai jonovarokkeet. Kuvassa 7.4.1.1 on mallinnettuna muuntajan 27. pylväsvarokkeet, ja kuvassa 7.4.1.2 on samat varokkeet valokuvana.



Kuva 7.4.1.1 Muuntajan 27. pylväsvarokkeet

1,2,3, ja 4 on jokainen oma erillinen pylväsvaroke. Pylväsvarokkeen laitekortista pystytään tarkastelemaan varokkeen arvoja, kuten sulakkeen kokoa ja varokkeen tyyppiä. Myös varokkeen kytkentätilaa pystyy muuttamaan auki ja kiinni. Kuvassa 7.4.1.3 on muuntajan 163. pylväsvarokkeen nro:1 laitekortti.



Kuva 7.4.1.2 Pylväsvarokkeet muuntamolla 27.

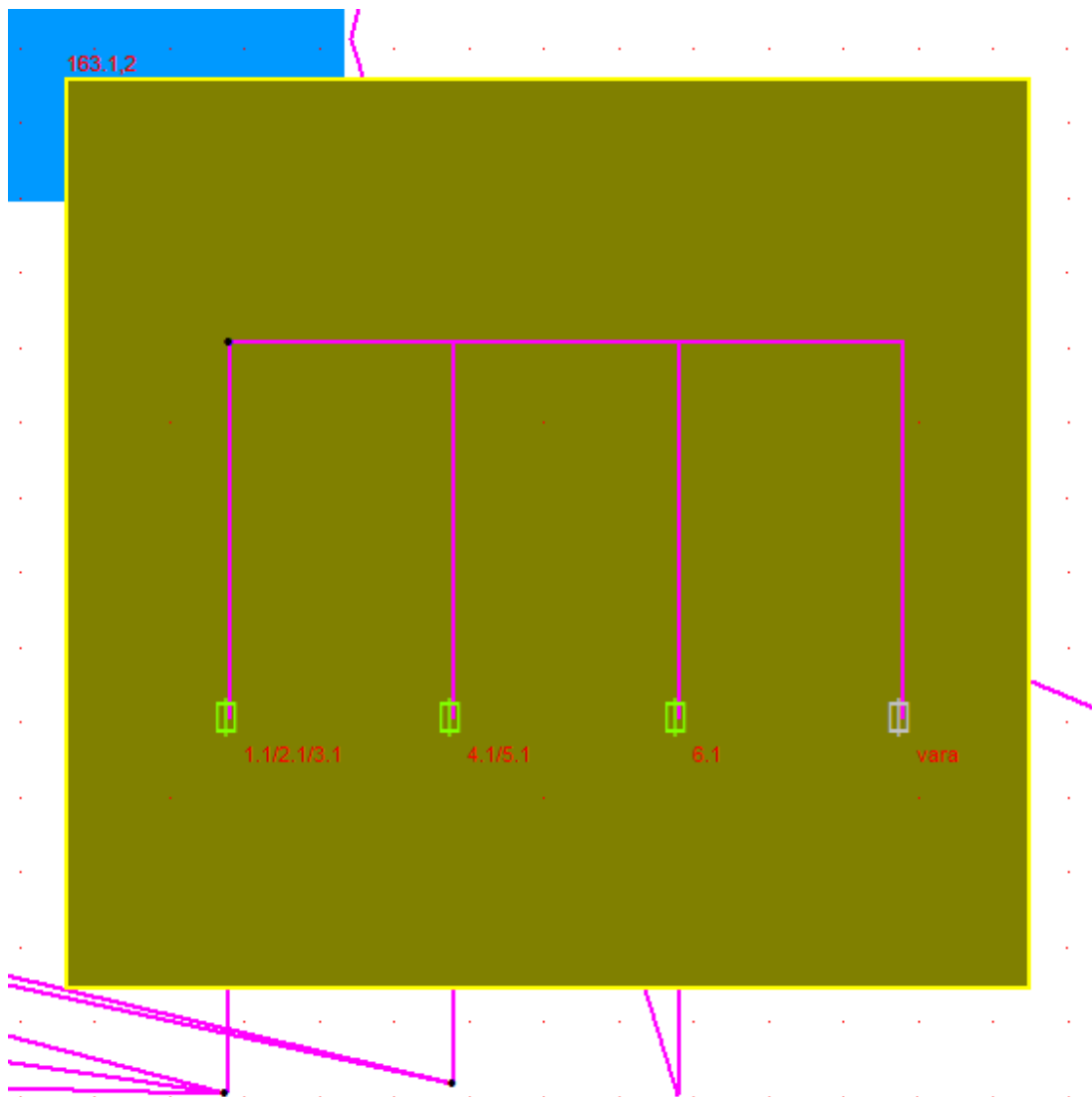
Kytkinlaite

Solmutunnus	548996842548W1	Sulje
Keskus	27.	Päivitä
Lähtö	1.	Kytkenätila <input type="radio"/> Auki <input checked="" type="radio"/> Kiinni
Nimi		
Kytkinlaite	PYLVÄSVAROKKEY	
Varoke		
Sulake	80 80_DEF	Sulaketyypit

Kuva 7.4.1.3. Muuntajan 27. pylväsvarokkeen 1. laitekortti

7.5 Jakokaapin mallintaminen

Jakokaapille löytyy listasta oma mallinnus. Kennomääräksi valitaan jakokaapin sisällä oleva jonovaroke/sulake lkm. +1kpl. Sulakkeiden koko ja nousevat/lähtevät kaapelit täytyy jälleen valita tarkasti, että laskentatuloksista saataisiin luotettavat. Kuvassa 7.5.1 on jakokaappi 163.1 mallinnettuna.

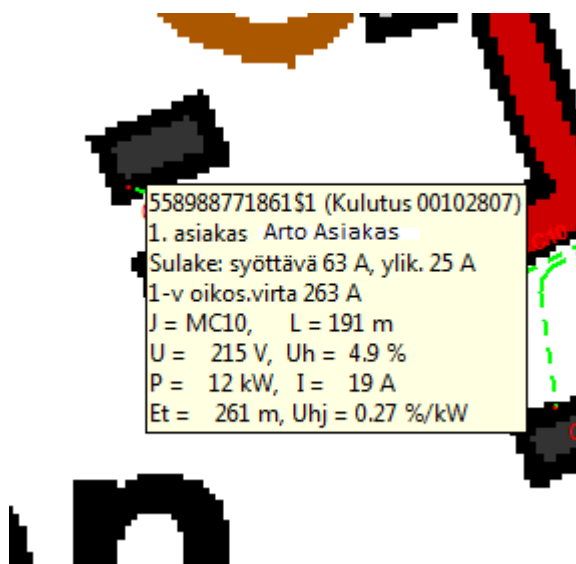


Kuva 7.5.1 Jakokaappi 163.1

Lähtöihin, joista lähtee johto useampaan paikkaan, laitetaan haara (musta piste kuvassa). Normaalista solmusta pystyy lähtemään vain yhteen paikkaan, mutta haarasta niin moneen kuin on tarve. Lähdöt nimetään osoitteen mukaan.

7.6 Muuntopiiri mallinnettuna

Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 7.6.1 on muuntopiiri nro. 185. Peippoosen täydellisesti mallinnettuna. Kuvasta käy ilmi muuntajan paikka, kuluttajapaikat, johtimien reitit ja johdinlajit. Jos muuntopiirissä on pylviä tai erottimia, on nekin piirrettävä. Tässä tapauksessa erottimia ei ole ja kaikki kaapelit ovat maakaapeleita. Kunkin objektin laitekortista voi tarkastella laitteen teknisiä tietoja tarkemmin. Muuntopiirissä on 500kVA puistomuuntaja ja se on suurin yksittäinen muuntopiiri Hiirikosken Energian jakelualueella. Valmiissa muuntopiirissä solmujen tiedot saadaan näkyviin, kun viedään kursori halutun solmun päälle. Kuvassa 7.6.2 on Peippoosen muuntopiiristä kaapattu kuva. Asiakkaan nimi on muutettu henkilösuojausjysistä.



Kuva 7.6.2

Sähkölaitoksen vaatima 1-v oikosulkuvirta vanhoissa rakennuksissa on 3,5 kertaa I_n . Suosituksena uudisrakennuksissa on 250A. Tässä tapauksessa $I_k = 263A$, joka on arvona hyvä, koska kyseessä on vanha rakennus ja pääsulakkeiden koko 25A (ko. tapauksessa oikosulkuvirraksi riittäisi 87,5A). Solmun tiedosta näkyy myös johdinlaji, johtimen pituus, jännite, jännitehäviö prosentteina, teho, virta, etäisyys muuntajalta ja tehohäviö prosentteina.

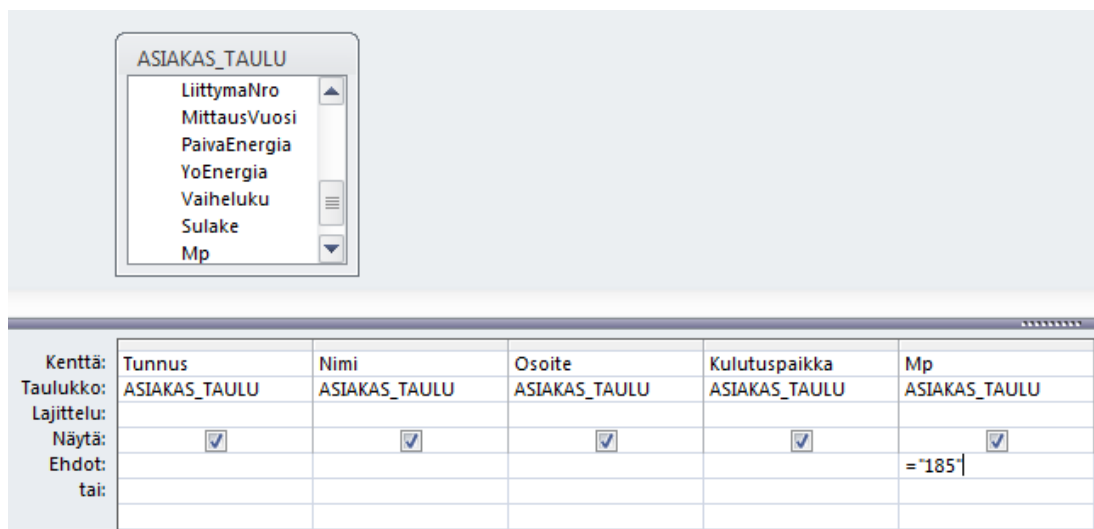


Kuva 7.6.1 Muuntopiiri 185. Peippoosen mallinnettuna.

7.7 Rivi-, kerros-, ja paritalot

Jos muuntopiiri sisältää kerros-, rivi-, tai paritaloja, on jokaisen asukkaan kuluttajapaikaksi laitettava liittymän kuluttajanumero, jotta verkkotietojärjestelmä osaa yhdistää jokaisen asunnon kulutuksen liittymän kulutukseen. Toimenpide tehdään network_sql Access tietokannassa. Access ja DSM600 keskustelevat jatkuvasti keskenään, joten oikeat kuluttajatiedot päivittyvät myös Integraan kun tietokanta tallennetaan.

Tietokannasta valitaan Asiakas_Taulu, jonka jälkeen luodaan kysely rakennenäkymässä. Kyselyyn valitaan Asiakas_Taulu, josta lisätään halutut komponentit kyselyyn. Tässä tapauksessa kannattaa valita ainakin Tunnus, Nimi, Osoite, Kulutuspaikka ja Muuntopiiri. Alla on kuvankaappaus kyselyn luomisesta (Kuva7.7.1).



Kuva 7.7.1. Kyselyn luominen.

Ehdoksi kohtaan ”Mp” asetetaan =”185”, joka tarkoittaa sitä, että Access hakee tietokannasta kaikki kulutuspaikat, joiden numero on yhtä suuri kuin 185 (ts. kulutuspaikat jotka sijaitsevat muuntopiirissä 185). Myös muita ehtoja, kuten > ja < voi asettaa, mutta tässä tilanteessa pelkkä ”=” merkki riittää.

Seuraavaksi suoritetaan kysely ohjelman vasemmassa yläkulmassa olevalla ”suorita” komennolla. Alla olevassa kuvassa on suoritettu kysely edellä asetelluilla komponenteilla. Ympyröidyn alueen sisällä (kuva 7.7.2) olevien Sähkölaitoksentie 1:ssä sijaitsevien asuntojen kulutuspaikat on kaikki vaihdettu Sähkölaitoksentie 1:sen kulutuspaikoiksi, jolloin Integra ottaa laskentoihin huomioon kaikki kyseisessä osoitteessa olevat asunnot. Kulutuspaikat päivittyvät Integraan, kun tietokanta tallennetaan seuraavan kerran. Asiakkaiden nimet ja osoitteet on muutettu henkilösuojasyistä.

Tunnus	Nimi	Osoite	Kulutuspaik	Mp
00102500	Matti Meikäläinen	Sähköpolku 3	00102500	185
00102514	Kalle Kuluttaja	Muuntajakuja 1	00102514	185
00102773	Seppo Sähkö	Muuntajakuja 2	00102773	185
00102774	Meiju Muuntaja	Sähkölaitoksentie 1	00102774	185
00102775	Reijo Resistanssi	Vähäkatu 1	00102775	185
00102776	Ilmo Induktanssi	Vähäkatu 2	00102776	185
00102777	Joni Johdin	Vähäkatu 3	00102777	185
00102778	Veijo Varoke	Vähäkatu 4	00102778	185
00102779	Teijo Tase	Vähäkatu 5	00102779	185
00102780	Sami Sulake	Vähäkatu 6	00102780	185
00102781	Jussi Jomppi	Vähäkatu 7 A1	00102781	185
00102782	Maija Jomppi	Vähäkatu 7 A2	00102781	185
00102783	Esko Jomppi	Vähäkatu 7 A3	00102781	185
00102784	Kari Kapasitanssi	Sähkölaitoksentie 1 A1	00102774	185
00102785	Keijo Kapasitanssi	Sähkölaitoksentie 1 A2	00102774	185
00102786	Jesse Jännite	Sähkölaitoksentie 1 A3	00102774	185
00102787	Vili Virta	Sähkölaitoksentie 1 A4	00102774	185
00102788	Heli Hiukkanen	Sähkölaitoksentie 1 A5	00102774	185
00102789	Hannu Hiukkanen	Sähkölaitoksentie 1 A6	00102774	185
00102790	Sini Aalto	Sähkölaitoksentie 1 A7	00102774	185
00102791	Eino Energia	Sähkölaitoksentie 1 A8	00102774	185
00102792	Visa Voimala	Sähkölaitoksentie 1 A9	00102774	185
00102793	Tauno Tasavirta	Muuntajakuja 2 A1	00102773	185
00102794	Vesa Vaihtovirta	Muuntajakuja 2 A2	00102773	185
00102795	Jouni Joule	Muuntajakuja 2 A3	00102773	185
00102796	Toni Tariffi	Muuntajakuja 2 A4	00102773	185
00102797	Kari Kilowatti	Muuntajakuja 2 A5	00102773	185

Kuva 7.7.2. Kulutuspaikkojen vaihto

8 LOPPUSANAT

Opin opinnäytetyötä tehdessäni todella paljon sähköjakelusta. En ollut aiemmin työskennellyt verkkoyhtiössä, joten kaikki työn aikana oppimani tuli käytännössä uutena, koulussa opittuja asioita lukuun ottamatta. Työ onnistui mielestäni hyvin ja toivonkin, että siitä olisi paljon hyötyä Hiirikosken Energialle, mutta myös muille työn lukijoille.

Sain tehdä opinnäytetyötäni todella joustavasti kesätyöni ohella. Aihe löytyi sopivasti juuri siitä mitä tein työkseni kesän ajan, joten opinnäyte ja kesätyö tukivat hienosti toisiaan. ABB DSM 600 on hyvin yleinen tuoteperhe verkkoyhtiöissä, joten ohjelman hallitsemisesta tulee varmasti olemaan paljon hyötyä tulevaa työuraani ajatellen.

Pienjänniteverkon perusjärjestelmän- ja komponenttien mallintaminen käytiin työssäni läpi yksityiskohtaisesti ABB Open++ Integralla, joten uskon että joku samankaltaista työtä tekevä saa opinnäytteestäni paljon irti. Kävin asiat läpi hyvin maanläheisellä kielellä, joten myös asiaan perehtymätön voi tutustua suomen sähköjakelujärjestelmään opinnäytetyöni avulla.

9 KIITOKSET

Haluan osoittaa suuret kiitokset tämän opinnäytetyön ohjaamisesta lehtori DI Esko Niemiselle Satakunnan Ammattikorkeakoulusta, sekä Hiirikosken Energian verkko-päällikkö Toni Aholalle, toimitusjohtaja Ahti Källille sekä tekniselle asiantuntijalle Reijo Nyrhiselle.

LÄHTEET

/1/ <http://www.hiirikoskenenergia.fi>

/2/ Hiirikosken Energia Oy:n vuosikatsaus 2011

/3/ <http://www.leenakorpinen.fi/archive/sahkoverkko/vikatilanteet.pdf>

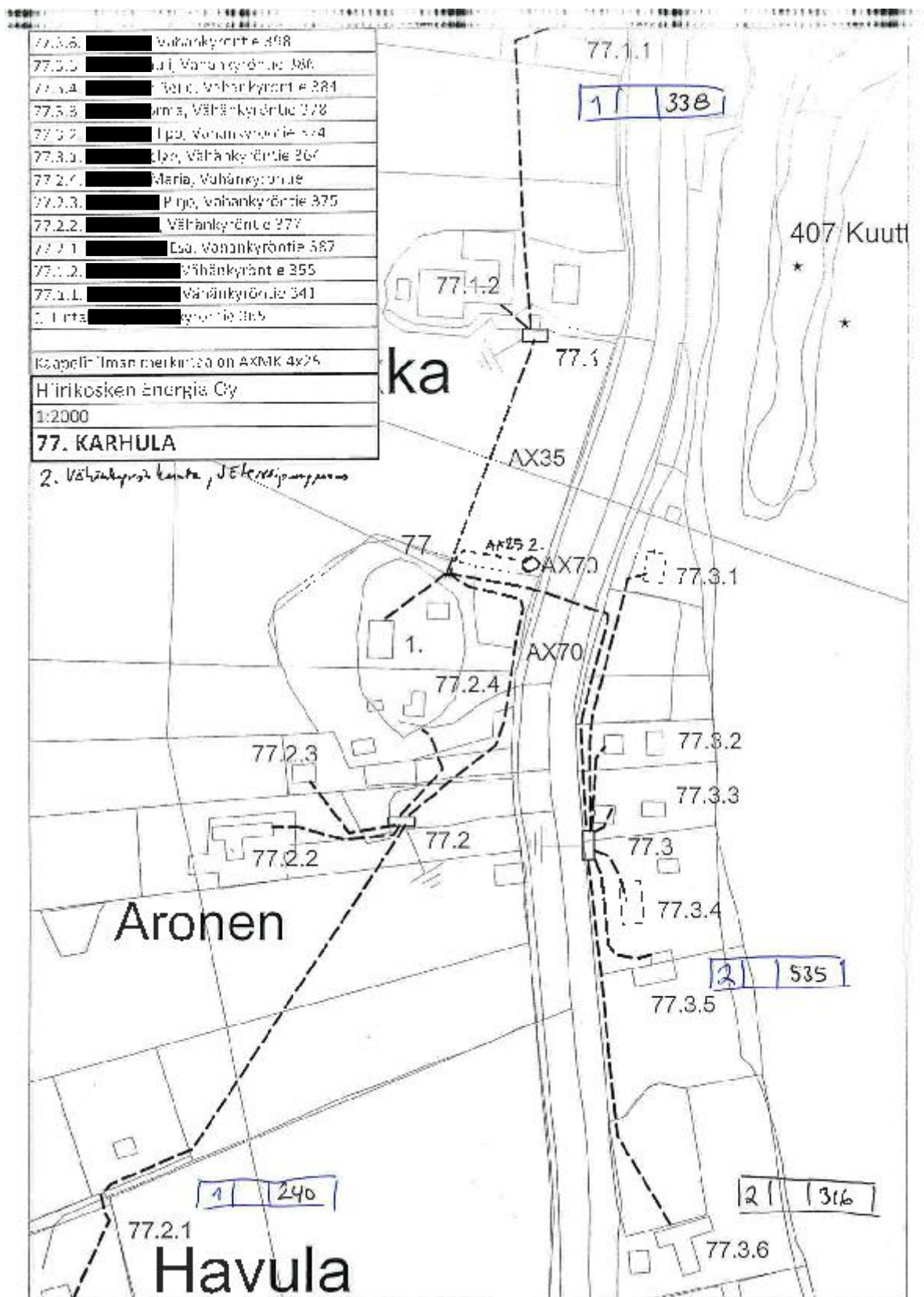
/4/ Lakervi, E. & Partanen, J. 2003. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Hakapaino.

LIITE 1

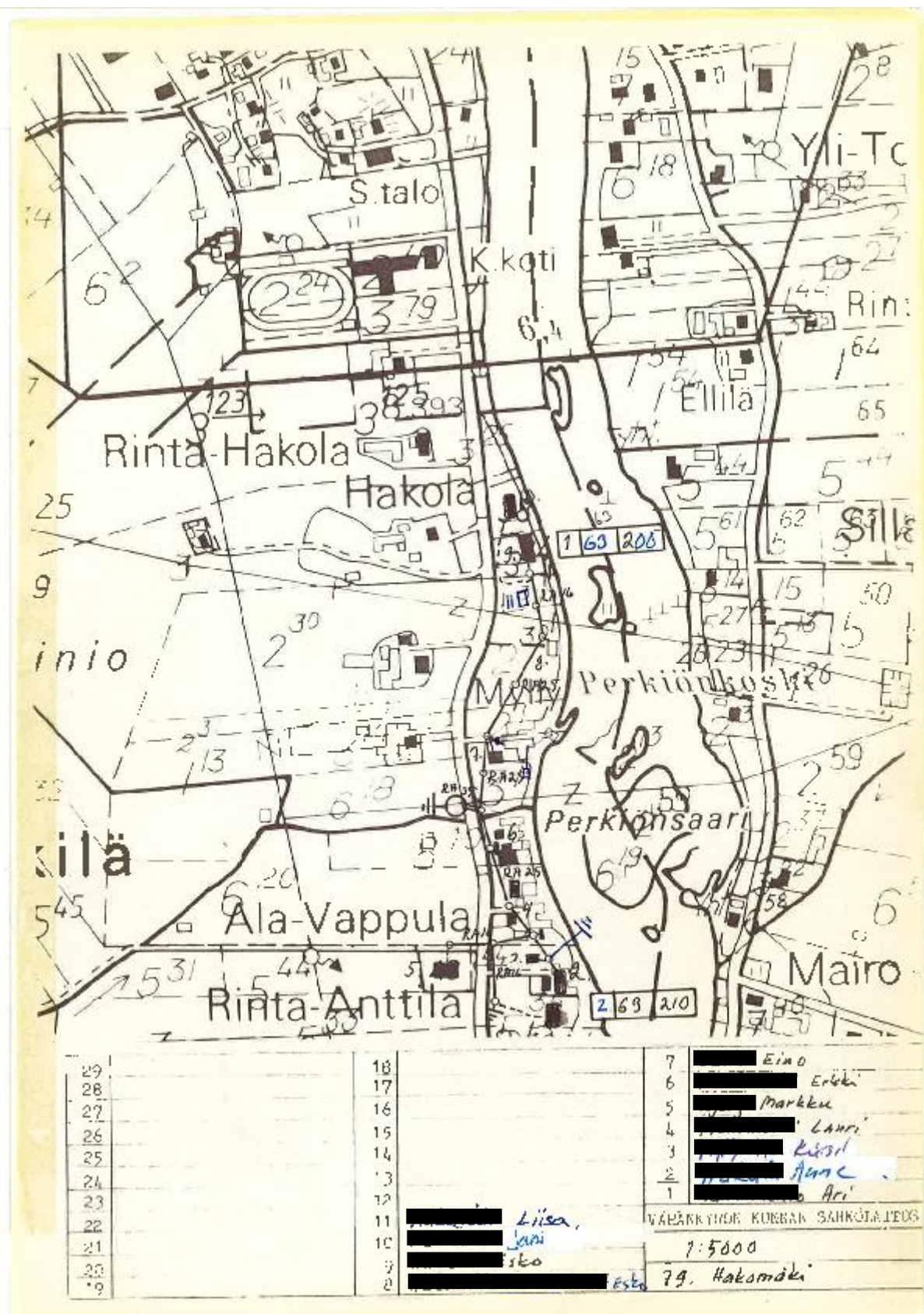
Tunnus	Tyyppi	I Max	Rv	R0	Xv1	Xv0	X0	Lämpötila [C]	Sn1	Sn11	Sn2	Sn21	Vaiheluku	Paino [Kg/m]	Selite
AM16	PA	70	1,91	1,38	0,108	0,055	0,074	20	63	63	100	100	3	0,27	AMKA 3x16+25
AM16Y	PA	75	1,91	1,38	0,09	0	0,074	20	63	63	100	100	1	0,14	AMKA 1x16+25
AM25	PA	95	1,2	0,99	0,106	0,045	0,073	20	80	80	125	125	3	0,31	AMKA 3x25+35
AM35	PA	115	0,868	0,72	0,104	0,045	0,073	20	100	100	200	200	3	0,53	AMKA 3x35+50
AM50	PA	140	0,641	0,493	0,101	0,045	0,071	20	125	125	250	250	3	0,70	AMKA 3x50+70
AM70	PA	180	0,443	0,363	0,097	0,045	0,07	20	160	160	250	250	3	1,00	AMKA 3x70+95
AMC120	MA	220	0,253	0,443	0,074	0,07	0,005	20	200	200	400	400	3	2,15	AMCMK 3x120+41
AMC150	MA	250	0,206	0,443	0,074	0,07	0,005	20	200	200	400	400	3	2,55	AMCMK 3x150+41
AMC16	MA	64	1,91	1,91	0,085	0,085	0	20	50	50	100	125	3	0,56	AMCMK 3x16+10
AMC185	MA	285	0,164	0,32	0,074	0,07	0,005	20	250	200	500	500	3	3,25	AMCMK 3x185+56
AMC240	MA	330	0,125	0,253	0,074	0,068	0,005	20	315	250	630	630	3	4,10	AMCMK 3x240+71
AMC26	MA	78	1,2	1,2	0,087	0,087	0,087	20	63	63	160	160	3	0,00	AMCMK 3 x 25 + 16CU
AMC35	MA	105	0,868	1,91	0,078	0,077	0,005	20	80	80	125	125	3	0,73	AMCMK 3x35+10
AMC450	MA	150	0,641	0,411	0,086	0,086	0,086	20	125	100	315	315	3	1,30	AMCMK 3x50+16
AMC50	MA	125	0,77	1,2	0	0	0	20	100	100	160	160	3	0,98	AMCMK 3x50+15
AMC70	MA	155	0,443	0,868	0,075	0,07	0,005	20	125	125	250	250	3	1,30	AMCMK 3x70+21
AMC95	MA	190	0,32	0,641	0,074	0,07	0,005	20	160	160	250	250	3	1,75	AMCMK 3x95+30
AMKK16	PA	70	1,91	1,91	0,108	0,055	0,074	20	63	63	100	100	3	0,20	AMKK 4x16
AMKK25	PA	95	1,2	1,2	0,106	0,045	0,073	20	80	80	125	125	3	0,31	AMKK 4x25
AMKK35	PA	115	0,868	0,868	0,104	0,045	0,073	20	100	100	200	200	3	0,43	AMKK 4x35
AMKK50	PA	140	0,641	0,641	0,101	0,045	0,071	20	125	125	250	250	3	0,60	AMKK 4x50
AMKK70	PA	180	0,443	0,363	0,097	0,045	0,07	20	160	160	250	250	3	1,00	AMKK 4x70
AP35	MA	125	0,868	0,868	0	0	0	20	100	100	125	125	3	0,87	APAKM 3x35+35
AP50	MA	165	0,641	0,641	0,069	0,069	0	20	125	125	200	200	3	0,65	APAKM 3x50+50
AP70	MA	180	0,443	0,443	0,066	0,066	0	20	160	160	250	250	3	0,85	APAKM 3x70+70
AP95	MA	215	0,32	0,32	0,064	0,064	0	20	200	200	250	250	3	1,10	APAKM 3x95+95
AX120	MA	255	0,253	0,253	0,082	0,082	0,082	20	200	200	630	630	3	1,90	AXMK 4x120 S
AX150	MA	290	0,206	0,206	0,081	0,081	0,081	20	200	250	630	630	3	2,35	AXMK 4x150 S
AX16	MA	75	1,91	1,91	0,091	0,091	0,091	20	63	63	125	125	3	0,38	AXMK 4x16 S
AX185	MA	330	0,164	0,164	0,082	0,082	0,082	20	315	250	800	800	3	2,90	AXMK 4x185 S
AX240	MA	375	0,125	0,125	0,078	0,078	0,078	20	315	315	1000	1000	3	3,75	AXMK 4x240 S
AX25	MA	100	1,2	1,2	0,087	0,087	0,087	20	80	80	160	160	3	0,51	AXMK 4x25 S
AX70	MA	185	0,443	0,443	0,085	0,085	0,085	20	160	160	400	400	3	1,15	AXMK 4x70 S
AX95	MA	220	0,32	0,32	0,084	0,084	0,084	20	200	160	500	500	3	1,55	AXMK 4x95 S
AXC120	MA	255	0,256	0,443	0,074	0,074	0,005	20	200	200	500	500	3	1,95	AXCMK 3x120+41
AXC16	MA	75	1,91	1,91	0,088	0,088	0	20	50	50	125	125	3	0,56	AXCMK 3x16+10

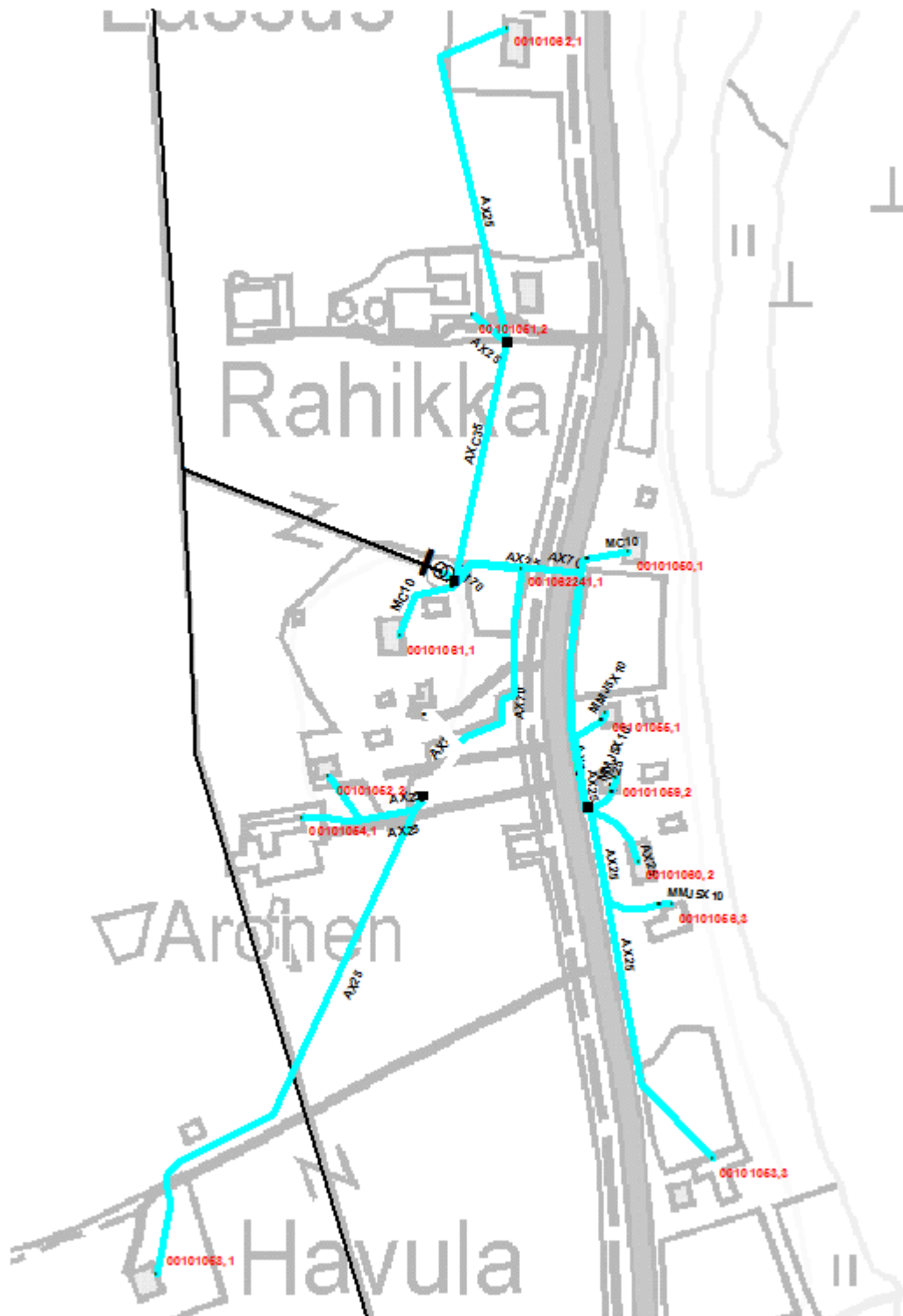
AXC185	MA	330	0,168	0,32	0,074	0,074	0,005	20	315	250	630	630	3	2,90	AXCMK 3x185+57
AXC240	MA	375	0,125	0,125	0	0	0	20	315	315	630	630	3	0,00	AXCMK 3x240+71
AXC25	MA	100	1,3	1,3	0,08	0,08	0	20	100	100	125	160	3	0,62	AXCMK 3x25+10
AXC35	MA	100	0,869	0,91	0,084	0,084	0,005	20	125	125	160	200	3	0,73	AXCMK 3x35+10
AXC70	MA	185	0,444	0,868	0,075	0,075	0,005	20	160	160	315	315	3	1,30	AXCMK 3x70+21
AXC95	MA	220	0,32	0,32	0	0	0	20	160	160	315	315	3	1,75	AXCMK 3x95+30
C10	AC	105	1,786	1,786	0,414	0,599	0,414	20	63	80	125	125	3	0,14	Cu 4x10
C10Y	AC	105	1,83	1,83	0,4	0	0,4	20	80	80	125	125	1	0,18	Cu 2x10
C16	AC	145	1,116	1,116	0,398	0,58	0,398	20	100	100	125	125	3	0,42	Cu 4x16
MC10	MC	62	1,83	1,83	0,105	0,11	0,005	20	50	50	80	125	3	0,68	MCMK 3x10+10
MC10+10	MC	62	1,83	1,83	0,105	0,11	0,005	20	50	50	80	125	3	0,79	MCMK 4x10+10S
MC10Y	MC	77	1,759	1,759	0	0	0	20	63	63	80	125	1	0,20	MCMK 2x10+10
MC120	MC	280	0,153	0,268	0,086	0,074	0,005	20	200	200	500	500	3	4,65	MCMK 3x120+70
MC150	MC	320	0,124	0,268	0,074	0,074	0	20	315	315	500	500	3	4,78	MCMK 3x150+70
MC16	MC	82	1,15	1,15	0,1	0,088	0,005	20	80	80	125	160	3	0,97	MCMK 3x16+16
MC185	MC	365	0,991	0,193	0,073	0,073	0	20	315	315	630	630	3	5,95	MCMK 3x185+95
MC240	MC	425	0,075	0,153	0,073	0,073	0	20	400	400	800	800	3	7,70	MCMK 3x240+120
MC25	MC	107	0,727	1,15	0,097	0,097	0,005	20	100	80	200	160	3	1,15	MCMK 3x25+16
MC35	MC	135	0,524	1,15	0,092	0,077	0,005	20	125	125	125	125	3	1,45	MCMK 3x35+16
MC6	MC	33	3,08	3,08	0,115	0,115	0,115	20	25	25	63	63	3	0,45	MCMK 3x6+6
MC70	MC	200	0,268	0,524	0,088	0,075	0,005	20	160	160	315	315	3	2,70	MCMK 3x70+35
MC95	MC	245	0,193	0,387	0,086	0,086	0,005	20	200	200	400	400	3	3,70	MCMK 3x95+50
MMJ10	MC	62	1,81	1,81	0,11	0,11	0,11	20	50	50	80	125	3	0,57	MMJ 4x10
MMJ10Y	MC	62	1,81	1,81	0	0	20	20	50	50	80	125	1	0,30	MMJ 2x10
MMJ16	MC	82	1,15	1,15	0,105	0,105	0,015	20	63	63	125	160	3	1,20	MMJ 4x16
MMJ25	MC	107	0,73	0,73	0,1	0,1	0,1	20	80	800	200	200	3	2,00	MMJ 4x25
MMJ35	MC	135	0,524	0,524	0,08	0,08	0,08	20	100	100	250	250	3	1,24	MMJ 4x35
MMJ5X10	MC	62	1,81	1,81	0	0	0	20	50	50	80	125	3	0,00	MMJ 5x10
MMJ6	MC	33	3,03	3,03	0,115	0,115	0,115	20	25	25	63	63	3	0,37	MMJ 4x6
MMJ6Y	MC	33	3,06	3,06	0,115	0,115	0,115	20	25	25	63	63	1	0,15	MMJ 2x6
RV	AF	280	0,539	0,539	0,34	0,525	0,358	20	200	200	315	315	3	0,65	Al/Fe 4x54/9 Raven
SP	AF	210	0,852	0,852	0,359	0,551	0,377	20	160	160	250	250	3	0,55	Al/Fe 4x34/6 Sparrow
SP40Y	AF	210	0,852	0,852	0,4	0	0,4	20	160	160	250	250	1	0,27	Al/Fe 2x34/6 Sparrow
SW	AF	155	1,367	1,367	0,378	0,576	0,382	20	125	125	200	200	3	0,34	Al/Fe 4x21/4 Swan
SW25Y	AF	155	1,367	1,367	0,4	0	0,4	20	125	125	200	200	1	0,17	Al/Fe 2x21/4 Swan

LIITE 2



LIITE 3





LIITE 5

SIVU:KOESTUS

ABB Oy / Service
 Vaasa K O L S I D S P Ö Y T Ä K I P T A

 ASIAKAS: Hämäläisen Energia Oy
 OSOITE: Vähäkyrö ASEMA: Torkkola SA

 KENNO No: J02 REIETYYPPI: SPAC 53101
 TUUNUS: Kulkki ORJA No: 021, 022, 024

Virtamuuntaja: 150/5 A Asvot luettu
 Kaapelivirtasuut: 50/1 A 2006-12-05

```

----- A S E T T E L U T -----
| I> = 0.53 xIn   I>> = 2.60 xIn   If> = 1.00%   Tr>> =999. %
| t = 0.50 s     t = 0.15 s     t = 1.00s   t = 0.08 s
|                Uo = 20 V   Kulma = 90"
|
|BJK:n poltto  I> = 0.35 s  I>> = 0 s  If> = 0.35 s  BK - sijat
|AJK:n poltto  I> = 0.35 s  I>> = 0 s  If> = 0.35 s  *****
|Logoll.lauk.  I> = - s  I>> = - s  If> = - s  BK= 0.5 s
|Lukitus aika = 5.0 s                BK= 60.0 s
-----

```

```

----- K O E S T O S A R V O T -----
|
|YLLIVIRIA      KAVANT. =      s
|
|I> L1 = 2.60 A   t = 0.51 s     I>> L1 = 12.3 A   t = 0.15 s
|I> L2 = 2.62 A     I>> L2 = 12.2 A
|I> L3 = 2.64 A     I>> L3 = 12.3 A
|
|-----
|MÄÄSÄILKSI    KAVANT. =      s
|
|If> = 0.010 A   Uo = 20.4 V     t = 1.04 s
|If>> =          A   Uo = " V     t =      s
|
|-----
|JÄLLEENKYCKENTÄ
|
|BK aika =      s           BK aika =      s
|
|SIEVENNYS
|
|YLLIVIRIA    BK + BK + LOP. LAUK. =      s   KÄLTYYS toiminta .OK..
|MÄÄSÄILKSI  " " " " " =      s   IRP-KÄLTYYS tark .OK..
|
|-----
|HUOM.
|                I> Rasitus      s
|                I>> Rasitus      s
|                If> Rasitus      s
|                If>> Rasitus      s
|
|-----

```

MITTAAJA: Esa Syväoja 2006-12-05

LIITE 6

TEHONJAKOTULOKSET - Hiirikosken Energia Oy

SÄHKÖASEMA: Torkkola

LÄHTÖ: JTO2 Kolkki

Nykyhetken tilanne:

Laskettu huipunkäyttöaika = 4001 h Häviöiden huipunkäyttöaika = 2054 h

Naennäisteho = 767.8 kVA Patoteho = 745.1 kW Loisteho = 185.4 kVAR

Häviöteho = 3.1 kW Häviöenergia = 6.3 MWh/a

Häviökustannukset = 998 €

1	2	3	JOHTO		6	7	KUORMITUS			JÄNNITE			MUUNTAJA		
			4	5			8	9	10	11	12	13	14	15	16
			km		km	A	%	MW	kw/km	%	%	%/MW	kV	kW	kVAr
1 S	JTO2 X	6884	0.10	AHXW120	0.10	22	8	0.75	0.3	0.01	0.01	0.0	20.50		
2 X	6884 E	Q97	0.75	PAS120	0.85	22	5	0.74	0.3	0.05	0.05	0.1	20.49		
3 E	Q97 X	9634	0.00	SP40	0.85	22	10	0.74	1.0	0.00	0.05	0.1	20.49		
4 X	9634 X	4636	0.12	SP40	0.96	22	10	0.74	1.0	0.02	0.07	0.1	20.49		
5 X	4636 X	6646	0.26	SP40	1.22	21	10	0.73	1.0	0.04	0.11	0.1	20.48		
6 X	6646 X	6666	0.73	SP40	1.96	21	10	0.73	1.0	0.12	0.24	0.3	20.45		
7 X	6666 X	8641	0.29	SP40	2.25	20	9	0.68	0.9	0.04	0.28	0.3	20.44		
8 X	8641 X	3424	0.59	SP40	2.83	19	9	0.65	0.8	0.09	0.37	0.5	20.42		
9 X	3424 X	2407	0.24	SP40	3.07	18	8	0.63	0.7	0.03	0.40	0.5	20.42		
10 X	2407 E	Q60	0.05	SP40	3.13	17	8	0.58	0.6	0.01	0.41	0.5	20.42		
11 E	Q60 X	3554	0.35	RV63	3.47	17	6	0.58	0.4	0.03	0.44	0.6	20.41		
12 X	3554 X	5984	0.49	RV63	3.96	16	5	0.54	0.3	0.04	0.48	0.6	20.40		
13 X	5984 M	216	0.00	RV63	3.96	1	0	0.03	0.0	0.00	0.48	0.6	20.40	33	9
14 X	5984 X	9439	0.54	RV63	4.50	15	5	0.51	0.3	0.04	0.52	0.7	20.39		
15 X	9439 X	4528	0.13	SP40	4.63	15	7	0.51	0.5	0.02	0.53	0.7	20.39		
16 X	4528 X	4617	0.14	SP40	4.77	15	7	0.51	0.5	0.02	0.55	0.8	20.39		
17 X	4617 X	6654	0.07	SP40	4.84	14	6	0.49	0.4	0.01	0.56	0.8	20.39		
18 X	6654 X	9727	0.13	SP40	4.97	14	6	0.48	0.4	0.01	0.57	0.8	20.38		
19 X	9727 E	ME131	0.00	SP40	4.97	1	0	0.05	0.0	0.00	0.57	0.8	20.38		
20 E	ME131 M	131	0.01	SP40	4.98	1	0	0.01	0.0	0.00	0.57	0.8	20.38	54	15
21 X	9727 E	Q62	0.01	SP40	4.98	13	6	0.43	0.3	0.00	0.57	0.8	20.38		
22 E	Q62 X	0738	0.01	SP40	4.99	13	6	0.43	0.3	0.00	0.57	0.8	20.38		
23 X	0738 X	6639	0.17	SP40	5.16	8	3	0.27	0.1	0.01	0.58	0.8	20.38		
24 X	6639 E	Q83	0.52	SP40	5.68	0	0	0.00	0.0	0.00	0.58	0.9	20.38		
25 X	6639 X	8770	0.18	SW25	5.34	8	5	0.27	0.2	0.02	0.60	0.9	20.38		
26 X	8770 X	5889	0.14	SW25	5.48	7	4	0.24	0.2	0.01	0.61	0.9	20.37		
27 X	5889 E	ME123	0.03	SW25	5.51	3	2	0.12	0.0	0.00	0.61	0.9	20.37		
28 E	ME123 M	123	0.01	SW25	5.53	3	2	0.12	0.0	0.00	0.61	1.0	20.37	127	36
29 X	5889 X	3126	0.30	SP40	5.78	6	3	0.21	0.1	0.01	0.63	1.0	20.37		
30 X	3126 E	ME127	0.05	SP40	5.82	4	2	0.15	0.0	0.00	0.63	1.0	20.37		
31 E	ME127 M	127	0.01	SP40	5.83	4	2	0.15	0.0	0.00	0.63	1.0	20.37	146	42
32 X	3126 E	ME150	0.28	SP40	6.06	2	1	0.08	0.0	0.00	0.63	1.1	20.37		
33 E	ME150 M	150	0.01	SP40	6.07	2	1	0.08	0.0	0.00	0.63	1.1	20.37	75	21
34 X	8770 M	223	0.01	SP40	5.34	1	0	0.03	0.0	0.00	0.60	0.9	20.38	35	10
35 X	0738 E	ME28	0.04	SP40	5.03	5	2	0.18	0.1	0.00	0.58	0.8	20.38		
36 E	ME28 M	28	0.00	SP40	5.03	5	2	0.18	0.1	0.00	0.58	0.8	20.38	178	51
37 X	6654 M	179	0.00	SP40	4.84	0	0	0.01	0.0	0.00	0.56	0.8	20.39	13	4
38 X	4617 E	Q59	0.00	SP40	4.78	1	0	0.03	0.0	0.00	0.55	0.8	20.39		
39 E	Q59 M	221	0.91	AHXWP25	5.69	0	0	0.03	0.0	0.01	0.56	1.0	20.39	31	9
40 X	4528 M	117	0.00	RV63	4.64	0	0	0.01	0.0	0.00	0.53	0.7	20.39	5	1
41 X	3554 M	27	0.01	SP40	3.48	1	0	0.06	0.0	0.00	0.44	0.6	20.41	56	16
42 X	2407 M	67	0.01	SP40	3.08	1	0	0.06	0.0	0.00	0.40	0.5	20.42	61	17
43 X	3424 M	178	0.01	SP40	2.84	0	0	0.02	0.0	0.00	0.37	0.5	20.42	17	4
44 X	8641 E	ME85	0.01	SP40	2.25	1	0	0.05	0.0	0.00	0.28	0.3	20.44		
45 E	ME85 M	85	0.01	SP40	2.26	1	0	0.05	0.0	0.00	0.28	0.3	20.44	44	13
46 X	6666 E	ME86	0.19	SP40	2.14	0	0	0.03	0.0	0.00	0.24	0.3	20.45		
47 E	ME86 M	86	0.01	SP40	2.15	0	0	0.03	0.0	0.00	0.24	0.3	20.45	25	7
48 X	6666 E	ME134	0.53	RV63	2.49	1	0	0.06	0.0	0.00	0.24	0.4	20.45		
49 E	ME134 M	134	0.01	RV63	2.50	1	0	0.06	0.0	0.00	0.24	0.4	20.45	55	16
50 X	6646 E	ME242	0.00	SP40	1.22	0	0	0.00	0.0	-0.00	0.11	0.1	20.48		
51 E	ME242 M	242	0.00	SP40	1.23	0	0	0.00	0.0	0.00	0.11	0.1	20.48	0	0
52 X	4636 E	Q58	0.00	SP40	0.97	0	0	0.02	0.0	0.00	0.07	0.1	20.49		
53 E	Q58 X	7177	0.67	SP40	1.64	0	0	0.02	0.0	0.00	0.08	0.2	20.48		
54 X	7177 X	0881	0.71	SP40	2.36	0	0	0.01	0.0	0.00	0.08	0.4	20.48	8	2
55 X	0881 M	197	0.23	SP40	2.58	0	0	0.01	0.0	0.00	0.08	0.4	20.48	5	1
56 X	0881 M	89	0.89	SP40	3.24	0	0	0.01	0.0	0.00	0.08	0.5	20.48	15	4
57 X	7177 M	88	0.02	SP40	1.66	0	0	0.01	0.0	0.00	0.08	0.2	20.48		
58 X	9634 E	Q98	0.00	SP40	0.85	0	0	0.00	0.0	0.00	0.05	0.1	20.49		

LIITE 7

OIKOSULKUVIRRAT - Hiirikosken Energia Oy
 SAHKOASEMA: Torkkola
 LAHTO: JT02 Kolkki
 Maasta erotettu verkko
 Laskentaparametrit:
 Jännite (kV) = 20.500
 Releen havahtumisvirta aikalauekaisuilla (kA) = 0.060
 Releen havahtumisvirta pikalauekaisuilla (kA) = 0.390
 Oikosulun kestoaika aikalauekaisuilla
 ennen aikajälleenkytkentää (s) = 1.000
 Oikosulun kestoaika pikalauekaisuilla
 ennen aikajälleenkytkentää (s) = 0.300
 Pikajälleenkytkentä käytössä (1)
 Aikajälleenkytkentä käytössä (1)
 AJK:n jännitteeton aika (s) = 60.000
 Oikosulun kestoaika aikalauekaisuilla
 AJK:n jälkeen (s) = 1.000
 Oikosulun kestoaika pikalauekaisuilla
 AJK:n jälkeen (s) = 0.060
 Syöttöpisteen oikosulkuresistanssi (ohm) = 0.000
 Syöttöpisteen oikosulkureaktanssi (ohm) = 0.000

JOHTO					VIKAVIRRAT							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
			km		km	kA	%	%	kA	%		
1 S	JT02 X	6884	0.10	AHXW120	0.10	-0.01	***	***	327.774	12286		
2 X	6884 E	097	0.75	PAS120	0.854	16.32	2272	5265	29.08	36579	*	
3 E	097 X	9634	0.00	SP40	0.85	36.94	626	1492	28.84	36281	*	
4 X	9634 X	4636	0.12	SP40	0.96	36.64	621	1480	21.90	27553	*	
5 X	4636 X	6646	0.26	SP40	1.22	27.82	472	1124	14.15	17796	*	
6 X	6646 X	6666	0.73	SP40	1.96	17.97	304	726	7.00	8798	*	
7 X	6666 X	8641	0.29	SP40	2.25	8.88	150	359	5.83	7328	*	
8 X	8641 X	3424	0.59	SP40	2.83	7.40	125	299	4.35	5471	*	
9 X	3424 X	2407	0.24	SP40	3.07	5.53	93	223	3.94	4957	*	
10 X	2407 E	060	0.05	SP40	3.13	5.01	84	202	3.86	4860	*	
11 E	060 X	3554	0.35	RV63	3.47	4.91	53	126	3.54	4455	*	
12 X	3554 X	5984	0.49	RV63	3.96	4.50	49	115	3.17	3986	*	
13 X	5984 M	216	0.00	RV63	3.96	4.03	44	103	3.17	3983	*	
14 X	5984 X	9439	0.54	RV63	4.50	4.03	44	103	2.84	3567	*	
15 X	9439 X	4528	0.13	SP40	4.63	3.60	61	145	2.74	3441	*	
16 X	4528 X	4617	0.14	SP40	4.77	3.48	58	140	2.64	3315	*	
17 X	4617 X	6654	0.07	SP40	4.84	3.35	56	135	2.59	3257	*	
18 X	6654 X	9727	0.13	SP40	4.97	3.29	55	132	2.51	3153	*	
19 X	9727 E	ME131	0.00	SP40	4.97	3.18	54	128	2.50	3150	*	
20 E	ME131 M	131	0.01	SP40	4.98	3.18	53	128	2.50	3146	*	
21 X	9727 X	062	0.01	SP40	4.98	3.18	54	128	2.50	3145	*	
22 E	062 X	0738	0.01	SP40	4.99	3.18	53	128	2.50	3141	*	
23 X	0738 X	6639	0.17	SP40	5.16	3.17	53	128	2.39	3011	*	
24 X	6639 E	083	0.52	SP40	5.68	3.04	51	122	2.13	2682	*	
25 X	6639 X	8770	0.18	SW25	5.34	3.04	82	199	2.25	2831	*	
26 X	8770 X	5889	0.14	SW25	5.48	2.86	77	187	2.15	2705	*	
27 X	5889 E	ME123	0.03	SW25	5.51	2.73	74	178	2.13	2675	*	
28 E	ME123 M	123	0.01	SW25	5.53	2.70	73	177	2.12	2664	*	
29 X	5889 X	3126	0.30	SP40	5.78	2.73	46	110	2.02	2544	*	
30 X	3126 E	ME127	0.05	SP40	5.82	2.57	43	103	2.00	2521	*	
31 E	ME127 M	127	0.01	SP40	5.83	2.55	43	102	2.00	2518	*	
32 X	3126 E	ME150	0.28	SP40	6.06	2.57	43	103	1.92	2406	*	
33 E	ME150 M	150	0.01	SP40	6.07	2.43	41	98	1.91	2402	*	
34 X	8770 M	223	0.01	SP40	5.34	2.86	48	115	2.25	2828	*	
35 X	0738 E	ME28	0.04	SP40	5.03	3.17	53	128	2.47	3106	*	
36 E	ME28 M	28	0.00	SP40	5.03	3.14	53	126	2.47	3104	*	
37 X	6654 M	179	0.00	SP40	4.84	3.29	55	132	2.59	3254	*	
38 X	4617 E	059	0.00	SP40	4.78	3.35	56	135	2.63	3311	*	
39 E	059 M	221	0.91	AHXMP25	5.69	3.34	78	180	2.02	2545	*	
40 X	4528 M	117	0.00	RV63	4.64	3.48	38	89	2.73	3439	*	
41 X	3554 M	27	0.01	SP40	3.48	4.50	76	181	3.53	4444	*	
42 X	2407 M	67	0.01	SP40	3.08	5.01	84	202	3.93	4947	*	
43 X	3424 M	178	0.01	SP40	2.84	5.53	93	223	4.33	5450	*	
44 X	8641 E	ME85	0.01	SP40	2.25	7.40	125	299	5.80	7298	*	
45 E	ME85 M	85	0.01	SP40	2.26	7.37	125	297	5.79	7277	*	
46 X	6666 E	ME86	0.19	SP40	2.14	8.88	150	359	6.19	7781	*	
47 E	ME86 M	86	0.01	SP40	2.15	7.86	133	317	6.16	7752	*	
48 X	6666 E	ME134	0.53	RV63	2.49	8.88	97	229	5.57	7011	*	
49 E	ME134 M	134	0.01	RV63	2.50	7.08	77	182	5.55	6984	*	
50 X	6646 E	ME242	0.00	SP40	1.22	17.97	304	726	14.13	17771	*	
51 E	ME242 M	242	0.00	SP40	1.23	17.95	304	725	14.09	17722	*	
52 X	4636 E	058	0.00	SP40	0.97	27.82	472	1124	21.72	27322	*	
53 E	058 X	7177	0.67	SP40	1.64	27.59	466	1115	8.93	11228	*	
54 X	7177 X	0881	0.71	SP40	2.36	11.34	192	458	5.48	6887	*	
55 X	0881 M	197	0.23	SP40	2.58	6.95	118	281	4.88	6138	*	
56 X	0881 M	89	0.89	SP40	3.24	6.95	118	281	3.70	4653	*	
57 X	7177 M	88	0.02	SP40	1.66	11.34	192	458	8.77	11033	*	
58 X	9634 E	098	0.00	SP40	0.85	36.64	621	1480	28.69	36085	*	

LIITE 8

MAASULKULASKENTA - Hiirikosken Energia oy
SÄHKÖASEMA: Torkkola

Maasta erotettu tai hajautettu sammutus.

Laskennan vikaresistanssi 500 ohm

***** PÄÄMUUNTAJA PT1 (Laskentajännite:20.0 kv) *****

VIKARESISTANSSI MAASULKUVIRTA

0 OHM 8.9 A
500 OHM 8.3 A

Lähtö	JOHTOPITUUS	TYYPEITTÄIN				VIKA	MUU	OMA	VIKA	ASETTELUARVOT					HAVAHTUMINEN		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NIMI	YHT	AVO	PÄÄLL	MAA	I0	Ires	I0	Ires	U0	U0	I0	P0	Q0	T	SU0	SI0	ST
	km	km	km	km	A	A	A	A	kv	kv	A	kw	kVAr	s	%	%	%
Järvenkylä	20.0	18.9	0.7	0.3	2.0	1.9	6.9	6.4	10.8	2.3	0.1	0.0	0.0	1.0	459	6404	0 *
Tapoila	10.6	9.8	0.5	0.2	1.1	1.1	7.7	7.2	10.8	2.3	0.1	0.0	0.0	1.0	459	7228	0 *
Merikaarto	11.5	7.6	2.6	1.3	3.3	3.1	5.5	5.2	10.8	2.3	1.0	0.0	0.0	1.0	459	516	0 *
kolkki	11.0	9.2	0.7	1.0	2.4	2.2	6.5	6.1	10.8	2.3	1.0	0.0	0.0	1.0	459	605	0 *

Lähtö MAADOITUSRESISTANSSI (OHM)

	A	B	D	2	4	5
Järvenkylä	82	221	55	22	45	57
Tapoila	82	221	55	22	45	57
Merikaarto	82	221	55	22	45	57
kolkki	82	221	55	22	45	57

IDS_EARTH_FAULT_CALC_RESISTIVE