



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tommi Halkosaari

20 KV JAKELUVERKON LAAJENTA- MINEN UUDELLA SÄHKÖASEMALLA

Verkkotopologian muutokset ja korvattavuustarkastelu

Tekniikka
2016

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulun tekniikan yksikössä, SeiVerkot Oy:n antamasta aihealueesta. Opinnäytetyössäni tutkin laajasti SeiVerkot Oy:n keskijänniteverkon verkkotopologiaa, jakorajoja ja niihin tehtäviä muutoksia, kun uusi Kärmeskydön 110 kV / 20 kV -sähköasema otetaan käyttöön loppuvuodesta 2016. Lisäksi työssäni tarkastelen tilannetta, jossa Myllykosken sähköasema korvattaisiin täysin.

Työtäni ohjasi Vaasan ammattikorkeakoulun puolelta lehtori Jari Koski sekä SeiVerkot Oy:n puolelta verkkopäällikkö Martti Ijäs.

Tahdon esittää mitä suurimmat kiitokset SeiVerkot Oy:n ja Seinäjoen Energia Oy:n henkilöstölle, jotka ovat auttaneet ja ohjanneet minua tämän opinnäytetyön tekemisessä. Erityisen kiitoksen esitän SeiVerkot Oy:n Ari Luoma-Aholle valtavasta avusta perehtyessäni Trimble NIS Energy -verkkotietojärjestelmään. Lisäksi haluan esittää erityiskiitokset puolisoolleni Hillalle saamastani tuesta.

Vaasassa 6.6.2016



Tommi Halkosaari

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tommi Halkosaari
Opinnäytetyön nimi	20 kV jakeluverkon laajentaminen uudella sähköasemalla
Vuosi	2016
Kieli	suomi
Sivumäärä	40 + 2 liitettä
Ohjaaja	Jari Koski

Työn tarkoituksena oli selvittää SeiVerkot Oy:n keskijänniteverkkoon tehtäviä muutoksia ja syntyviä vaikutuksia, kun uusi Kärmeskydön sähköasema otetaan käyttöön syksyllä 2016. Lisäksi työssä selvitettiin, onko suurimmassa kuormassa olevan Myllykosken sähköaseman korvaaminen mahdollista joka tilanteessa.

Suunnittelussa käytettiin apuna Trimble NIS Energy -laskenta- ja verkkotietojärjestelmää, joka myös käyttää hyödykseen Trimble DMS -käytäntökäytännöstä saatavia kulutus- ja kytkentätilatietoja. Tärkeintä laskennan avulla oli selvittää vanhempien kaapelien ja ilmajohtojen kestävyyskäytännön syntyvien kuormitusten kannalta, sekä varmistaa suojauksien oikea toiminta vikatilanteissa. Lisäksi työssä tarkkailtiin sähköasemien päämuuntajien kuormitusasteita, jotta verkkotopologia voitiin suunnitella mahdollisimman tasaisesti jakautuneeksi.

Tarkasteluiden perusteella SeiVerkot Oy:n keskijänniteverkko ja sähköasemien päämuuntajat ovat pääsääntöisesti kapasiteetiltaan riittäviä, eikä välittömiin rakennemuutoksiin ole aihetta. Edelleen on kuitenkin syytä kiinnittää huomiota vanhempien jakeluverkon osien poikkipinta-alojen riittävyyteen sekä elinikään.

ABSTRACT

Author	Tommi Halkosaari
Title	Extension of the Distribution Network with a New Substation
Year	2016
Language	Finnish
Pages	40 + 2 Appendices
Name of Supervisor	Jari Koski

The purpose of this thesis was to find out medium-voltage network changes needed to be done when a new substation will be introduced in the autumn 2016. In addition, the aim was also to find out how it is possible to completely replace the Myllykoski substation in case of a possible fault situation. This thesis was made for SeiVerkot Oy, the power distribution network company in the Seinäjoki City area.

Design and engineering software called Trimble NIS Energy was used in the planning. The software also takes advantage of available network information of consumption and the switch state data from Trimble DMS system. The most important thing was to find the sufficient capacity of older cables and overhead power lines and sizing in terms of consumption. The assignment was also to ensure the right protection in a fault situation. The loading factors of the substation main transformer were also examined, in order to design the network topology as an evenly distributed.

Based on these calculations the SeiVerkot company's medium-voltage network, substations and the main transformers are of sufficient capacity in general. This is why an immediate structural change is not necessary. However, it is necessary to pay attention to the older parts of the distribution network and especially the sufficiency of the cross-sectional areas, as well as service life.

Keywords	Distribution network, medium voltage, network calculation, substation, load capacity
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	YLEISTÄ	9
1.1	Tavoitteet ja aihealue	9
1.2	Seinäjoen Energia Oy	9
1.3	SeiVerkot Oy	10
2	JAKELUVERKON RAKENNE	11
2.1	Nykytilanne.....	12
2.2	Sähköasemat ja niiden päämuuntajat	13
2.3	Tilanne tulevaisuudessa	13
3	LASKENTAMENETELMÄT	15
3.1	Tehojakolaskenta	15
3.2	Oikosulkulaskenta.....	17
3.3	Maasulkulaskenta.....	18
3.4	Lähtötiedot laskennassa	18
4	LASKELMIEN TULOKSET	19
4.1	Päämuuntajien kuormitusasteet	19
4.2	Laskenta verkon nykyisessä kytkentätilanteessa	20
4.3	Laskenta Kärmeskydön sähköaseman ollessa käytössä.....	21
4.4	Laskenta Myllykosken sähköaseman korvaavassa kytkentätilanteessa..	21
5	JAKORAJAT	24
5.1	Jakorajat verkon nykyisessä kytkentätilanteessa	24
5.2	Jakorajat Kärmeskydön sähköaseman käyttöönoton jälkeen.....	27
5.3	Jakorajat Myllykosken sähköasemaa korvattaessa	29
6	SUOJAUSTARKASTELU	33
6.1	Hätäkuormitettavuus	33
6.2	Oikosulkuvirrat	34
6.3	Maasulkusuojaus.....	37
7	YHTEENVETO	39
	LÄHTEET.....	40
	LIITTEET	

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. SeiVerkot Oy:n sähkönjakelualue.	11
Kuva 2. SeiVerkot Oy:n 20kV jakeluverkko.	12
Kuva 3. Kuormitusasteiden väritykset.	15
Kuva 4. Tehonjakolaskennan parametrit.	16
Kuva 5. Oikosulkulaskennan parametrit.	17
Kuva 6. Maasulkulaskennan parametrit.	18
Kuva 7. Myllykosken kuormitusasteet nykytilassa.	21
Kuva 8. Verkon kuormitusasteet Myllykosken sähköasemaa korvattaessa.	22
Kuva 9. Kärmeskydön sähköaseman jakorajat.	28
Kuva 10. Muutokset jakorajoihin, kun Kärmeskytö käytössä.	29
Kuva 11. Myllykosken sähköaseman korvaavat jakorajat.	32
Kuva 12. Pohjan sähköaseman J09-lähdön oikosulkukestoisuudet.	35
Kuva 13. Soukkajoen sähköaseman lähtöjen oikosulkukestoisuudet.	35
Kuva 14. Maasulkulaskenta Soukkajoki PM1.	38
Taulukko 1. Päämuuntajien kuormitusasteet.	19
Taulukko 2. Myllykosken sähköaseman korvaavan kytkennän kuormitusasteet.	23
Taulukko 3. Jakorajat verkon nykyisessä kytkentätilanteessa.	25
Taulukko 4. Kärmeskydön sähköaseman jakorajat.	27
Taulukko 5. Muuttuvat jakorajat	28
Taulukko 6. Muuttuvat jakorajat korvattaessa Myllykosken sähköasemaa.	30
Taulukko 7. Kaapelien hätäkuormitettavuuskertoimet.	34

LIITELUETTELO

LIITE 1. Kärmeskydön sähköaseman tehonjakolaskentaraaportti

LIITE 2. Kärmeskydön sähköaseman oikosulkulaskentaraaportti

LYHENTEET

DMS	Distribution Management System
ITI	Itikan sähköasema
KUL	Kultavuoren sähköasema
KÄR	Kärmeskydön sähköasema
MEUR	Miljoona euroa
MYL	Myllykosken sähköasema
POH	Pohjan sähköasema
SOU	Soukkajoen sähköasema
kV	Kilovoltti

1 YLEISTÄ

1.1 Tavoitteet ja aihealue

Opinnäytetyössä selvitettiin SeiVerkot Oy:n uuden Kärmeskydön 110/20kV sähköaseman käyttöönoton vaikutuksia koko 20 kV jakeluverkolle. Uuden sähköaseman käyttöönoton myötä 20 kV jakeluverkon verkkotopologia tulee muuttumaan ja samalla varayhteydet sekä korvattavuudet parantuvat. Työssä tarkasteltiin 20 kV jakeluverkon nykytila sekä tilanne, kun uusi sähköasema on käytössä. Tarkastelu tehtiin tehonjako- oikosulku- ja maasulkulaskentojen osalta.

Työssä suoritettiin lisäksi 20 kV jakeluverkon korvaustarkastelu tilanteessa, jossa yhden sähköaseman kuormat on siirrettävä muille sähköasemille. Tarkastelu tehtiin Myllykosken sähköaseman osalta, joka sijaitsee Seinäjoen kaupungin keskeisimmällä paikalla ja sen takana on iso osa Seinäjoen keskustan kulutuksesta. Tarkastelun perusteella selvitettiin, onko sähköaseman korvattavuus mahdollinen joka tilanteessa.

Opinnäytetyön lähtö- ja vertailukohtana käytettiin vuonna 2006 Harri Pekkasen Seinäjoen Energia Oy:lle tekemää opinnäytetyötä 20 kV:n varasyöttöyhteyksien tutkimisesta. Kyseisessä työssä toteutettiin hieman vastaavia tarkasteluja koko silloiselle sähköverkolle. Kymmenessä vuodessa kuitenkin kaupunki on kasvanut merkittävästi, joten tarkastelut oli syytä päivittää. /3/

1.2 Seinäjoen Energia Oy

Sähkölaitostoiminta sai alkunsa Seinäjoen maalaiskunnan ja taajaväkisen yhdyshäyunnan kasvavasta sähkötarpeesta, jolloin oma sähkölaitos perustettiin Seinäjölle 19.4.1927. Näin ollen Seinäjoen Energia Oy täyttää 90 vuotta 19.4.2017. Seinäjoen sähkölaitostoiminnan alkuvuosikymmenet keskittyttiin kasvavan sähkötarpeen tyydyttämiseen. Ensin hankittiin höyrykonevoimala Itikanmäelle, jonka jälkeen päätettiin rakentaa Myllykosken vesivoimala keskelle kaupunkia. Lopulta myös ostosähköön jouduttiin turvautumaan. 1950-luvun alussa perustettiin Etelä-Pohjanmaan Voima Oy (EPV), jossa Seinäjoen kaupungin omistusosuus oli 10,5

%. Vuonna 1979 aloitettiin Seinäjoella kaukolämpötoiminta ja samalla yhtiön nimi muutettiin Seinäjoen kaupungin energialaitokseksi.

Seinäjoen Energia Oy aloitti kaupungin täysin omistamana yhtiönä 1.9.1994. SeiVerkot Oy aloitti toimintansa sähköverkkoyhtiönä, Seinäjoen Energian tytäryhtiönä 1.1.2007. Seinäjoen Energia –konserniin liitettiin 1.1.2011 alkaen myös Seinäjoen Vesi Oy. Seinäjoen Energia –konsernissa työskentelee tällä hetkellä noin 114 vakituista työntekijää, pois lukien Seinäjoen Vesi Oy:n työntekijät. /4/

Seinäjoen Energia –konsernin liikevaihto vuonna 2015 oli 69 miljoonaa euroa, joka jakaantui seuraaville neljälle toimialalle. Sähkön myynti 20,1 MEUR (504 GWh), sähkönsiirto SeiVerkot Oy 11,1 MEUR (397 GWh), kaukolämpötoiminta 22,2 MEUR (401 GWh) ja Seinäjoen Vesi Oy 15,2 MEUR (5,4 milj. m³). /4/

1.3 SeiVerkot Oy

SeiVerkot Oy on toiminut vuoden 2007 alusta lähtien, kun Seinäjoen Energia Oy yhtiöitti sähkön siirtoliiketoiminnan omaksi yhtiökseen. SeiVerkot Oy:n harjoittama sähköverkkoliiketoiminta on vakaata pitkän elinkaaren liiketoimintaa. Seinäjoen Energia Oy omistaa aiemmin rakennetun verkon. SeiVerkot Oy on vuokrannut sen käyttöönsä ja hallinnoi sitä sekä vuodesta 2013 alkaen myös omistaa itse rakentamansa verkon. SeiVerkot Oy hoitaa jakeluverkon suunnittelun, rakentamisen kunnossapidon ja käytön. SeiVerkot Oy hallinnoi 5 kpl omia 110kV/20kV sähköasemia, joissa on 6 kpl 110kV/20kV muuntajia ja joiden kokonaismuuntoteho on 132 MVA. Näiden lisäksi tulee vielä tässäkin työssä tarkasteltava uusi sähköasema. Omaa vesivoimaa yhtiöllä on 9,6 MW ja sähköntuotantokapasiteettia 108 MW. SeiVerkot Oy:n verkkoalueen suurin tehohuippu saavutettiin 7. tammikuuta 2016 kello 9:00-10:00. Teholukema oli tuolloin 81,4 MW.

2 JAKELUVERKON RAKENNE

SeiVerkot Oy:n sähkönjakelualueeseen kuuluu niin sanottu vanha Seinäjoen kaupungin alue eli alue ennen kuntaliitoksia Peräseinäjoen, Nurmon ja Ylistaron kuntien kanssa. Sähkönjakeluverkon ulkopuolelta yhtiö kuitenkin hallinnoi ja ylläpitää myös katuvalaistusverkkoa koko nykyisen Seinäjoen alueella. Kuvassa 1 on esitettyä molemmat alueet, sähkönjakelualue ja katuvalaistusverkon ylläpitoalue.



Kuva 1. SeiVerkot Oy:n sähkönjakelualue.

2.1 Nykytilanne

Kuvassa 2on esitettyä SeiVerkot Oy:n hallinnoima 20 kV jakeluverkko. Kuvassa on esitettyä myös jokaisen päämuuntajan syöttämä alue yhdellä värillä. SeiVerkot Oy:n keskijänniteverkossa on tällä hetkellä johtoja 237 km, josta 108 km on maa-kaapelointeja. Muuntopiirejä keskijänniteverkossa on 438 ja yksittäisiä käyttöpaikkoja yhteensä noin 24 000.



Kuva 2. SeiVerkot Oy:n 20kV jakeluverkko.

SeiVerkot Oy:n keskijänniteverkko toimii normaalitilanteessa säteittäisenä, mutta verkkoon on rakennettu runsaasti rengassyötön mahdollistavia yhteyksiä. Rengassyötöt mahdollistavat kytkentämuutosten toteuttamiseen ilman, että asiakkailta jouduttaisiin katkaisemaan sähkön syöttö kokonaan.

2.2 Sähköasemat ja niiden päämuuntajat

SeiVerkot Oy:n keskijänniteverkkoa syöttää tällä hetkellä kuusi kappaletta 110/20 kV päämuuntajia kaikkiaan viideltä eri sähköasemalta. Itikan sähköasema on ainoa sähköasema, jossa on käytössä kaksi päämuuntajaa. SeiVerkot Oy:n keskijänniteverkossa on seuraavat sähköasemat ja päämuuntajat:

- Itikan sähköasema 2 kpl 16 MVA
- Pohjan sähköasema 1 kpl 25 MVA
- Myllykosken sähköasema 1 kpl 25 MVA
- Soukkajoen sähköasema 1 kpl 25 MVA
- Kultavuoren sähköasema 1 kpl 25 MVA.

Osalla sähköasemista on selvästi erottuvia erityispiirteitä ja huomioitavia asioita. Sähköasemista uusin on Kultavuoren sähköasema ja tärkein sen syöttämä yksittäinen asiakas on Valion Seinäjoen tehtaat. Myllykosken sähköasema syöttää suurta osaa Seinäjoen taajama-alueista ja myös kriittisenä kohteena Seinäjoen keskussairaala. Soukkajoen sähköasema sijaitsee Kyrkösjärven rannalla, aivan Vaskiluodon voiman Seinäjoen voimalaitoksen vieressä. Voimalaitos on yksi Seinäjoen alueen merkittävimmistä sähkön ja kaukolämmön tuottajista. Sähköjakeluverkon kannalta voimalaitos tuottaa etenkin Soukkajoen sähköasemalle suuria oikosulkuvirtoja, jotka täytyy ottaa huomioon sähköaseman lähtöjen suojauksia suunnitellessa.

2.3 Tilanne tulevaisuudessa

Sähköverkon rakenne muuttuu monelta osin, kun syksyllä 2016 otetaan käyttöön uusi Kärmeskydön sähköasema. Kärmeskydön sähköasemalle asennetaan kunnostettu ja huollettu, aikaisemmin Soukkajoen sähköasemalla käytössä ollut 16 MVA päämuuntaja. Sähköaseman käyttöönoton jälkeen SeiVerkot Oy:n muuntokapasiteetti tulee olemaan yhteensä 148 MVA. Kärmeskydön sähköasemalle on tarkoitus keskittää kaikki reuna-alueiden avojohtolinjat. Kun vikaherkimmät linjat kyetään näin siirtämään yhdelle sähköasemalle, pystytään muiden sähköasemien toimintavarmuutta parantamaan merkittävästi. Osittain muutosten taustalla on sähkömarkkinalaissa määritellyt jakeluverkon toiminnan laatuvaatimukset.

Sähkömarkkinalakia päivitettiin vuonna 2013, jolloin laatuvaatimuksia kiristettiin merkittävästi. Laissa on määritetty, että sähkönjakeluverkko on suunniteltava ja rakennettava, ja sitä on ylläpidettävä siten, että jakeluverkon vioittuminen myrskyn tai lumikuorman seurauksena ei aiheuta asemakaava-alueella verkon käyttäjälle yli 6 tuntia kestävää ja muilla alueilla yli 36 tuntia kestävää sähkönjakelun keskeytystä. Sähkönjakeluverkkojen elinkaaret ovat kuitenkin todella pitkiä, tyypillisesti vuosikymmenien mittaisia, ja niiden investoinnit vaativat paljon pääomaa. Tästä syystä sähkönjakeluverkkojen uudistamisnopeus on hyvin rajallinen ja vaatimuksille on asetettu pitkät siirtymäajat. Laki edellyttääkin sähkönjakeluyhtiöitä ainoastaan jakeluverkkojen asteittaiseen kehittämiseen. Sähkönjakeluyhtiöiden on täytettävä toimitusvarmuusvaatimukset 50 %:lla jakeluverkon käyttäjistä vuoden 2019 loppuun mennessä, 75 %:lla vuoden 2023 loppuun mennessä ja tiettyjä poikkeuksia lukuun ottamatta kaikilla käyttäjillä vuoden 2028 loppuun mennessä. /2/

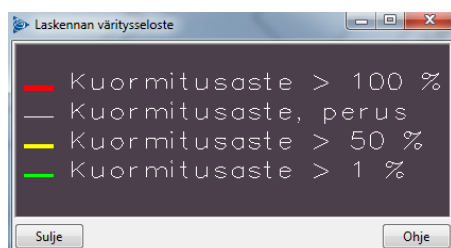
Yleisesti ajatellaan, että ilmajohtojen korvaaminen maakaapeloinneilla on ainoa vaihtoehto toimitusvarmuuskriteereiden täyttämiseen. Maakaapelointi on varmasti tehokkain tapa suojautua myrskyjä ja muita luonnonilmiöitä vastaan sekä poistaa lumikuormien aiheuttamat ongelmat jakeluverkosta. Maakaapelointi ei kuitenkaan sovi joka paikkaan ja on kustannuksiltaan kallista. Toimitusvarmuuteen voidaan kuitenkin vaikuttaa myös muilla toimenpiteillä. SeiVerkot Oy:n jakeluverkkoalueella on esimerkiksi käytetty jo pitkään päällystettyjä avojohtoja, ns. PAS-johtoja. PAS-johdoissa on eristystä sen verran, että johtimien hetkellinen toisiinsa kosketaminen ei aiheuta läpilyöntiä ja oikosulkua ja esimerkiksi puu voi olla kevyesti kaatuneena johdinta vasten useitakin päiviä. PAS-johto mahdollistaisi myös metsissä maanomistajia miellyttävän kapeamman johtokadun, mutta SeiVerkot Oy:n alueella johtokatuja ei olla merkittävästi kavennettu. Hoitamalla hyvin ja säännöllisesti sekä uusia että vanhempia johtokatuja, voidaan näidenkin sähkölinjojen toimintavarmuutta parantaa. Monissa sähköverkkoyhtiöissä on myös alettu siirtämään metsissä kulkevia ilmajohtoja teiden varsille, jolloin sekä yleinen toimintavarmuus että korjattavuus vikatilanteissa paranevat. Myös verkoston suojausautomaation avulla voidaan tietyn tyyppisiä vikoja korjata jopa täysin automaattisesti, parhaimmillaan ilman sähkökatkojakin. /1/

3 LASKENTAMENETELMÄT

Kaikki laskennat suoritettiin Trimble NIS Energy – verkostolaskentaohjelmistolla. Ohjelmisto on tunnettu aikaisemmin nimellä Tekla NIS. Ohjelmisto on tarkoitettu sähköverkkoyhtiöille kokonaisvaltaiseen jakeluverkkojen hallintaan. Järjestelmän avulla voidaan suorittaa kaikki tarvittavat sähkönjakeluverkon toiminnot suunnittelusta rakentamiseen, käyttötoimintaan, kunnossapitoon ja asiakaspalveluun. Järjestelmä kykenee hakemaan reaaliaikaiset kytkentätilanteet käytössä olevasta Trimble DMS -järjestelmästä. Tässä työssä keskityttiin laskemaan järjestelmän avulla koko sähkönjakeluverkon tehonjakautumista, jännitealenemia sekä oikosulku- ja maasulkutilanteita.

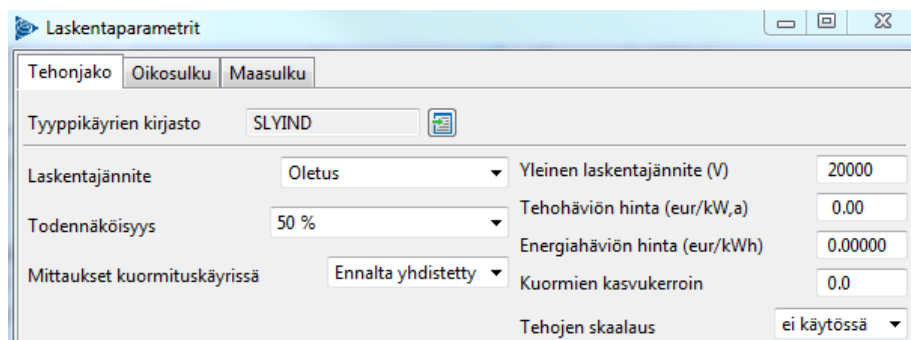
3.1 Tehojakolaskenta

Tehojakolaskennan avulla voidaan tarkastella muun muassa sähkönjakeluverkon kuormitus tilanteita, jännitteitä ja tehohäviöitä. Työssä käytetty tehonjakolaskennan konfiguraatio perustui kulutustietoihin, joita järjestelmän tietokantaan on ajettu tunnin tarkkuudella. Tässä työssä keskityttiin erityisesti suorittamaan tehonjakolaskennat aikavälillä, johon kuului myös 7.1.2016 saavutettu kulutushuippu. Tehonjakolaskennassa lasketaan sähkönjakeluverkosta tehoja, virtoja, jännitteitä, jännitealenemia sekä tehohäviöitä. Tuloksiksi saadaan tiedot johto-osien suurimmista tehoista, kuormitusvirroista, jännitealenemista ja tehohäviöistä niiltä tunneilta kun suurin tai heikoin tulos saavutetaan. Laskennan tuloksista saadaan myös selville johtojen kuormitusasteet vertaamalla laskettua virta-arvoa johdon suurimpaan sallittuun kuormitusvirtaan. Laskentatulosten perusteella johto-osat on mahdollista myös värittää korostusväreillä, esimerkiksi kuormitusasteen mukaan. Oletuksena järjestelmä tarjoaa värityksiksi kuvassa 3 esitetyjä värityksiä.



Kuva 3. Kuormitusasteiden väritykset.

Tämän työn kaikissa tehonjakolaskujen kuormituskäyrien mittauksen asetuksena käytettiin ennalta yhdistettyä tapaa, jossa ohjelmisto otti huomioon järjestelmän tietokantaan ajettuja sähkön toteutuneita kulutusten tuntisarjoja koko vuoden ajalta. Tämän työn tekohetkellä käytettävissä oli tuntisarjat ajalta 1.2.2015–31.1.2016. Tarvittaessa puuttuvien mittaustietojen osalta laskenta osasi hyödyntää oletuksena olevaa Suomen Sähkölaitosyhdistyksen tuottamaa SLYIND -tehonkulutuksen indeksisarjaa, eli erilaisten kulutustyyppikäyrien kirjastoa. Indeksisarjan avulla on mahdollista laskea erilaisten kulutus- ja asiakasryhmien välisiä sähkönkulutushuippujen eroja ja saada ne vastaamaan mahdollisimman hyvin verkossa todellisesti tapahtuvia kuormien vaihteluita. Ilman todellisia tuntisarjoja ja tyyppikäyriä laskennan lopputulokset olisi todella epätarkkoja, kun kulutusten hajonta ei vastaa todellisuutta. Todellisuudessa asiakas- ja kuluttajaryhmien huippukulutukset eivät tapahdu samanaikaisesti. Laskennat johtaisivat siten erittäin runsaaseen sähköverkon ylityöittämiseen. Kuvassa 4 on esitetty tehonjakolaskennassa käytettyjä laskenta-parametreja. /6/



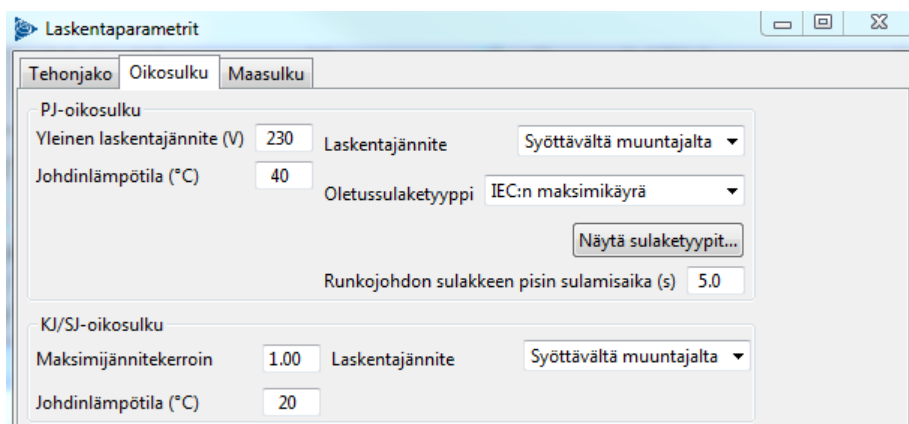
Kuva 4. Tehonjakolaskennan parametrit.

Tyyppikäyrien laskentaparametreihin täytyi määrittää myös laskennassa käytetty todennäköisyysprosentti, millä todennäköisyydellä kuormitus ei tulisi olemaan todellisuudessa suurempi kuin laskennassa käytetty kuormitus. Parametrin avulla laskettavalle verkolle määritetään tilastomatemattinen varmuus, joka perustuu tunnettuihin kuormituskäyriin. Todennäköisyysprosentiksi voitiin valita arvo 13 eri vaihtoehdosta alkaen 50 %:sta päättyen 99,99 %:iin. Laskennan todennäköisyysdeksi oli mahdollista valita myös laskenta ilman hajontoja, jossa tehonjako laske-

taan ilman kuormitustehojen hajontaa. Tässä vaihtoehdossa ei myöskään oteta huomioon tehon varianssia tehohäviöiden tai jännitteenalennemien laskemisessa. Valittu todennäköisyysprosentti ei kuitenkaan vaikuta tehohäviöiden laskentaan, sillä ne järjestelmä laskee aina 50 %:n todennäköisyydellä. Laskennan todennäköisyysprosentiksi valittiin lopulta sama 50 %, eli tällä tilastollisella todennäköisyydellä ei verkon kuormitus tule olemaan suurempi kuin laskennassa käytetty kuormitus. /6/

3.2 Oikosulkulaskenta

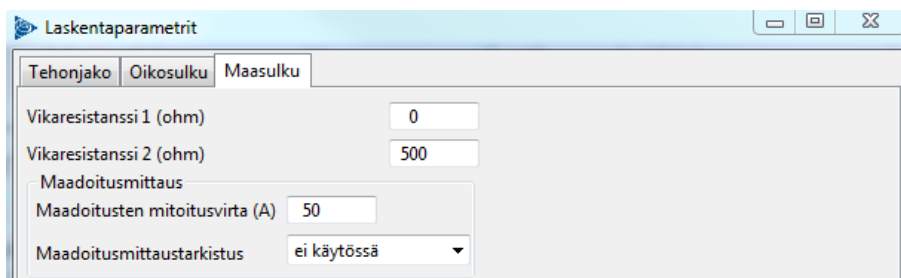
Oikosulkulaskennan avulla voitiin varmistaa oikosulkusuojauksien toiminta verkon vikatilanteessa. Oikosulkulaskennassa lasketaan kaksi- ja kolmivaiheiset oikosulkuvirtojen arvot maasta erotetuille verkoille. Maadoitetuille verkoille on mahdollista laskea yksivaiheiset oikosulkuvirtojen arvot. Laskennassa järjestelmä tarkastelee ja vertaa johto-osista laskettuja oikosulkuvirta-arvoja ja johdoille määriteltyjä kuormitettavuuksia. Lopputuloksesta selviää ylittyvätkö johto-osien termiset kuormitettavuudet oikosulkutilanteessa. Laskennan avulla voidaan myös selvittää verkon osista ne, joissa oikosulkuvirran minimi- ja maksimi-arvot syntyvät. Näitä laskentatuloksia voidaan käyttää hyödyksi relesuojauksien asettelua tehdessä, jotta johto-osien suojaukset toimivat odotetulla tavalla. Kuvassa 5 on esitetty työn oikosulkulaskennassa käytetyt laskentaparametrit. /6/



Kuva 5. Oikosulkulaskennan parametrit.

3.3 Maasulkulaskenta

Maasulkulaskentaa varten verkon johto-osille on syötetty maakapasitanssiarvot, jotka kuvaavat vaiheen ja maan välistä kapasitanssia, jonka läpi maasulkuvirta kulkee. Maakapasitanssiarvot vaihtelevat suuresti kaapelityyppien mukaan. Esimerkiksi nykyään yleisesti käytetyn AHXAMK-W-keskijännitekaapelin maakapasitanssi on noin 50 % pienempi kuin vanhemmissa johto-osissa käytetyllä APY-AKMM-keskijännitekaapelilla. Kuvassa 6 on esitettyinä maasulkulaskennassa käytetyt laskentaparametrit. Laskennassa vikaresistanssiksi asetettiin kaksi eri arvoa, 0 Ω ja 500 Ω . Maasulkuresistanssit kuvaavat sitä resistanssia, jonka kautta maasulku laskennassa tapahtuu.



Laskentaparametrit	
Tehonjako Oikosulku Maasulku	
Vikaresistanssi 1 (ohm)	0
Vikaresistanssi 2 (ohm)	500
Maadoitusmittaus	
Maadoitusten mitoitusvirta (A)	50
Maadoitusmittaustarkistus	ei käytössä

Kuva 6. Maasulkulaskennan parametrit.

3.4 Lähtötiedot laskennassa

Laskennan pohjaksi määriteltiin muutamia lähtöoletuksia ja kytkentätiloja, joissa laskennat suoritettiin. Esimerkkinä ja tärkeimpänä näistä mainittakoon, että verkossa olevaa Kyrkösjärven vesivoimalaitosta ei huomioitu laskentoja suoritettaessa, sillä voimalaitosta ajetaan epäsäännöllisesti esimerkiksi Kyrkösjärven vesitilanteen ja sähkön hinnan mukaan.

4 LASKELMIEN TULOKSET

Tässä luvussa käsitellään lähinnä tehojakolaskennasta saatuja tuloksia. Tehonjakolaskenta suoritettiin kolmessa osassa, ensimmäinen nykyisessä kytkentätilanteessa, toinen kun Kärmeskydön sähköasema on otettu käyttöön ja kolmas tilanteessa, jossa Kärmeskydön sähköasema on otettu käyttöön ja Myllykosken sähköasema on korvattu. Tehonjakolaskennan perusteella tarkasteltiin koko keskijänniteverkon ja sähköasemien päämuuntajien kuormitusasteita ja jännitteenalenemia. Oikosulku- ja maasulkulaskennan tuloksia käsitellään suojaustarkastelun yhteydessä luvussa 6.

4.1 Päämuuntajien kuormitusasteet

Tehojakolaskennan tuloksista oli mahdollista koota yleiskuva päämuuntajien kuormitusasteista eri tilanteissa. Päämuuntajien kuormitusasteet kaikissa kolmessa eri kytkentätilanteessa on kerätty taulukkoon 1.

Taulukko 1. Päämuuntajien kuormitusasteet.

Päämuuntaja:	Kuormitusaste %		
	Nykyinen tilanne:	Kärmeskytö käytössä:	Kärmeskytö käytössä ja Myllykoski korvattu:
Pohja PM1	71	71	83
Itikka PM1	60	60	60
Itikka PM2	48	48	70
Myllykoski PM1	82	80	
Kultavuori PM1	28	28	36
Soukkajoki PM1	37	22	74
Kärmeskytö PM1		15	15

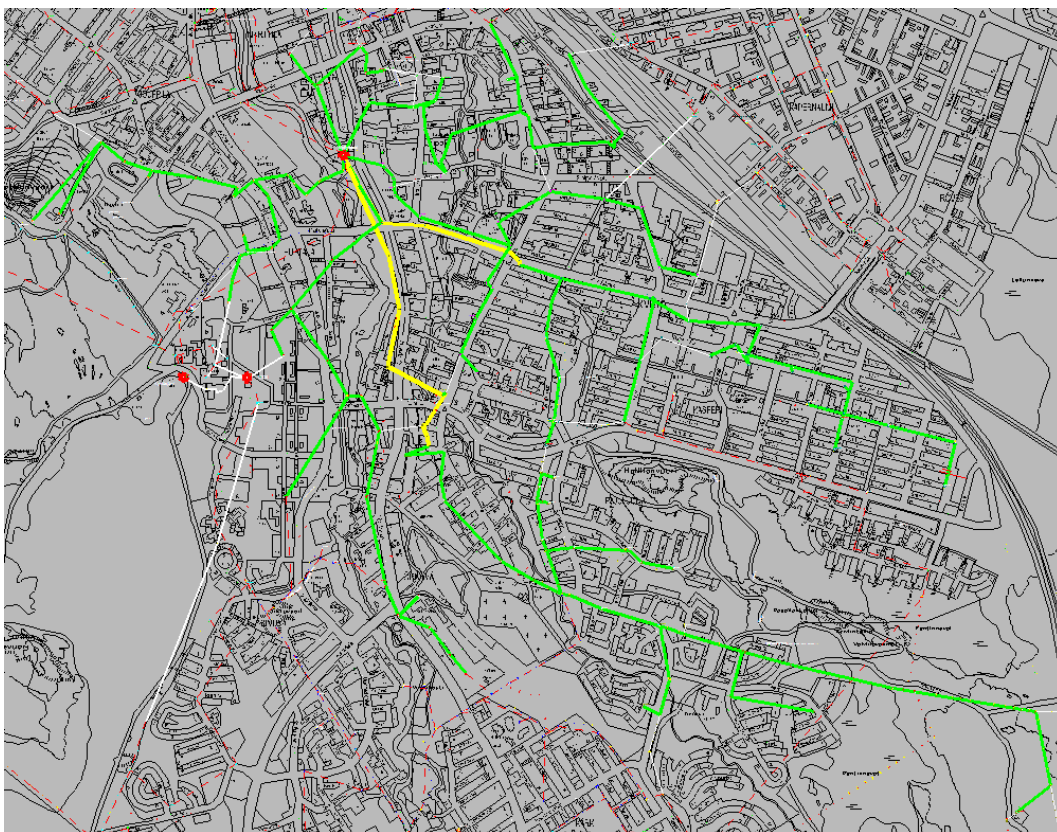
Nykyisessä kytkentätilanteessa sähköasemien päämuuntajat ovat suhteellisen tasaisesti kuormitettuja, eivätkä kuormitusasteet nouse yli 100 %:n missään laskennan vaiheessa. Seuraavia laskettavia kytkentätilanteita ajatellen huomionarvoista on kuitenkin nykyisessä kytkentä tilanteessa Myllykosken päämuuntajan 82 %:n kuormitusaste, joka osoittaa miten keskeisiä kuormia Myllykosken sähköasemalta syötetään.

Kärmeskydön sähköaseman käyttöönoton jälkeen kuormitukset oletetusti pieneni-
vät muilla sähköasemilla. Käyttöönoton jälkeen uuden Kärmeskydön sähköaseman
päämuuntajan kuormitusasteeksi, suunnitelluilla jakorajoilla, tulee ainoastaan
15 %, joka on syötettävän verkon ja muodostettujen jakorajojen perusteella myös
oletettava tulos. Merkittävin muutos syntyy Soukkajoen sähköasemalle, josta pois-
tuu suuri osa Seinäjoen eteläisestä sähköverkosta.

Myllykosken sähköasemaa korvattaessa voitiin huomata, että korvaavien sähköase-
mien päämuuntajien kuormitusasteet kasvavat, Kärmeskydön sähköasemaa lu-
kuun ottamatta. Suurin kuormitusaste kappaleessa 5.3 määritellyillä jakorajoilla
syntyy Pohjan sähköasemalle, jossa jo normaalissakin tilanteessa oli toiseksi suurin
kuormitusaste. Kaikkein eniten kuormitusaste nousee kuitenkin Soukkajoen sähkö-
aseman päämuuntajalla, josta nykyiseen tilanteeseen verrattuna on siirretty noin 15
-prosenttiyksikön verran kuormaa uudelle Kärmeskydön sähköaseman päämuunta-
jalle. Kuormitusaste Soukkajoen sähköaseman päämuuntajalla nousee kaikkiaan 52
-prosenttiyksikköä eli noin 3,3 kertaiseksi.

4.2 Laskenta verkon nykyisessä kytkentätilanteessa

Koko verkosta nykyisestä kytkentätilanteesta löytyy tehonjakolaskennan perus-
teella ainoastaan kahdelta lähdöltä korkeahkot kuormitusasteet, mutta niistäkin mo-
lemmat ovat vielä kaukana 100 %:n kuormitettavuudesta. Lähdöt näkyvät keltai-
sella värillä kuvassa 7 ja ovat molemmat Myllykosken sähköasemalta lähteviä läh-
töjä. Lähdössä J11 kuormitusaste on 70 % ja lähdössä J13 kuormitusaste on 64 %.
Molemmissa lähdöissä joissa kuormitusaste oli yli 50 %, on kaapelin tyyppi tältä
osalta vanha paperieristeinen APYAKMM 3x120 mm².



Kuva 7. Myllykosken kuormitusasteet nykytilassa.

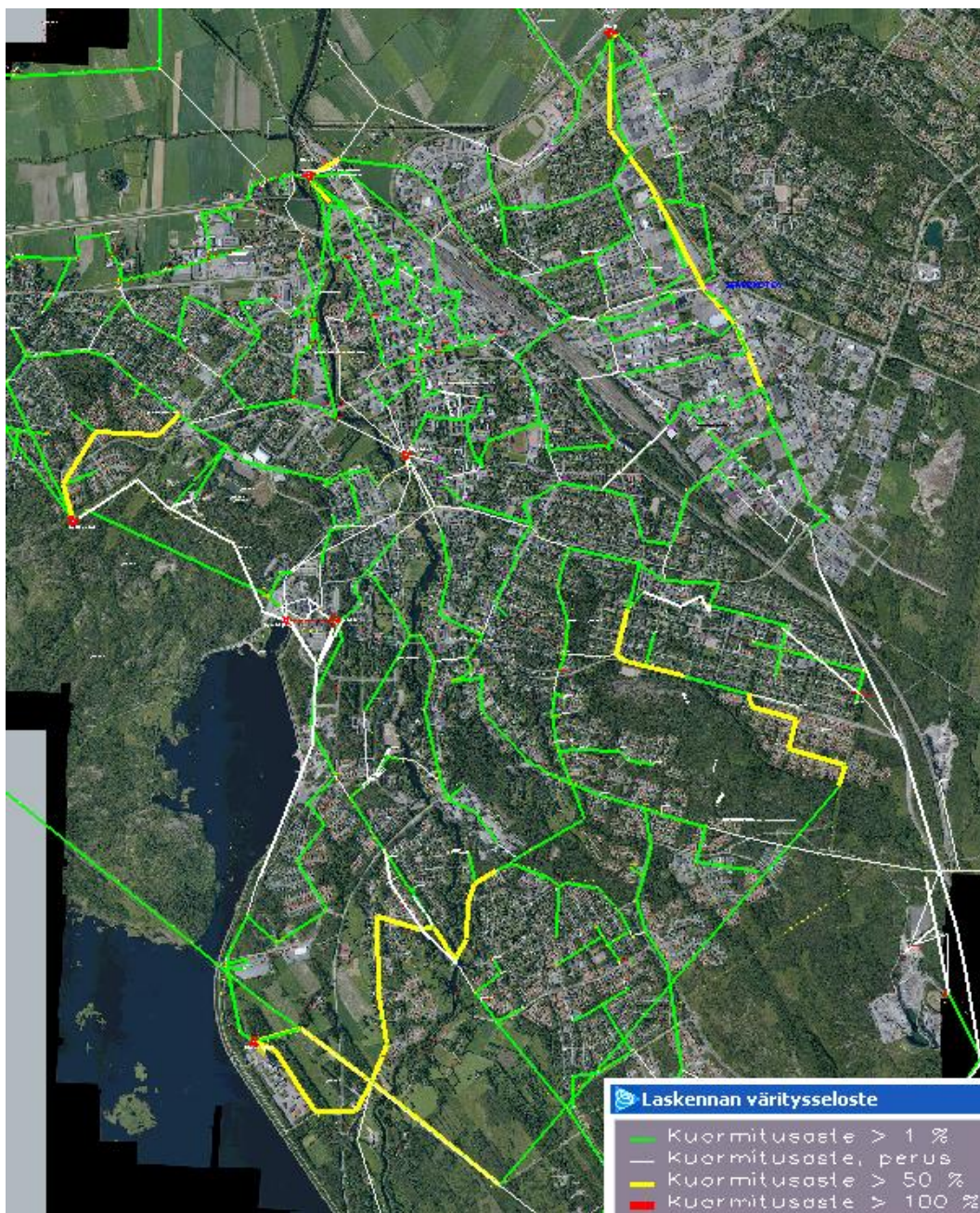
4.3 Laskenta Kärmeskydön sähköaseman ollessa käytössä

Kärmeskydön sähköasemaa otettaessa käyttöön, voitiin sen syötettäväksi siirtää helposti eri verkon osia. Kuitenkin, koska sähköasema jää syöttämään suhteellisen pientä kuormitusta, mutta maantieteellisesti laajaa sähköverkon osaa, ei tehonjakolaskennan osalta löytynyt sen enempää puutteita tai huomautettavaa kuin verkon nykytilanteessakaan. Tehonjakolaskennan laskentaraaportti Kärmeskydön sähköaseman lähtöjen ja päämuuntajan osalta on esitetty liitteessä 1.

4.4 Laskenta Myllykosken sähköaseman korvaavassa kytkentätilanteessa

Varmasti mielenkiintoisin osa laskelmista oli tilanne, jossa Myllykosken sähköasema korvattiin kokonaan. Kyseisestä tilanteesta selvitettiin, miten korvaavat kuormat voidaan jakaa mahdollisimman tasaisesti huomioiden kaikkien verkon osien ja sähköasemien päämuuntajien kuormittumisen. Jakorajojen muodostamisen

kannalta tätä tilannetta käsitellään kappaleessa 5.3. Korvaavan kytkennän muodostamisen kannalta tärkeintä oli seurata kuormitusasteita muodostuneessa verkossa.



Kuva 8. Verkon kuormitusasteet Myllykosken sähköasemaa korvattaessa.

Kuvasta 8 on nähtävissä koko keskijänniteverkon kuormitusasteet tilanteessa, jossa Myllykosken sähköasema ei syötä ainuttakaan lähtöä ja on siten täysin korvattu.

Kuvassa on esitetty keltaisella ne johto-osuudet, joissa kuormitusaste pääsee nousemaan yli 50 %. Yhdenkään lähdön kuormitusasteet syötettävässä verkossa eivät nousseet kriittiselle yli 100 % tasolle. Lähellä tätä rajaa on kuitenkin Soukkajoen J05 –lähtö, jossa laskennalliseksi kuormitusasteeksi syntyy 92 %. Muut lasketut yli 50 % kuormitusasteet ovat esitettynä taulukossa 2.

Taulukko 2. Myllykosken sähköaseman korvaavan kytkennän kuormitusasteet.

Myllykosken sähköaseman korvaava kytkentä.		
Kuormitusaste yli 50 %		
<i>Sähköasema</i>	<i>Lähtö</i>	<i>Kuormitusaste</i>
SOU	J05	92 %
POH	J07	78 %
SOU	J09	65 %
KUL	J11	64 %
ITI	J09	54 %
ITI	J05	52 %
POH	J05	51 %
SOU	J04	50 %

5 JAKORAJAT

Sekä suur- että keskijänniteverkot pyritään lähtökohtaisesti rakentamaan rengasverkoiksi käyttövarmuuden parantamiseksi. Kuitenkin verkkoa käytetään vain harvoin suoraan rengasverkkona, sillä rengasverkkoon tarkoitetut suojareleet ovat merkittävästi tavallisia suojareleitä kalliimpia. Niinpä tyypillisesti rengasverkkoon muodostetaan jakorajoja, joilla rengasverkko erotetaan tietyistä pisteistä. Jakorajoilla tarkoitetaan niitä sähköverkon pisteitä, joissa rajataan kytkettävän alueen suuruus- ja syöttösuunta. Jakorajoilla erotetaan myös eri sähköasemien syötöt toisistaan. Jakorajat toteutetaan verkossa ja muuntamoille asennettujen kytkin-, erotin-, ja katkaisijalaitteiden avulla.

Tavallisesti jakorajojen kytkennöissä ilmoitetaan ainoastaan auki olevat kytkinlaitteet ja suunta, jonne sähkönsyöttö voidaan tarvittaessa kytkinlaitteella kytkeä. Esimerkiksi jakoraja M17 → M5 luetaan: ”M17 auki suuntaan M5”. Jakorajat kerrotaan aina sähköasemittain ja lähdöittäin. Sähköasemilla sijaitsevien katkaisijoiden tunnuksiin on merkitty kolmella ensimmäisellä kirjaimella sähköaseman nimi ja lähtökennon numero, jossa katkaisija sijaitsee. Esimerkiksi Myllykosken sähköaseman lähtökennon numero 7 syöttämä johtolähtö lyhennetään muotoon MYL J07.

5.1 Jakorajat verkon nykyisessä kytkentätilanteessa

Jotta voitaisiin nähdä paremmin mitä muutoksia verkkoon on myöhemmin suunnitteilla, oli paikallaan koota verkon nykyisessä kytkentätilanteessa olevat jakorajat taulukkoon 3. Jakorajat on koottu taulukkoon sähköasemittain ja päämuuntajittain lajiteltuna. Kyseiset jakorajat ovat olleet pääsuuntaisesti käytössä jo pidemmän aikaa.

Taulukko 3. Jakorajat verkon nykyisessä kytkentätilanteessa.

Itikan sähköasema				Pohjan sähköasema	
Päämuuntaja 1		Päämuuntaja 2		LÄHTÖ	JAKORAJA
LÄHTÖ	JAKORAJA	LÄHTÖ	JAKORAJA		
J08	M347 → MK46	J03	ITI J03	J05	MK41 → JKJ1
	M281 → 290				M165 → MK11
	M203 → M14	J04	M145 → M7		M344 → MK23
	M16 → M348		M242 → MK38		M125 → M225
			M10 → M8		M125 → M67
J09	M226 → ITI J09		M112 → M12		M125 → M64
			M203 → M14		
J11	M42 → E109			J06	MK41 → JKJ1
	MK45 → E41	J05	M242 → MK38		M208 → M398
	MK56 → E124		M2 → M228		M207 → E39
	M92 → E65		M63 → M62		M207 → M325
	E3		M16 → MK13		M62 → M63
					M344 → MK23
J12	ITI J12	J06	M10 → M396		M125 → M64
			M10 → M8		
			M112 → 12	J07	M207 → M325
			M5 → M112		M165 → MK11
			M281 → M290		M125 → M225
					M224 → M98
		J07	M145 → M7		MK53 → M71/E137
			M10 → M396		
			M5 → M112	J08	M128 → M257
			M5 → M17		ITI J03
					M2 → M228
					M208 → M398
					M207 → E39
				J09	M128 → M257
					E1
					MK56 → E124
					MK45 → E41
					ITI J12

Myllykosken sähköasema					
LÄHTÖ	JAKORAJA	LÄHTÖ	JAKORAJA	LÄHTÖ	JAKORAJA
J05	M347 → MK46	J09	M25 → M27	J13	M75 → M74
	M5 → M17		M26 → M24		M81 → M76
	M19 → M23		M98 → M224		E32
	M19 → M316		M71 → M298		E101
			MK53 → M71 ^{E137}		M101 → E86
J07	M19 → M23		M75 → M74		
	M19 → M316			J14	M326 → MK2
	M25 → M27	J10	MYL J10		M378 → M296
	M16 → MK13				M81 → M76
	M16 → M348	J11	M71 → M298		M82 → E43
	M125 → M67		M102 → E27		M107 → E20
	M26 → M24		M102 → E36		
			E10	J15	M351 → E31
J08	MYL J08				
		J12	M51 → M53		
			M351 → M364		

Soukkajoen sähköasema			
LÄHTÖ	JAKORAJA	LÄHTÖ	JAKORAJA
J04	E63	J06	E63
	E125		
	E135	J07	M102 → E27
	M326 → M331		
	M331 → E125	J08	E130
			E18
J05	E18		E183
	M107 → E20		ALA J06
	E32		ALA J08
	E130		
	E135	J09	-
	M378 → M296		
	M82 → E43		

Kultavuoren sähköasema			
LÄHTÖ	JAKORAJA	LÄHTÖ	JAKORAJA
J07	E3	J11	M213 → M51
	MK19 → MK36		M51 → M53
	ALA J08		M84 → E155
			ALA J06
J09	MK19 → MK36		
		J12	M351 → E31
			M351 → M364
			KYR J06

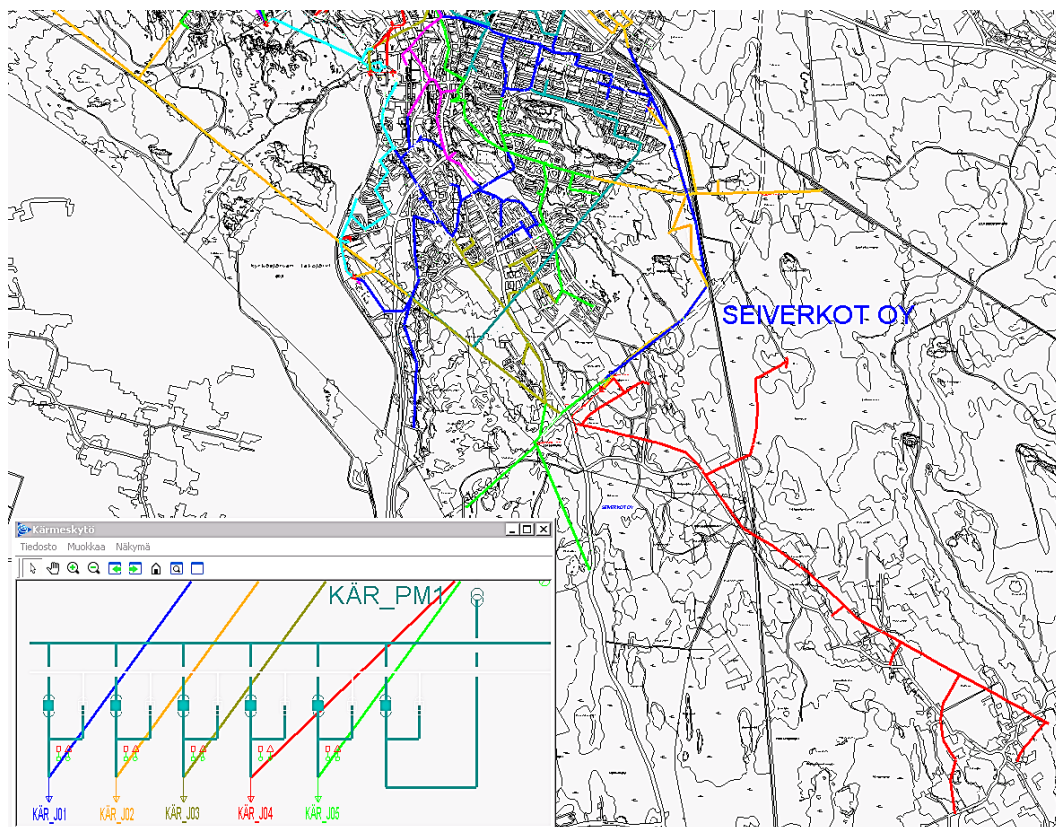
5.2 Jakorajat Kärmeskydön sähköaseman käyttöönoton jälkeen

Kun uusi Kärmeskydön sähköasema otetaan käyttöön syksyllä 2016, joudutaan jakeluverkon jakorajoja muuttamaan jonkin verran. Uudet jakorajat pyrittiin muodostamaan siten, että Kärmeskydön sähköasema tulee syöttämään pääasiallisesti eteläisen Seinäjoen ilmajohtoverkkoja. Näin voidaan vikaherkimpiä johto-osuuksia siirtää pois muilta sähköasemilta ja siten pienentää mahdollisen vikatilanteen vaikutusalueetta, kun kaava-alueet eivät koe johto-osien häntien vikoja. Uusien jakorajojen sijainteja laatiessa, otettiin huomioon myös esimerkiksi erottimien fyysinen sijainti maastossa. Uudet jakorajat pyrittiin näin suunnittelemaan paikkoihin, joihin on tarvittaessa helppo päästä tekemään kytkentätoimenpiteitä. Perusteita kyseisille siirroille on käsitelty kappaleessa 2.3.

Taulukossa 4 on esitetty Kärmeskydön sähköasemalle muodostuvat jakorajat lähdöittäin, kuvan 9 mukaisesti. Kärmeskydön lähtöä J01 pidetään toistaiseksi ainoastaan varayhteytenä Kapernaumin teollisuusalueelle ja siten sen johto-osuuksiin ei tule kuormaa lainkaan. Lähtö J02 tulee syöttämään lähinnä metsäosuudet Kasperin ja Pajuluoman asuntoalueiden periin. Lisäksi lähtöön J02 kytketään ilmajohtosuudet Syrjämäelle. Eniten syötettävää kuormaa syntyy lähdöille J03 ja J04. Lähtöön J03 kytketään Ilmajohto-osuudet Eskoon ja Kärjen asuntoalueen suunnalta. Lähtöön J04 kytketään koko Ämmälänkylän vanha avojohtoverkko. Lähtöön J05 kytketään ilmajohto-osuudet Ilmajoen ja Eskoonnevan suuntaan.

Taulukko 4. Kärmeskydön sähköaseman jakorajat.

Kärmeskydön sähköasema			
LÄHTÖ	JAKORAJA	LÄHTÖ	JAKORAJA
J01	M386 → E74	J03	E103
			M90 → E52
J02	E103		E18
	E23		E79
	E121		E5
	M142 → E200		
		J04	E23
		J05	E5



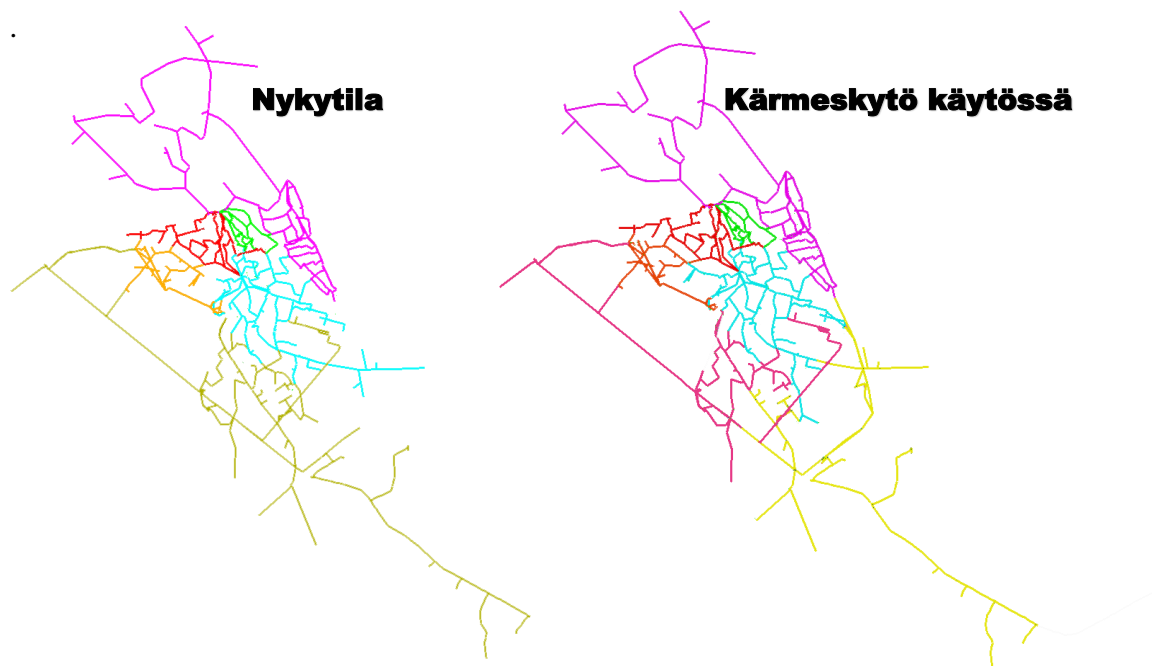
Kuva 9. Kärmeskyön sähköaseman jakorajat.

Taulukossa 5 on vastaavasti esitettyä ainoastaan koko verkon nykytilan jakorajoista muuttuvat jakorajat uuden sähköaseman käyttöönoton jälkeen. Kuten taulukoista voidaan huomata, ei suuriakaan jakorajamuutoksia tarvitse välittömästi Kärmeskyön sähköaseman käyttöönoton jälkeen tehdä.

Taulukko 5. Muuttuvat jakorajat

Muuttuvat jakorajat	
Sähköasema/ LÄHTÖ	UUDET JAKORAJAT
SOU J08	E79
MYL J11	M142 → E200
MYL J13	M90 → E52 E121
POH J07	M386 → E74

Suunnitelmassa täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että sähköasema otetaan käyttöön vasta syksyllä 2016 ja nyt suunniteltujen yhteyksien ja jakorajojen lisäksi on tarkoitus rakentaa ja ottaa myöhemmin käyttöön vielä enemmän lähtöjä ja yhteysreittejä. Kaiken kaikkiaan Kärmeskydön sähköasemalle on suunniteltu myöhemmin tulevaisuudessa otettavaksi käyttöön 16 eri lähtöä, joista 11 lähtöä syöttäisi jakeluverkon eri osia.



Kuva 10. Muutokset jakorajoihin, kun Kärmeskyttö käytössä.

Kuvassa 10 on esitettyä yleiskuva koko jakeluverkosta ja siihen tehtävistä verkotopologian muutoksista. Kuvan vasemmalla puolella on kuvattuna jakeluverkon nykyinen kytkentä tilanne ja oikealla puolella uusi kytkentätilanne, kun Kärmeskydön sähköasema otetaan käyttöön. Oikean puoleisessa kuvassa Kärmeskydön sähköaseman syöttämä alue on väritetty keltaisena.

5.3 Jakorajat Myllykosken sähköasemaa korvattaessa

Korvattaessa Myllykosken sähköasemaa, joudutaan jakorajoja siirtämään. Taulukossa 6 on koottuna uudet muodostetut jakorajat tilanteessa, jolloin Myllykosken sähköaseman syöttämän verkon sähkönsyöttö on korvattu muilla sähköasemilla. Taulukon sarakkeessa ”*Muuttuva jakoraja*” on esitetty se jakoraja, jota muuttamalla

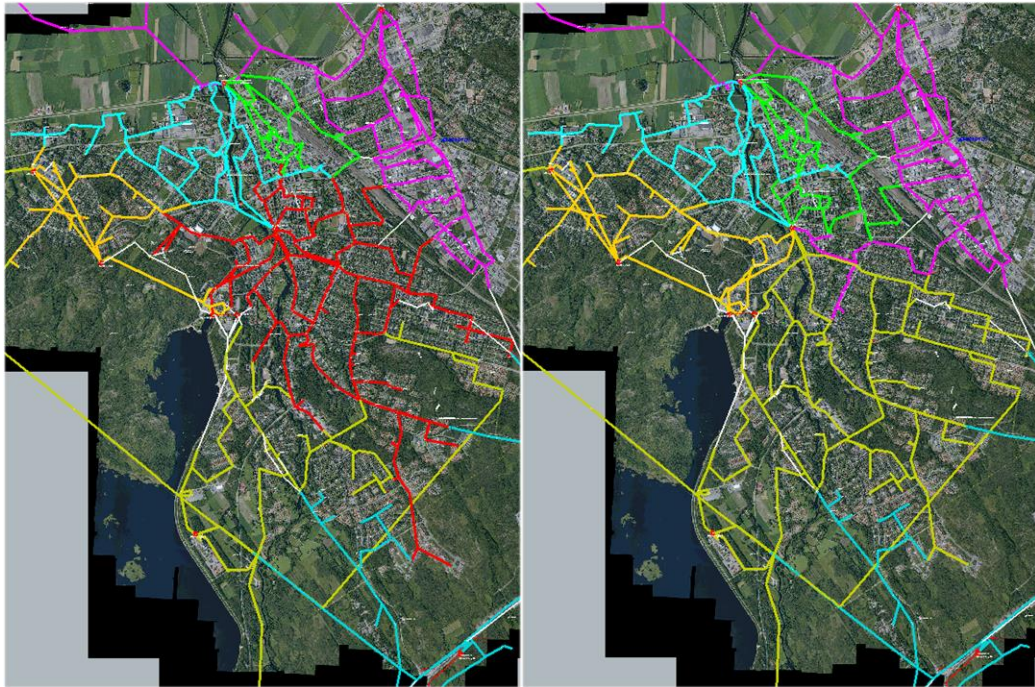
syötön suunta saadaan käännettyä. Jakorajoja muodostettaessa pyrittiin mahdollisimman yksinkertaisiin syöttösuuntien muutoksiin. Kun sopivat uudet jakorajat oli muodostettu, suoritettiin verkostolaskennat uudelle muodostuneelle verkolle, jotta voitiin varmistua verkon oikeasta toimivuudesta. Jakorajoja muutettaessa katkottomasti, on muistettava huomioida jälleenkytkentöjen tilapäinen käytöstä poistaminen ja niiden palauttaminen muutoksien jälkeen.

Taulukko 6. Muuttuvat jakorajat korvattaessa Myllykosken sähköasemaa.

Myllykosken sähköaseman korvaavat jakorajat				
Sähköasema/ LÄHTÖ	UUDET JAKORAJAT	MUUTTUVA JAKORAJA	EROTIN	TOIMINTA
ITI J07	MYL J05	M5 → M17	M5 Q1	KIINNI
	M347 → MK46			
	M19 → M23			
	M19 → M316			
	M145 → M7			
	M10 → M396			
	M5 → M112			
ITI J05	MYL J07	M16 → MK13	M16 Q2	KIINNI
	M19 → M23			
	M19 → M316			
	M25 → M27			
	M16 → M348			
	M125 → M67			
	M26 → M24			
	M242 → MK38			
	M2 → M228			
	M63 → M62			
ITI J08	MYL J08	Pysyy samana		
	M347 → MK46			
	M281 → 290			
	M203 → M14			
	M16 → M348			
POH J07	MYL J09	MK53 → M71 ^{E137}	MK53 Q3	KIINNI
	M25 → M27			
	M26 → M24			
	M98 → M224			
	M71 → M298			
	M75 → M74			
	M207 → M325			
	M165 → MK11			
	M125 → M225			
	M224 → M98			

ITI J09	MYL J10	Pysyy samana		
	M226 → ITI J09			
SOU J07	MYL J11	M102 → E27	M102 Q3	KIINNI
	E101			
	M142 → E200			
	M71 → M298			
	M102 → E36			
	E10			
KUL J11	MYL J12	M51 → M53	M51 Q1	KIINNI
	M351 → M364			
	M213 → M51			
	M84 → E155			
	ALA J06			
SOU J05	MYL J13	E32	E32	KIINNI
	M90 → E52			
	E121			
	E18			
	M107 → E20			
	E130			
	E135			
	M378 → M296			
	M82 → E43			
SOU J04	MYL J14	M326 → M331	M326 J08	KIINNI
	M378 → M296	M326 → MK2	M326 J10	KIINNI
	M81 → M76			
	M82 → E43			
	M107 → E20			
	E63			
	E125			
	E135			
	M331 → E125			
KUL J12	MYL J15	M351 → E31	E31	KIINNI
	M351 → M364			
	KYR J06			

Kuvassa 11 on esitetty, miten Myllykosken sähköaseman korvaavat jakorajat ja syöttösuunnat vaikuttavat verkkotopologiaan. Kuvassa vasemmalla on esitettyä punaisella värillä korvattava Myllykosken sähköaseman syöttämä jakeluverkon osa. Kuvan oikealla puolella on kuvattuna korvaavat jakorajat sähköasemittain.



Kuva 11. Myllykosken sähköaseman korvaavat jakorajat.

6 SUOJAUSTARKASTELU

Laskennan tuloksia analysoitiin monelta kantilta, joista yksi tärkeimmistä oli suo-
jauksien toimivuus. Suojaustarkasteluja tehdessä otettiin huomioon myös todellisen
häätätilanteen sattuessa kaapeleille määritellyt hätäkuormitettavuudet. Oikosulku-
laskennan avulla voitiin varmistua, että juuri suojausten toimivuuden kannalta kai-
kissa tilanteissa, kaikissa verkon osissa, oikosulkuvirran arvot pysyivät riittävän
korkeina. Näihin arvoihin vaikuttaa oleellisesti lähdön pituus ja sen kaapeleiden
poikkipinta-alat. Maasulkulaskennalla varmistettiin maasulkusuojausten toimi-
vuudet maasulun virtojen ja jännitteen U_0 arvojen avulla. Kaikki tarkastelut ja las-
kelmat suojausten osalta tehtiin jokaisessa kytkentätilanteessa. Työssä laskettiin
Kärmeskydön sähköaseman johtolähtöjen suojareleisiin sopivat asetteluarvot.

6.1 Hätäkuormitettavuus

Poikkeavissa tilanteissa palonkestävästi asennettuja kaapeleita on mahdollista yli-
kuormittaa hallitusti. Ylikuormitustilanteessa kaapelin sallittu käyttölämpötila yli-
tetään, mikä johtaa kaapelin eristysten tavallista nopeampaan haurastumiseen. Tätä
varten Sähköenergialiitto SENER ry on määritellyt verkostosuosituksissaan hätä-
kuormittavuuskertoimet ja ajalliset raja-arvot eri kaapelityypeille ja asennusolosuh-
teille. Kaikkien kaapeleiden hätäkuormitettavuuden keston raja-arvoiksi on määri-
telty 50 tuntia yhtäjaksoisesti sekä 500 tuntia koko kaapelin käyttöaikana. /5/

Hätäkuormitettavuuskertoimet on ilmoitettu kertoimena, joka kertoo hätäkuormi-
tettavuuden suhteessa tavalliseen kaapelin maksimikuormitettavuuteen. Avoilma-
johdoille ei ole määritelty hätäkuormittavuuksia lainkaan. Taulukosta 7 nähdään
esimerkiksi, että uusille maahan asennetuilla PEX-eristeisille kaapeleille hätäkuor-
mitettavuuskerroin on 1,30. Siten laskennassa ilmoitetun PEX-eristeisen kaapelin
johto-osuuden kuormitusaste ei saanut nousta yli 130 %:iin. Vanhoille paperieris-
teisille kaapeleille kerroin on 1,20. Koska kaapelin ylikuormitus lyhentää kaapelin
käyttöikää oleellisesti, on hätäkuormitettavuustilanteita syytä rajoittaa niin määräl-
lisesti kuin kestollisesti. Hätäkuormitettavuuden avulla saadaan kuitenkin tilapäistä
joustavuutta ja toimintavarmuutta sähköverkkoon. /5/

Taulukko 7. Kaapelien hätäkuormitettavuuskertoimet.

	Johtimen maksimilämpötila hätäkuormituksella (°C)	Hätäkuormitettavuuskerroin	
		Kaapeli ilmassa +25°C	Kaapeli maassa +15°C
Kaapelityyppi:			
12–24 kV paperieristeinen	95	1,26	1,20
1–24 kV PEX-eristeinen	130	1,20	1,30

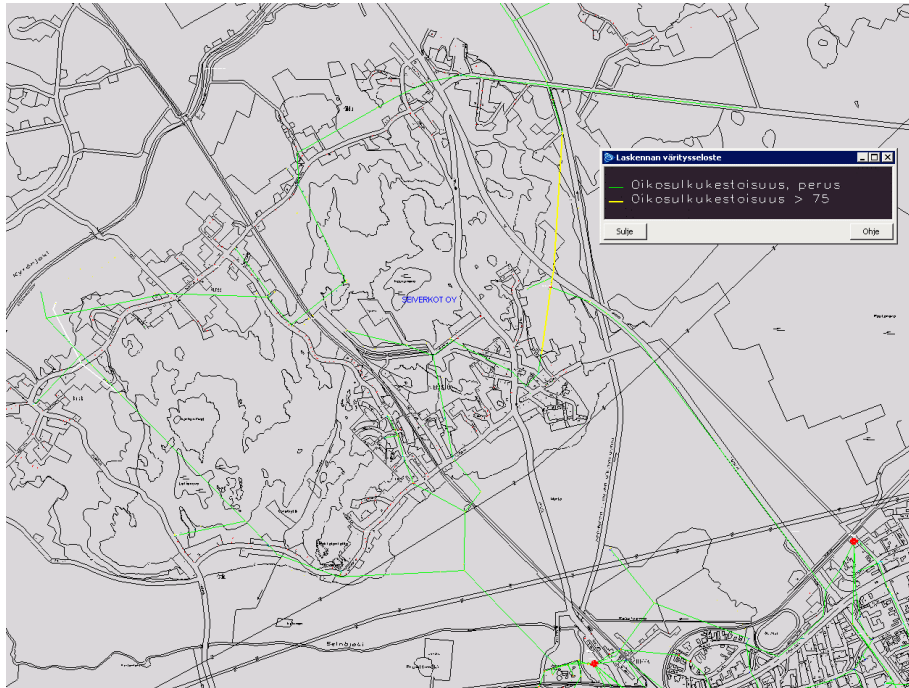
6.2 Oikosulkuvirrat

Oikosulkuvirtojen tunteminen verkon joka kohdassa on tärkeää kahdesta syystä. Ensinnäkin kolmivaiheinen oikosulkuvirta ja sen kestoaika määrittävät kuinka suuri poikkipinta-ala johtimelle tarvitaan, jottei se lämpiä liikaa kolmivaiheisessa oikosulussa. Toiseksi kaksivaiheinen oikosulkuvirta määrittää sen näkeekö ylivirran suoja-arele syntyvää oikosulkuvikaa vai ei.

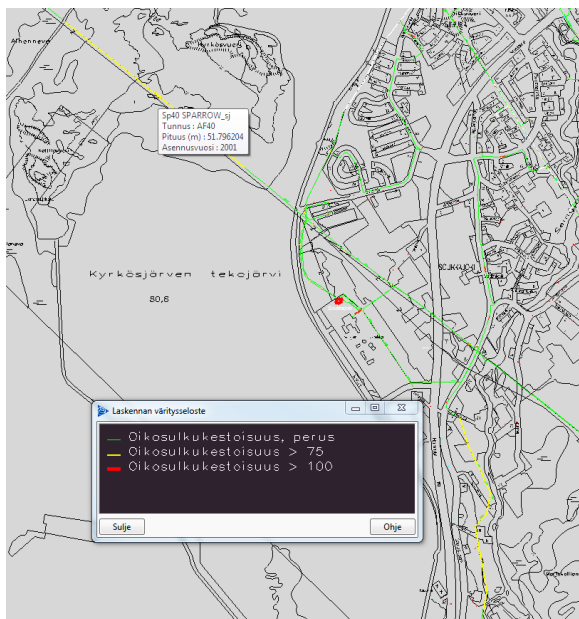
Oikosulkuvirtojen laskennasta saatujen tulosten perusteella voitiin varmistua siitä, että oikosulkuvirrat ylittävät suojausille asetellut arvot, jotta oikosulkutilanteessa suojaukset toimisivat oikealla tavalla ja riittävän nopeasti. Laskennan tuloksissa kiinnitettiin huomioita erityisesti kaksivaiheisen oikosulkuvirran arvoon I_{k2} sekä kaksivaiheisen oikosulkuvirran prosentuaalista suhdetta lähdölle aseteltuun laukaisuarvoon I_{k2t} (%). Jos I_{k2t} (%) saa arvoksi alle 100, johtaa tämä siihen, että kyseisessä verkon kohdassa syntyvä oikosulku ei aiheuta katkaisijan avautumista lähdössä. Tästä johtuen suojaukset eivät toimisi kyseisessä lähdössä toivotulla tavalla. Kuitenkin syötettävän jakeluverkon kannalta paljon tärkeämpi mitoituskijä on kolmivaiheinen oikosulkuvirta I_{k3} , sillä liian suuret oikosulkuvirrat pahimmillaan tuhoavat johto-osia. Oikosulkulaskennan tuloksista selvitettiin myös verkoston oikosulkukestoisuus, eli ovatko johto-osien poikkipinta-alat riittäviä syntyviin oikosulkuvirtoihin nähden.

Nykyisessä kytkentätilanteessa, ilman uutta sähköasemaa, laskelmien mukaan pienimmätkin oikosulkuvirrat I_{k2} ja suhteelliset oikosulkuvirrat I_{k2t} (%) olivat Pohjan sähköaseman J09-lähdöllä 0,94 kA ja 473 %. Nykyisestä kytkentätilanteesta löytyi

myös vain muutama johto-osa, joiden oikosulkukestoisuus oli laskentaohjelman as-
teikolla yli 75 %. Yksi johto-osien heikoista oikosulkukestoisuuksista syntyi sa-
malla Pohjan sähköaseman lähdöllä J09. Johto-osuus on osa isoa pohjoisen muun
muassa Aunoksen alueen syöttöä. Kuvassa 12 keltaisella näkyvä johto-osa on van-
hempaa Sparrow-ilmajohtoa, jonka poikkipinta-ala on ainoastaan 40 mm².



Kuva 12. Pohjan sähköaseman J09-lähdön oikosulkukestoisuudet.



Kuva 13. Soukkajoen sähköaseman lähtöjen oikosulkukestoisuudet.

Myös muut johto-osat olivat vanhempia Sparrow-ilmajohtoja ja sijaitsivat Soukka-joen sähköaseman lähtöjen takana, lähellä itse sähköasemaa. Näiden johto-osien oikosulkukestoisuus näkyy kuvassa 13 myös keltaisella. Näissä kaikissa oikosulkukestoisuus oli kuitenkin vielä alle 100 %, joten johto-osat kestävät hyvin syntyvät oikosulkuvirrat.

Kun Kärmeskydön sähköasema on otettu käyttöön, tulevat Ämmälänkylän vanhat ilmajohto-osuudet merkittävästi lähemmäksi sähköasemaa kuin aikaisemmin. Suurin osa syötettävää aluetta on rakennettu käyttäen vanhoja poikkipinta-alaltaan pieniä 40 mm² Sparrow-ilmajohtoja. Uudemmat ilmajohto-osuudet on rakennettu tyyppillisesti PAS-ilmajohdoilla, joiden poikkipinta-ala on 99 mm². Nämä seikat johtavat siihen, että oikosulkuvirrat ovat etenkin syötettävän verkon alkupäässä merkittävän suuria ja saattavat kasvaa poikkipinta-alaltaan pienille johdoille liian suuriksi. Verkon oikosulkukestoisuus on kuitenkin riittävä ja kuten muussakin verkossa oikosulkukestoisuus pysyy alle 100 %:ssa. Ämmälänkylän johto-osuuden loppupäästä löytyy kuitenkin jälleen heikoin oikosulkuvirran laskennallinen I_{k2} -arvo 0,91 kA ja suhteellinen oikosulkuvirran I_{k2t} (%) -arvo 363%. Tämän johto-osuuden kokonaispituus Kärmeskydön sähköaseman päämuuntajalta on noin 10,6 km, joka yhdistettynä verkonosan pieniin poikkipinta-aloihin onkin oletettu lopputulos. Nämäkin arvot ovat kuitenkin vielä hyvinkin sallitun ala-ajan yläpuolella. Oikosulkulaskennan laskentaraaportti Kärmeskydön sähköaseman lähtöjen osalta on esitetty liitteessä 2.

Korvattaessa Myllykosken sähköasemaa, korvaavien syöttöreittien pituudet kasvavat merkittävästi. Syöttöjen pituudet eivät kuitenkaan laskelmien pohjalta kasva suojausien oikean toiminnan kannalta liian pitkiksi. Edelleen huonoin oikosulkuvirran arvo saatiin Kärmeskydön sähköaseman lähdöllä J04, jonka loppupäässä oikosulkuvirran laskennallinen I_{k2} -arvo oli 0,89 kA ja suhteellinen oikosulkuvirran I_{k2t} (%) -arvo oli 355 %. Nämä arvot olivat kuitenkin edelleen sallituissa rajoissa.

6.3 Maasulkusuojaus

Laskennassa käytettiin vikavastusten arvoina kahta eri arvoa, 0Ω ja 500Ω . Laskennan tuloksissa on ilmoitettu suojauksien kannalta näistä kahdesta huonompi tulos. Käytännössä huonompi tulos saatiin lähes poikkeuksetta 500Ω vikavastusarvolla. Maasulkulaskennan avulla seurattiin erityisesti nollajännitteen U_0 suhdetta asetettuun nollajännitearvoon. Myös maasulkuvirran I_r suhdetta asetettuun maasulkuvirran arvoon tarkasteltiin. Verkostolaskennan tuloksissa nämä arvot tulostuivat sarakkeisiin U_0/U_{as} (%) ja $I_r/I_{0>}$ (%). Oikosulkulaskennan tavoin, arvot kertoivat suhteen lasketusta arvosta aseteltuun arvoon. Jotta suojaukset toimisivat oikealla tavalla, myös näiksi arvoiksi täytyi saada yli 100 %.

Nykyisessä kytkentätilanteessa $I_r/I_{0>}$ (%) oli pienimmillään Pohjan sähköaseman J05 – lähdössä 123 %. Otettaessa Kärmeskydön sähköasema käyttöön, pysyy Pohjan sähköaseman lähtö J05 edelleen yhtä pienenä, mutta laskennan pienin $I_r/I_{0>}$ (%) -arvo saadaan Myllykosken sähköaseman lähdöstä J15. Siinä maasulkuvirran I_r suhteeksi asetettuun maasulkuvirran arvoon syntyy 113 %, joka sekin on vielä yli 100 % rajan suojauksien oikealle toiminnalle.

Maasulkusuojausten kannalta, korvattaessa Myllykosken sähköasemaa, pidentyvät sähköverkon syötöt vaikuttavat positiivisesti. Kun syötetyn sähköverkon pituus kasvaa, muodostuu samalla suuremmat maasulkuvirrat ja siten maasulkusuojaukset toimivat jopa varmemmin kuin aikaisemmassa tilanteessa. Maasulkulaskennasta löytyi kuitenkin ainoastaan yksi kriittinen kuvassa 14 näkyvä maasulkuvirran I_r suhde asetettuun maasulkuvirta arvoon $I_r/I_{0>}$ (%). Soukkajoen sähköaseman lähdössä J05 kyseinen suhde on pudonnut alle 100 % ja on korvaavassa kytkentätilanteessa ainoastaan 84 %. Kyseisen lähdön nollajännitteen U_0 suhde asetettuun nollajännitearvoon, U_0/U_{as} (%) oli 510 %. Kyseisellä lähdöllä voidaan miettiä muutettava, joko suojareleen asetteluja tai vaihtoehtoisesti jakaa korvattava kuorma hie-man toisin, esimerkiksi muille lähdöille.

K J - M A A S U L K U L A S K E N T A (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

S Ä H K Ö A S E M A: Soukkajoki
M U N T A J A: SOU_PMI
Mitoitusjännite (kV): 21.0
Tähtipistekuristimen induktiivinen virta (A): 78.49
Tähtipistekuristimen induktanssi (mH): 480.01
Tähtipistekuristimen reaktanssi (ohm): 150.80
Tähtipistekuristimen resistanssi (ohm): 5000.00
Optimaalinen sammutuskuristimen induktanssi (mH): 318.57 (100.08 ohm)
Laskentajännite (kV): 20.5
Pienin tähtipistejännite (kV): 5.9 (50 %)
Maasulkuvirta 1 (A): 39.8 (0 ohm)
Maasulkuvirta 2 (A): 19.8 (500 ohm)
Maasulkuvirta resistanssien laskennassa (A): 39.8

M A A S U L U N S U O J A U S A L U E E T (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Katkaisijan tunnus	Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Vika muualla		Oma vika		Asetteluarvot				Uo/	Ir/	PO/ Pas	Sallittu resistanssi				
			1 (A)	2 (A)	1 (A)	2 (A)	Uas (kV)	Io> (A)	Pas (kW)	to (s)	Uas (%)	Io> (%)		A	E	D	ZUTP	4UTP
SEI_J09_Q0	SEI_J09	Seinäjoki	0.9	0.5	38.9	19.4	2.3	0.6	0.7	255	3231			22	60	15	7	13
SEI_J11_Q0	SEI_J11	Seinäjoki	0.9	0.4	39.0	19.4	2.3	0.6	0.7	255	3233			22	60	15	7	13
SEI_J13_Q0	SEI_J13	Seinäjoki	1.8	0.9	38.0	18.9	2.3	0.6	0.7	255	3157			22	60	15	7	13
S_SOU_J04Q02	SOU_J04	Soukkajoki	37.2	18.5	3.5	1.7	1.2	1.4	0.7	510	124			23	61	15	7	14
S_SOU_J05Q02	SOU_J05	Soukkajoki	39.9	19.8	2.4	1.2	1.2	1.4	0.7	510	84			23	61	15	7	14
S_SOU_J06Q01	SOU_J06	Soukkajoki	2.7	1.4	37.1	18.5	1.2	1.4	0.7	510	1321			23	61	15	7	14
S_SOU_J07Q01	SOU_J07	Soukkajoki	36.0	17.9	4.5	2.2	1.2	1.4	0.7	510	159			23	61	15	7	14
S_SOU_J09Q01	SOU_J09	Soukkajoki	0.6	0.3	39.2	19.5	1.2	1.4	0.7	510	1394			23	61	15	7	14

RIITTÄMÄTÖN Io>-ASETELU, LÄHTÖ: SOU_J05

Kuva 14. Maasulkulaskenta Soukkajoki PM1.

7 YHTEENVETO

Tämän työn tarkoituksena oli määrittellä jakorajat ajatellen Kärmeskydön sähköaseman käyttöönottoa syksyllä 2016 ja mahdollista Myllykosken sähköaseman korvaamista. Tarkoituksena oli etenkin varmistaa keskijänniteverkon oikea mitoitus ja suojauskien oikean toiminnan edellytykset.

Työn perusteella voidaan olla laskennallisesti varmoja siitä, ettei suurempia ongelmia synny uuden Kärmeskydön sähköaseman käyttöönoton yhteydessä. SeiVerkot Oy:n keskijänniteverkko on laskelmien perusteella laadultaan ja kapasiteetiltaan riittävä, eikä toimenpiteitä vaativia verkonosia löytynyt tarkastelussa. Myös Myllykosken sähköaseman syöttöjen korvaaminen muilta sähköasemilta näyttäisi onnistuvan hyvin, ilman ongelmia.

Oikosulku- ja maasulkulaskentojen perusteella voidaan lisäksi todeta, että suojaukset toimivat suunnitellulla tavalla, niin nykyisessä kytkentätilanteessa Kärmeskydön sähköaseman käyttöönoton jälkeen kuin Myllykosken sähköasemaa korvattaessa.

LÄHTEET

- /1/ Energiateollisuus. Tavoite sähköverkkojen uudistamisesta. Energiateollisuuden verkkosivusto. Viitattu 9.5.2016. <http://energia.fi/sahkomarkkinat/sahkoverkko/sahkokatkot-ja-jakelun-keskeytykset/tavoite-sahkoverkkojen-uudistamisesta>.
- /2/ L 588/2013. Sähkömarkkinalaki. Säädöstietopankki Finlexin sivuilta. Viitattu 9.5.2016: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>.
- /3/ Pekkanen, H. (2006). Opinnäytetyö, 20 kV:n varasyöttöyhteyksien tutkiminen. Vaasa. Vaasan ammattikorkeakoulu.
- /4/ Seinäjoen Energia. (2016). Seinäjoen Energian toimintakertomus 2015. Seinäjoen Energia Oy.
- /5/ Sähköenergialiitto SENER ry. (1994). Verkostosuositus SA 5:94 Keskijänteiverkon sähköinen mitoittaminen. Sähköenergialiitto SENER ry.
- /6/ Tekla Corporation. (2015). Trimble NIS Ohjelmiston sisäinen käyttäjän käsikirja.

LIITE 1

26.05.2016 17:58:36 HALKOSAARIPTTTY Tommi Halkosaari

K J - T E H O N J A K O L A S K E N T A - M I T O I T U S

L Ä H T Ö: KÄR_PM1
 S Ä H K Ö A S E M A: Kärmeskytö
 Muuntaja: KÄR_PM1
 Mitoitusjännite (kV): 21.0
 Muuntajan mitoitus-teho (MVA): 16

KIRJASTO : SLYIND
 OLETUSJOHTOLAJITIEDOT : Ei tarvittu
 TILASTOLLINEN VARMUUS : 50 % (0.000)
 KUORMITUKSEN KASVUKERROIN : 1.00
 VAKIOLASKENTAJÄNNITE (kV) : 20.00
 LASKETUT TUNNIT : Koko vuorokausi
 KUORMITUSKÄYRÄ : Ennalta yhdistetty tehoprofiili

Huipun käyttöaika (t): 4206
 Häviöhuipun käyttöaika (t): 1984

Y H T E E N V E T O (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Kohde	Tunnus	K-aste (%)	Umin (kV)	Uh (%)	Ph (kW)	Eh (MWh)	K(Ph) (eur)	K(Eh) (eur)	K(yht) (eur)
1 -	2 KÄR_PM1	15	19.90	0.50	13.00	100.05	0	0	0
Verkko		22	20.00	0.00	0.06	0.11	0	0	0

T U L O K S E T K J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Imax (A)	Pmax (kW)	Umin (kV)	Kul lkm	Energia (MWh)	A (%)	B (%)	C (%)
KÄR_PM1	Kärmeskytö	KÄR_PM1	21.0	20.0	71	2369	20.00	781	9965			

JOHTOPITUUDET	Avo	Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
KOKO VERKKO:	0	0	0	0	0	0	0	0

T U L O K S E T K J - J O H T O - O S I L L E

Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	K U O R M I T U S I K-aste (A)	Ph (%)	Aika (kW/km)	J Ä N N I T E U (kV)	Uh (%)	Aika (%)	Uhk (%/MW) A	H U O M
-------------------	--------------------	-----------	---------	-----------	--------------------------------	--------	--------------	----------------------	--------	----------	--------------	---------

L Ä H T Ö: KÄR_PM1
 Huomautuskoodien selitykset
 A - I > taloudellinen rajavirta

K J - T E H O N J A K O L A S K E N T A - M I T O I T U S

L Ä H T Ö: KÄR_J02
 S Ä H K Ö A S E M A: Kärmeskytö
 Muuntaja: KÄR_PM1
 Mitoitusjännite (kV): 21.0
 Muuntajan mitoitus-teho (MVA): 16

KIRJASTO : SLYIND
 TILASTOLLINEN VARMUUS : 50 % (0.000)
 KUORMITUKSEN KASVUKERROIN : 1.00
 VAKIOLASKENTAJÄNNITE (kV) : 20.00
 LASKETUT TUNNIT : Koko vuorokausi
 KUORMITUSKÄYRÄ : Ennalta yhdistetty tehoprofiili

Huipun käyttöaika (t): 9493
 Häviöhuipun käyttöaika (t): 8427

Y H T E E N V E T O (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Kohde	Tunnus	K-aste (%)	Umin (kV)	Uh (%)	Ph (kW)	Eh (MWh)	K(Ph) (eur)	K(Eh) (eur)	K(yht) (eur)
Verkko		2	20.00	-0.00	0.07	0.61	0	0	0

T U L O K S E T K J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Imax (A)	Pmax (kW)	Umin (kV)	Kul lkm	Energia (MWh)	A (%)	B (%)	C (%)
KÄR_J02	Kärmeskytö	KÄR_PM1	21.0	20.0	6	47	20.00	15	446			

JOHTOPITUUDET	Avo Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
LÄHTÖ: KÄR_J02	3784	0	5333	0	2152	0	11269
KOKO VERKKO:	3784	0	5333	0	2152	0	11269

T U L O K S E T K J - J O H T O - O S I L L E

Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	K U O R M I T U S			J Ä N N I T E			H U O M A
					I (A)	K-aste (%)	Ph Aika (kW/km)	U (kV)	Uh (%)	Aika Uhk (%/MW)	

L Ä H T Ö : K Ä R _ J 0 2

VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXW185_sjos	265	265	6	2	0.0	211	20.00	-0.0	760	0.0
2	3	E66 AHXW185_sjos	122	387	6	2	0.0	211	20.00	-0.0	760	0.0
4	5	BLL-T	120	508	6	2	0.0	211	20.00	-0.0	760	0.0
5	6	E23 BLL-T	55	563	0	0	0.0		20.00	-0.0	760	0.0
5	7	BLL-T	719	1227	5	2	0.0	211	20.00	-0.0	760	0.1
7	13	BLL-T	593	1820	5	1	0.0	211	20.00	-0.0	760	0.2
13	14	BLL-T	70	1890	5	1	0.0	211	20.00	-0.0	760	0.2
14	E114 15	AHXW185_sjos	693	2583	4	1	0.0	211	20.00	-0.0	760	0.2
15	16	AHXW185_sjos	624	3207	4	1	0.0	211	20.00	-0.0	760	0.3
21	22	AHXW185_sjos	739	3951	3	1	0.0	163	20.00	-0.0	760	0.3
22	23	AHXW185_sjos	314	4265	3	1	0.0	163	20.00	-0.0	760	0.3
28	29	AHXW185_sjos	858	5128	2	1	0.0	163	20.00	-0.0	760	0.4
29	30	Sp40	142	5270	1	0	0.0	103	20.00	-0.0	760	0.4
30	31	Rv63	662	5932	0	0	0.0	1112	20.00	-0.0	760	0.5
30	35	Sp40	314	5584	1	0	0.0	103	20.00	-0.0	760	0.5
35	36	Sp40	50	5634	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.5
36	E24 37	Sp40	87	5721	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.5
37	38	Sp40	180	5901	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.6
38	39	Sp40	179	6080	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.6
39	40	Sp40	181	6261	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.7
40	41	Sp40	85	6346	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.7
41	42	Sp40	184	6530	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.7
42	43	Sp40	225	6755	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.8
43	44	Sp40	136	6891	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.8
44	45	Sp40	177	7068	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.9
45	46	Sp40	84	7152	0	0	0.0	760	20.00	-0.0	760	0.9
35	52	Sp40	200	5784	1	0	0.0	163	20.00	-0.0	760	0.5
29	56	Sp40	3	5131	2	1	0.0	101	20.00	-0.0	760	0.4
56	57	Sp40	106	5237	0	0	0.0	101	20.00	-0.0	760	0.4
57	58	AF40	78	5315	0	0	0.0	101	20.00	-0.0	760	0.4
58	59	AF40	711	6026	0	0	0.0	414	20.00	-0.0	760	0.6
59	64	PS120	567	6593	0	0	0.0		20.00	-0.0	760	0.5
56	72	AHXW185_sjos	979	6110	1	0	0.0	918	20.00	-0.0	760	0.3
72	73	AHXW185_sjos	652	6762	0	0	0.0		20.00	-0.0	760	0.3
77	78	AHXW185_sjos	87	4357	0	0	0.0		20.00	-0.0	760	0.2
3	118	E103 BLL-T	28	415	0	0	0.0		20.00	-0.0	760	0.0

Huomautuskoodien selitykset

A - I > taloudellinen rajavirta

K J - T E H O N J A K O L A S K E N T A - M I T O I T U S

L Ä H T Ö: KÄR_J03
 S Ä H K Ö A S E M A: Kärmeskytö
 Muuntaja: KÄR_PM1
 Mitoitusjännite (kV): 21.0
 Muuntajan mitoitus-teho (MVA): 16

KIRJASTO : SLYIND
 TILASTOLLINEN VARMUUS : 50 % (0.000)
 KUORMITUKSEN KASVUKERROIN : 1.00
 VAKIOLASKENTAJÄNNITE (kV) : 20.00
 LASKETUT TUNNIT : Koko vuorokausi
 KUORMITUSKÄYRÄ : Ennalta yhdistetty tehoprofiili

Huipun käyttöaika (t): 3734
 Häviöhuipun käyttöaika (t): 1569

Y H T E E N V E T O (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Kohde	Tunnus	K-aste (%)	Umin (kV)	Uh (%)	Ph (kW)	Eh (MWh)	K(Ph) (eur)	K(Eh) (eur)	K(yht) (eur)
Verkko		31	19.77	1.15	19.92	31.25	0	0	0

T U L O K S E T K J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Imax (A)	Pmax (kW)	Umin (kV)	Kul lkm	Energia (MWh)	A (%)	B (%)	C (%)
KÄR_J03	Kärmeskytö	KÄR_PM1	21.0	20.0	65	2072	19.77	685	7737			

JOHTOPITUUDET	Avo	Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
LÄHTÖ: KÄR_J03	6514	0	1956	0	1910	0	0	10380
KOKO VERKKO:	6514	0	1956	0	1910	0	0	10380

T U L O K S E T K J - J O H T O - O S I L L E

Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	K U O R M I T U S			J Ä N N I T E			H U O M	
					I (A)	K-aste (%)	Ph (kW/km)	Aika (h)	U (kV)	Uh (%)	Aika (%)	Uhk (%/MW) A

L Ä H T Ö : KÄR_J03

VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXW185_sjos	265	265	65	20	2.1	116	19.99	0.0	116	0.0
2	3	E71 AHXW185_sjos	175	440	65	20	2.1	116	19.99	0.0	116	0.0
3	4	BLL-T	30	470	0	0	0.0		19.99	0.0	116	0.0
3	5	BLL-T	20	460	65	19	4.3	116	19.99	0.1	116	0.0
5	6	BLL-T	772	1232	65	19	4.3	116	19.95	0.2	116	0.1
6	7	BLL-T	2	1234	65	19	4.3	116	19.95	0.2	116	0.1
7	8	E14 Sp40	266	1500	65	31	10.8	116	19.92	0.4	116	0.2
8	E8	9 Pg99	1398	2898	1	0	0.0	918	19.93	0.4	116	0.3
9	10	BLL-T	734	3632	1	0	0.0	918	19.93	0.4	116	0.3
10	E139	11 E79 AHXW185_sjos	530	4162	0	0	0.0		19.93	0.4	116	0.3
8	E59	12 AF63	632	2132	66	24	6.9	116	19.88	0.6	116	0.3
12	17	AF63	350	2482	66	23	6.8	116	19.85	0.7	116	0.4
17	E19	18 MA120P_sjosa	390	2872	12	6	0.1	2503	19.85	0.7	116	0.3
17	35	AF63	136	2618	61	22	5.8	116	19.84	0.8	116	0.4
35	39	AF63	451	3069	60	22	5.7	116	19.81	0.9	116	0.5
39	40	AF63	826	3895	21	7	0.7	114	19.80	1.0	116	0.6
40	41	PS95	234	4129	5	2	0.0	160	19.80	1.0	116	0.7
40	46	E76 Rv63	190	4085	16	6	0.4	114	19.79	1.0	116	0.7
46	47	AF63	74	4159	15	5	0.3	115	19.79	1.0	116	0.7
47	48	E18 AF63	275	4434	0	0	0.0		19.79	1.0	116	0.5
47	49	AF40	228	4387	15	7	0.6	115	19.79	1.1	116	0.7
49	50	AF40	11	4398	6	3	0.1	162	19.79	1.1	116	0.7
49	54	PS70	118	4505	9	3	0.1	164	19.79	1.1	116	0.8

39	62	AF63	35	3104	41	15	2.7	116	19.81	0.9	116	0.5	
62	E72	63	AF63	297	3401	41	15	2.7	116	19.80	1.0	116	0.5
63	64	AF63	197	3598	34	12	1.8	164	19.79	1.0	116	0.6	
64	70	AF63	278	3876	27	10	1.1	164	19.78	1.1	116	0.6	
70	71	AF63	192	4068	27	10	1.1	164	19.78	1.1	116	0.7	
71	E89	75	AF63	212	4280	18	7	0.5	164	19.77	1.1	116	0.7
75	76	AF63	75	4355	9	3	0.1	159	19.77	1.1	116	0.7	
76	80	AF63	158	4513	7	2	0.1	159	19.77	1.1	116	0.7	
80	E145	81	MA120XW	18	4531	7	3	0.0	159	19.77	1.1	116	0.7
75	93	AF63	212	4492	11	4	0.2	116	19.77	1.1	116	0.7	
93	E106	94	MA120XW	45	4537	11	4	0.1	116	19.77	1.1	116	0.7
70	106	Rv63	8	3884	1	0	0.0	918	19.78	1.1	116	0.5	
106	107	Rv63	13	3897	1	0	0.0	918	19.78	1.1	116	0.5	
107	E52	108	AHXW185_sjos	533	4430	0	0	0.0	19.78	1.1	116	0.5	

Huomautuskoodien selitykset

A - I > taloudellinen rajavirta

K J - T E H O N J A K O L A S K E N T A - M I T O I T U S

L Ä H T Ö: KÄR_J04
 S Ä H K Ö A S E M A: Kärmeskytö
 Muuntaja: KÄR_PM1
 Mitoitusjännite (kV): 21.0
 Muuntajan mitoitusaste (MVA): 16

KIRJASTO : SLYIND
 TILASTOLLINEN VARMUUS : 50 % (0.000)
 KUORMITUKSEN KASVUKERROIN : 1.00
 VAKIOLASKENTAJÄNNITE (kV) : 20.00
 LASKETUT TUNNIT : Koko vuorokausi
 KUORMITUSKÄYRÄ : Ennalta yhdistetty tehoprofiili

Huipun käyttöaika (t): 1779
 Häviöhuipun käyttöaika (t): 580

Y H T E E N V E T O (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Kohde	Tunnus	K-aste (%)	Umin (kV)	Uh (%)	Ph (kW)	Eh (MWh)	K(Ph) (eur)	K(Eh) (eur)	K(yht) (eur)
Verkko		14	19.77	1.17	10.55	6.13	0	0	0

T U L O K S E T K J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Imax (A)	Pmax (kW)	Umin (kV)	Kul lkm	Energia (MWh)	A (%)	B (%)	C (%)
KÄR_J04	Kärmeskytö	KÄR_PM1	21.0	20.0	29	978	19.77	79	1740			

JOHTOPITUUDET	Avo	Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
LÄHTÖ: KÄR_J04	15809	0	524	0	288	0	0	16621
KOKO VERKKO:	15809	0	524	0	288	0	0	16621

T U L O K S E T K J - J O H T O - O S I L L E

Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	K U O R M I T U S			J Ä N N I T E			H U O M
					I (A)	K-aste (%)	Ph (kW/km)	U (kV)	Uh (%)	Aika (%/MW)	A

L Ä H T Ö : KÄR_J04

VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXW185_sjos	340	340	29	9	0.4	1003	20.00	0.0	1003	0.0
3	4	BLL-T	18	359	0	0	0.0	20.00	0.0	1003	0.0	0.0
2	5	BLL-T	270	610	29	8	0.8	1003	19.99	0.0	1003	0.0

5	6	Sp40	119	729	29	14	2.1	1003	19.99	0.1	1003	0.1	
6	7	Sp40	120	849	29	14	2.1	1003	19.98	0.1	1003	0.1	
7	8	Sp40	106	955	29	14	2.1	1003	19.98	0.1	1003	0.1	
8	9	Sp40	132	1087	29	14	2.1	1003	19.97	0.1	1003	0.2	
9	10	Sp40	177	1264	29	14	2.1	1003	19.96	0.2	1003	0.2	
10	11	Sp40	165	1429	29	14	2.1	1003	19.96	0.2	1003	0.3	
11	12	Sp40	70	1499	0	0	0.0	1736	19.96	0.2	1003	0.3	
11	18	Sp40	63	1492	28	14	2.0	1003	19.95	0.2	1003	0.3	
18	19	Sp40	132	1624	28	14	2.0	1003	19.95	0.3	1003	0.3	
19	20	Sp40	119	1743	28	14	2.0	1003	19.94	0.3	1003	0.3	
20	21	Sp40	137	1880	28	14	2.0	1003	19.94	0.3	1003	0.4	
21	22	Sp40	127	2007	28	14	2.0	1003	19.93	0.3	1003	0.4	
22	23	Sp40	125	2132	28	14	2.0	1003	19.92	0.4	1003	0.4	
23	24	Sp40	129	2261	28	14	2.0	1003	19.92	0.4	1003	0.5	
24	25	Sp40	121	2382	28	14	2.0	1003	19.91	0.4	1003	0.5	
25	26	Sp40	96	2478	28	14	2.0	1003	19.91	0.5	1003	0.5	
26	27	Sp40	127	2605	28	14	2.0	1003	19.90	0.5	1003	0.5	
27	28	Sp40	448	3053	28	14	2.0	1003	19.88	0.6	1003	0.7	
28	29	Sp40	72	3125	28	14	2.0	1003	19.88	0.6	1003	0.7	
29	30	Sp40	222	3347	28	14	2.0	1003	19.87	0.6	1003	0.7	
30	31	Sp40	59	3406	28	14	2.0	1003	19.87	0.7	1003	0.8	
31	37	Sp40	20	3426	28	14	2.0	1003	19.87	0.7	1003	0.8	
37	38	Sp40	66	3492	28	14	2.0	1003	19.87	0.7	1003	0.8	
38	E120	39	Sp40	242	3734	26	13	1.8	1003	19.86	0.7	1003	0.7
39	40	Sp40	142	3876	26	13	1.8	1003	19.85	0.8	1003	0.7	
40	41	Sp40	153	4029	26	13	1.8	1003	19.84	0.8	1003	0.8	
41	42	Sp40	198	4227	26	13	1.8	1003	19.84	0.8	1003	0.8	
42	43	Sp40	142	4369	26	13	1.8	1003	19.83	0.9	1003	0.8	
43	44	Sp40	142	4511	26	13	1.8	1003	19.82	0.9	1003	0.9	
44	45	Sp40	132	4643	26	13	1.8	1003	19.82	0.9	1003	0.9	
45	46	Sp40	314	4957	26	13	1.7	1003	19.81	1.0	1003	1.0	
46	47	Sp40	143	5100	26	13	1.7	1003	19.80	1.0	1003	1.0	
47	48	Sp40	132	5232	26	13	1.7	1003	19.79	1.0	1003	1.0	
48	49	Sp40	66	5298	26	13	1.7	1003	19.79	1.0	1003	1.1	
49	50	Sp40	76	5374	26	13	1.7	1003	19.79	1.1	1003	1.1	
50	51	Sp40	73	5447	26	13	1.7	1003	19.79	1.1	1003	1.1	
51	52	Sp40	108	5555	26	13	1.7	1003	19.78	1.1	1003	1.1	
52	53	Sp40	169	5724	26	13	1.7	1003	19.77	1.1	1003	1.1	
53	54	Sp40	56	5780	26	13	1.7	1003	19.77	1.1	1003	1.2	
54	55	E60	Sp40	138	5918	26	13	1.7	1003	19.77	1.2	1003	1.2
55	56		AHXW120_sjos	128	6046	11	4	0.1	2001	19.77	1.2	1003	1.2
55	68		MA120XW	56	5974	19	7	0.3	909	19.77	1.2	1003	1.2
38	76		AF40	94	3586	8	4	0.2	159	19.86	0.7	1003	0.8
76	E102	77	Sp40	115	3701	8	4	0.2	159	19.86	0.7	1003	0.9
77	78	Sp40	77	3778	8	4	0.2	159	19.86	0.7	1003	0.9	
78	79	Sp40	205	3983	8	4	0.2	159	19.86	0.7	1003	0.9	
79	80	Sp40	211	4194	8	4	0.2	159	19.86	0.7	1003	1.0	
80	84	Sp40	265	4459	8	4	0.1	159	19.86	0.7	1003	1.1	
84	85	Sp40	254	4713	8	4	0.1	159	19.86	0.7	1003	1.1	
85	86	Sp40	249	4962	8	4	0.1	159	19.86	0.7	1003	1.2	
86	87	Sp40	130	5092	8	4	0.1	159	19.86	0.7	1003	1.2	
87	88	Sp40	143	5235	8	4	0.1	159	19.86	0.7	1003	1.3	
88	89	Sp40	258	5493	8	4	0.1	159	19.86	0.7	1003	1.3	
89	93	AF40	188	5681	7	4	0.1	159	19.86	0.7	1003	1.4	
93	94	AF40	128	5809	7	4	0.1	159	19.86	0.7	1003	1.4	
94	95	Sp40	164	5973	7	4	0.1	159	19.86	0.7	1003	1.5	
95	96	Sp40	404	6377	7	4	0.1	159	19.86	0.7	1003	1.6	
96	97	AF40	286	6663	7	3	0.1	211	19.86	0.7	1003	1.6	
97	98	AF40	107	6770	7	3	0.1	211	19.86	0.7	1003	1.7	
98	99	AF40	50	6820	7	3	0.1	211	19.86	0.7	1003	1.7	
99	100	E131	AF40	241	7061	7	3	0.1	211	19.86	0.7	1003	1.7
100	104	AF40	51	7112	6	3	0.1	211	19.85	0.7	1003	1.7	
104	105	AF40	145	7257	6	3	0.1	211	19.85	0.7	1003	1.8	
105	106	AF40	136	7393	6	3	0.1	211	19.85	0.7	1003	1.8	
106	107	Sp40	202	7595	3	2	0.0	161	19.85	0.7	1003	1.9	
107	108	Sp40	158	7753	3	2	0.0	161	19.85	0.7	1003	1.9	
108	109	Sp40	173	7926	3	2	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.0	
109	110	Sp40	203	8129	3	2	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.0	
110	111	Sp40	128	8257	3	2	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.0	
111	112	Sp40	125	8382	3	2	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.1	
112	113	Sp40	82	8464	2	1	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.1	
113	114	Sp40	112	8576	2	1	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.1	
114	115	Sp40	109	8685	2	1	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.2	
115	116	Sp40	128	8813	2	1	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.2	
116	117	Sp40	130	8943	2	1	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.2	

117	118	Sp40	59	9002	2	1	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.2
118	119	Sp40	128	9130	2	1	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.3
119	120	Sp40	133	9263	2	1	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.3
120	121	Sp40	181	9444	2	1	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.4
121	122	Sp40	176	9620	2	1	0.0	161	19.85	0.7	1003	2.4
122	126	AF40	48	9668	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.4
126	127	AF40	68	9736	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.4
127	128	AF40	109	9845	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.5
128	129	Sp40	63	9908	0	0	0.0		19.85	0.7	1003	2.0
128	E160	AF25	98	9943	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.5
130	131	AF25	58	10001	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.5
131	132	AF25	63	10064	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.6
132	133	AF25	135	10199	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.6
133	134	AF25	141	10340	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.7
134	135	AF25	102	10442	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.7
135	136	AF25	52	10494	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.7
136	137	AF25	77	10571	2	1	0.0	158	19.85	0.7	1003	2.8
112	E132	AF25	165	8547	2	1	0.0	210	19.85	0.7	1003	2.1
141	142	AF25	171	8718	2	1	0.0	210	19.85	0.7	1003	2.2
142	143	AF25	159	8877	2	1	0.0	210	19.85	0.7	1003	2.3
143	144	AF25	161	9038	2	1	0.0	210	19.85	0.7	1003	2.3
144	145	AF25	112	9150	2	1	0.0	210	19.85	0.7	1003	2.4
145	146	Sp40	277	9427	1	1	0.0	214	19.85	0.7	1003	2.4
146	147	Sp40	235	9662	1	1	0.0	214	19.85	0.7	1003	2.5
147	148	Sp40	111	9773	1	1	0.0	214	19.85	0.7	1003	2.5
148	149	Sp40	107	9880	1	1	0.0	214	19.85	0.7	1003	2.6
149	150	Sp40	53	9933	1	1	0.0	214	19.85	0.7	1003	2.6
150	151	Sp40	165	10098	1	1	0.0	214	19.85	0.7	1003	2.6
151	152	Sp40	202	10300	1	1	0.0	214	19.85	0.7	1003	2.7
152	153	Sp40	181	10481	1	1	0.0	214	19.85	0.7	1003	2.7
153	154	Sp40	130	10611	1	1	0.0	214	19.85	0.7	1003	2.7
106	161	AF40	189	7582	3	2	0.0	211	19.85	0.7	1003	1.9
161	162	Sp40	200	7782	3	2	0.0	211	19.85	0.7	1003	1.9
96	166	AF40	99	6476	1	0	0.0	204	19.86	0.7	1003	1.6
166	167	AF40	152	6628	1	0	0.0	204	19.86	0.7	1003	1.6
5	171	Sp40	60	670	0	0	0.0	165	19.99	0.0	1003	0.1
171	172	Sp40	177	847	0	0	0.0	165	19.99	0.0	1003	0.1
172	173	Sp40	66	913	0	0	0.0	165	19.99	0.0	1003	0.1
173	174	Sp40	117	1030	0	0	0.0	165	19.99	0.0	1003	0.2

Huomautuskoodien selitykset

A - I > taloudellinen rajavirta

K J - T E H O N J A K O L A S K E N T A - M I T O I T U S

L Ä H T Ö: KÄR_J05

S Ä H K Ö A S E M A: Kärmeskytö

Muuntaja: KÄR_PM1

Mitoitusjännite (kV): 21.0

Muuntajan mitoitus-teho (MVA): 16

KIRJASTO : SLYIND
TILASTOLLINEN VARMUUS : 50 % (0.000)
KUORMITUKSEN KASVUKERROIN : 1.00
VAKIOLASKENTAJÄNNITE (kV) : 20.00
LASKETUT TUNNIT : Koko vuorokausi
KUORMITUSKÄYRÄ : Ennalta yhdistetty tehoprofiili

Huipun käyttöaika (t): 2883

Häviöhuipun käyttöaika (t): 8638

Y H T E E N V E T O (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Kohde	Tunnus	K-aste (%)	Umin (kV)	Uh (%)	Ph (kW)	Eh (MWh)	K(Ph) (eur)	K(Eh) (eur)	K(yht) (eur)
Verkko		1	20.00	0.00	0.01	0.08	0	0	0

T U L O K S E T K J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Umin (kV)	Ulas (kV)	Imax (A)	Pmax (kW)	Umin (kV)	Kul lkm	Energia (MWh)	A (%)	B (%)	C (%)
KÄR_J05	Kärmeskytö	KÄR_PM1	21.0	20.0	3	15	20.00	2	42			

JOHTOPITUUDET	Avo Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa	
LÄHTÖ: KÄR J05	2671	0	465	0	2842	0	0	5978
KOKO VERKKO:	2671	0	465	0	2842	0	0	5978

T U L O K S E T K J - J O H T O - O S I L L E

Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	K U O R M I T U S			J Ä N N I T E			H U O M
					I (A)	K-aste (%)	Ph (kW/km)	Aika (h)	U (kV)	Uh (%)	

L Ä H T Ö : K Ä R J 0 5

VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXW185_sjos	265	265	3	1	0.0	212	20.00	-0.0	212	0.0
2	3	E84 AHXW185_sjos	200	465	3	1	0.0	212	20.00	-0.0	212	0.0
3	4	BLL-T	772	1237	2	1	0.0	212	20.00	-0.0	212	0.1
4	5	BLL-T	486	1723	2	0	0.0	212	20.00	-0.0	212	0.2
6	7	BLL-T	103	1827	1	0	0.0	212	20.00	-0.0	212	0.2
7	8	BLL-T	43	1870	1	0	0.0	212	20.00	-0.0	212	0.2
8	9	BLL-T	16	1886	0	0	0.0	212	20.00	-0.0	212	0.2
9	10	BLL-T	4	1890	0	0	0.0		20.00	-0.0	212	0.1
9	11	Sp40	2142	4028	0	0	0.0	212	20.00	0.0	212	0.8
11	12	AF40	8	4036	0	0	0.0		20.00	0.0	212	0.6
9	17	Sp40	4	1890	0	0	0.0		20.00	-0.0	212	0.1
8	18	BLL-T	1413	3283	0	0	0.0		20.00	-0.0	212	0.3
7	24	BLL-T	3	1830	0	0	0.0		20.00	-0.0	212	0.1
7	25	BLL-T	2	1829	0	0	0.0		20.00	-0.0	212	0.1
5	26	E5 Sp40	517	2240	0	0	0.0		20.00	-0.0	212	0.2

Huomautuskoodien selitykset

A - I > taloudellinen rajavirta

LIITE 2

26.05.2016 17:31:28

HALKOSAARIPTTY Tommi Halkosaari

K J - O I K O S U L K U L A S K E N T A

L Ä H T Ö : KÄR_J01
 S Ä H K Ö A S E M A : Kärmeskytö
 Muuntaja: KÄR_PM1
 Mitoitusjännite (kV): 21.0
 Muuntajan mitoitusaste (MVA): 16

LASKENTAJÄNNITE : SJ/KJ-päämuuntajalta
 JÄNNITEKERROIN IKMIN-LASKENNASSA : 1.00
 JÄNNITEKERROIN IKMAX-LASKENNASSA : 1.00
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMAX-LASKENTA : 20
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMIN-LASKENTA : 20

T U L O K S E T K J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Rf (ohm)	Xf (ohm)	Ik3max (kA)	Ikmin (kA)	A (%)	B (%)	C (%)
KÄR_J01	Kärmeskytö	KÄR_PM1	21.0	20.5	0.188	3.015	3.918	3.343			?

O I K O S U L U N S U O J A U S P O R T A A T (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Katkaisijan tunnus	Por ras	PJK (s)	AJK (s)	I>> (kA)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	I> (kA)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	k	tmin (s)	tmax (s)
KÄR_J01Q2	1	0.40	120	2.000	0.17	0.17	0.20	0.250	0.22	0.22	0.57			

JOHTOPITUUDET Avo Riippu Maa Vesi PAS Muu Eimäär Summa

LÄHTÖ: KÄR_J01	Avo	Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
KOKO VERKKO:	0	0	361	0	0	0	0	361

T U L O K S E T K J - J O H T O - O S I L L E

Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	r (ohm)	x (ohm)	Ik3 (kA)	Ik2 (kA)	OVK (%)	Ik2t (%)	Lähin katk tunnus	Lauk. katk tunnus	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)
-------------------	--------------------	-----------	---------	-----------	---------	---------	----------	----------	---------	----------	-------------------	-------------------	--------	--------	--------

L Ä H T Ö : KÄR_J01

VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXW185_sjos	264	264	0.2	3.0	3.92	3.36	16	1343	KÄR_J01Q2	KÄR_J01Q2	0.17	0.17	0.20
2	3	E37	AHXW185_sjos	97	361	0.2	3.1	3.88	16	1337	KÄR_J01Q2	KÄR_J01Q2	0.17	0.17	0.20

K J - O I K O S U L K U L A S K E N T A

L Ä H T Ö : KÄR_J02
 S Ä H K Ö A S E M A : Kärmeskytö
 Muuntaja: KÄR_PM1
 Mitoitusjännite (kV): 21.0
 Muuntajan mitoitusaste (MVA): 16

LASKENTAJÄNNITE : SJ/KJ-päämuuntajalta
 JÄNNITEKERROIN IKMIN-LASKENNASSA : 1.00
 JÄNNITEKERROIN IKMAX-LASKENNASSA : 1.00
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMAX-LASKENTA : 20
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMIN-LASKENTA : 20

T U L O K S E T K J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Rf (ohm)	Xf (ohm)	Ik3max (kA)	Ikmin (kA)	A (%)	B (%)	C (%)
KÄR_J02	Kärmeskytö	KÄR_PM1	21.0	20.5	0.188	3.015	3.918	1.849			?

O I K O S U L U N S U O J A U S P O R T A A T (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Katkaisijan tunnus	Por ras	PJK (s)	AJK (s)	I>> (kA)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	I> (kA)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	k	tmin (s)	tmax (s)
KÄR_J02Q2	1	0.40	120	2.000	0.17	0.17	0.20	0.250	0.22	0.22	0.57			

JOHTOPITUUDET	Avo Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu Eimäär	Summa		
LÄHTÖ: KÄR_J02	3784	0	5333	0	2152	0	0	11269
KOKO VERKKO:	3784	0	5333	0	2152	0	0	11269

T U L O K S E T K J - J O H T O - O S I L L E

Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	r (ohm)	x (ohm)	Ik3 (kA)	Ik2 (kA)	OVK (%)	Ik2t (%)	Lähin katk tunnus	Lauk. katk tunnus	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)
L Ä H T Ö : KÄR_J02															
VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET															
1	2	AHXW185_sjos	265	265	0.2	3.0	3.92	3.36	16	1343	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
2	3	E66 AHXW185_sjos	122	387	0.3	3.1	3.88	3.34	16	1336	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
4	5	BLL-T	120	508	0.3	3.1	3.86	3.30	31	1319	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
5	6	E23 BLL-T	55	563	0.3	3.1	3.81	3.28	31	1311	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
5	7	BLL-T	719	1227	0.5	3.3	3.81	3.06	31	1222	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
7	13	BLL-T	593	1820	0.7	3.5	3.53	2.87	29	1150	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
13	14	BLL-T	70	1890	0.8	3.5	3.32	2.85	27	1142	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
14	E114 15	AHXW185_sjos	693	2583	0.9	3.6	3.30	2.78	14	1110	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
15	16	AHXW185_sjos	624	3207	1.0	3.7	3.20	2.71	13	1082	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
21	22	AHXW185_sjos	739	3951	1.1	3.7	3.12	2.63	13	1051	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
22	23	AHXW185_sjos	314	4265	1.2	3.8	3.03	2.59	13	1038	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
28	29	AHXW185_sjos	858	5128	1.3	3.9	3.00	2.51	13	1003	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
29	30	Sp40	142	5270	1.4	3.9	2.90	2.45	56	981	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
30	31	Rv63	662	5932	1.8	4.2	2.83	2.26	36	904	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
30	35	Sp40	314	5584	1.7	4.0	2.83	2.34	55	934	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
35	36	Sp40	50	5634	1.7	4.1	2.70	2.32	55	927	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
36	E24 37	Sp40	87	5721	1.8	4.1	2.68	2.29	55	915	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
37	38	Sp40	180	5901	2.0	4.2	2.64	2.22	55	890	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
38	39	Sp40	179	6080	2.1	4.2	2.57	2.16	55	866	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
39	40	Sp40	181	6261	2.3	4.3	2.50	2.11	55	842	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
40	41	Sp40	85	6346	2.3	4.3	2.43	2.08	55	832	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
41	42	Sp40	184	6530	2.5	4.4	2.40	2.02	55	809	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
42	43	Sp40	225	6755	2.7	4.5	2.34	1.96	55	783	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
43	44	Sp40	136	6891	2.8	4.5	2.26	1.92	54	768	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
44	45	Sp40	177	7068	2.9	4.6	2.22	1.87	53	748	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
45	46	Sp40	84	7152	3.0	4.6	2.16	1.85	52	739	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
35	52	Sp40	200	5784	1.9	4.1	2.70	2.26	52	906	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
29	56	Sp40	3	5131	1.3	3.9	2.90	2.51	56	1002	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
56	57	Sp40	106	5237	1.4	3.9	2.89	2.47	56	986	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
57	58	AF40	78	5315	1.5	3.9	2.85	2.44	55	974	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
58	59	AF40	711	6026	2.1	4.2	2.81	2.18	54	873	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
59	64	PS120	567	6593	2.2	4.4	2.52	2.09	16	834	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
56	72	AHXW185_sjos	979	6110	1.5	4.0	2.89	2.41	12	965	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
72	73	AHXW185_sjos	652	6762	1.6	4.1	2.79	2.35	12	941	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
77	78	AHXW185_sjos	87	4357	1.2	3.8	3.00	2.59	13	1034	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20
3	118	E103 BLL-T	28	415	0.3	3.1	3.86	3.33	31	1332	KÄR_J02Q2	KÄR_J02Q2	0.17	0.17	0.20

K J - O I K O S U L K U L A S K E N T A

L Ä H T Ö : KÄR_J03
 S Ä H K Ö A S E M A : Kärmeskytö
 Muuntaja: KÄR_PM1
 Mitoitussjännite (kV): 21.0
 Muuntajan mitoitusteho (MVA): 16

LASKENTAJÄNNITE : SJ/KJ-päämuuntajalta
 JÄNNITEKERROIN IKMIN-LASKENNASSA : 1.00
 JÄNNITEKERROIN IKMAX-LASKENNASSA : 1.00
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMAX-LASKENTA : 20
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMIN-LASKENTA : 20

T U L O K S E T K J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Rf (ohm)	Xf (ohm)	Ik3max (kA)	Ikmin (kA)	A (%)	B (%)	C (%)
KÄR_J03	Kärmeskytö	KÄR_PM1	21.0	20.5	0.188	3.015	3.918	2.002		?	

O I K O S U L U N S U O J A U S P O R T A A T (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Katkaisijan tunnus	Por ras	PJK (s)	AJK (s)	I>> (kA)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	I> (kA)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	k	tmin (s)	tmax (s)
KÄR_J03Q2	1	0.40	120	2.000	0.17	0.17	0.20	0.250	0.22	0.22	0.57			

JOHTOPITUUDET	Avo Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu Eimäär	Summa		
LÄHTÖ: KÄR_J03	6514	0	1956	0	1910	0	0	10380
KOKO VERKKO:	6514	0	1956	0	1910	0	0	10380

T U L O K S E T K J - J O H T O - O S I L L E

Alkusuolmun tunnus	Loppusuolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	r (ohm)	x (ohm)	Ik3 (kA)	Ik2 (kA)	OVK (%)	Ik2t (%)	Lähin katk tunnus	Lauk. katk tunnus	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)
--------------------	---------------------	-----------	---------	-----------	---------	---------	----------	----------	---------	----------	-------------------	-------------------	--------	--------	--------

L Ä H T Ö : K Ä R _ J 0 3

VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXW185_sjos	265	265	0.2	3.0	3.92	3.36	16	1343	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
2	3	E71 AHXW185_sjos	175	440	0.3	3.1	3.88	3.33	16	1333	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
3	4	BLL-T	30	470	0.3	3.1	3.85	3.32	31	1329	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
3	5	BLL-T	20	460	0.3	3.1	3.85	3.33	31	1330	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
5	6	BLL-T	772	1232	0.5	3.3	3.84	3.06	31	1226	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
6	7	BLL-T	2	1234	0.5	3.3	3.54	3.06	29	1226	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
7	8	E14 Sp40	266	1500	0.8	3.4	3.54	2.94	68	1176	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
8	E8	9 Pg99	1398	2898	1.2	3.9	3.39	2.51	28	1003	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
9	10	BLL-T	734	3632	1.5	4.1	2.90	2.34	24	937	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
10	E139	11 E79 AHXW185_sjos	530	4162	1.6	4.2	2.71	2.30	11	919	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
8	E59	12 AF63	632	2132	1.1	3.6	3.39	2.70	43	1079	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
12	17	AF63	350	2482	1.3	3.8	3.12	2.58	39	1031	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
17	E19	18 MA120P_sjosa	390	2872	1.4	3.8	2.98	2.53	17	1011	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
17	35	AF63	136	2618	1.4	3.8	2.98	2.53	37	1013	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
35	39	AF63	451	3069	1.6	4.0	2.92	2.39	37	956	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
39	40	AF63	826	3895	2.0	4.3	2.76	2.16	35	864	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
40	41	PS95	234	4129	2.1	4.4	2.49	2.12	27	846	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
40	46	E76 Rv63	190	4085	2.1	4.4	2.49	2.11	31	845	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
46	47	AF63	74	4159	2.2	4.4	2.44	2.09	31	838	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
47	48	E18 AF63	275	4434	2.3	4.5	2.42	2.03	30	811	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
47	49	AF40	228	4387	2.4	4.5	2.42	2.03	47	810	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
49	50	AF40	11	4398	2.4	4.5	2.34	2.02	45	809	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
49	54	PS70	118	4505	2.4	4.5	2.34	2.00	25	801	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
39	62	AF63	35	3104	1.6	4.0	2.76	2.38	35	951	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
62	E72	63 AF63	297	3401	1.8	4.1	2.75	2.29	35	917	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
63	64	AF63	197	3598	1.9	4.2	2.65	2.24	33	895	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
64	70	AF63	278	3876	2.0	4.3	2.58	2.16	32	866	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
70	71	AF63	192	4068	2.1	4.3	2.50	2.12	31	846	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
71	E89	75 AF63	212	4280	2.2	4.4	2.44	2.06	31	826	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
75	76	AF63	75	4355	2.3	4.5	2.38	2.05	30	819	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
76	80	AF63	158	4513	2.4	4.5	2.36	2.01	30	804	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
80	E145	81 MA120XW	18	4531	2.4	4.5	2.32	2.01	15	804	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
75	93	AF63	212	4492	2.4	4.5	2.38	2.02	30	806	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
93	E106	94 MA120XW	45	4537	2.4	4.5	2.33	2.01	15	805	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
70	106	Rv63	8	3884	2.0	4.3	2.50	2.16	31	865	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
106	107	Rv63	13	3897	2.0	4.3	2.50	2.16	31	864	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20
107	E52	108 AHXW185_sjos	533	4430	2.1	4.3	2.49	2.12	10	847	KÄR_J03Q2	KÄR_J03Q2	0.17	0.17	0.20

K J - O I K O S U L K U L A S K E N T A

L Ä H T Ö : K Ä R _ J 0 4
 S Ä H K Ö A S E M A : Kärmeskyttö
 Muuntaja: KÄR_PM1
 Mitoitussjännite (kV): 21.0
 Muuntajan mitoitusteho (MVA): 16

LASKENTAJÄNNITE : SJ/KJ-päämuuntajalta
 JÄNNITEKERROIN IKMIN-LASKENNASSA : 1.00
 JÄNNITEKERROIN IKMAX-LASKENNASSA : 1.00
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMAX-LASKENTA : 20
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMIN-LASKENTA : 20

T U L O K S E T K J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Rf (ohm)	Xf (ohm)	Ik3max (kA)	Ikmin (kA)	A (%)	B (%)	C (%)
KÄR_J04	Kärmeskyttö	KÄR_PM1	21.0	20.5	0.188	3.015	3.918	0.888			?

O I K O S U L U N S U O J A U S P O R T A A T (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Katkaisijan tunnus	Por ras	PJK (s)	AJK (s)	I>> (kA)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	I> (kA)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	k tmin (s)	tmax (s)
KÄR_J04Q2	1	0.40	120	2.000	0.17	0.17	0.20	0.250	0.22	0.22	0.57		

JOHTOPITUUDET	Avo Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu Eimäär	Summa	
LÄHTÖ: KÄR_J04	15809	0	524	0	288	0	16621
KOKO VERKKO:	15809	0	524	0	288	0	16621

T U L O K S E T K J - J O H T O - O S I L L E

Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	r (ohm)	x (ohm)	Ik3 (kA)	Ik2 (kA)	OVK (%)	Ik2t (%)	Lähin katk tunnus	Lauk. katk tunnus	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	
L Ä H T Ö : K Ä R _ J 0 4																
VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOSET																
1	2	AHXW185_sjos	340	340	0.2	3.1	3.92	3.35	16	1338	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
3	4	BLL-T	18	359	0.3	3.1	3.86	3.34	31	1336	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
2	5	BLL-T	270	610	0.3	3.1	3.86	3.25	31	1301	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
5	6	Sp40	119	729	0.4	3.2	3.75	3.19	73	1277	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
6	7	Sp40	120	849	0.5	3.2	3.69	3.13	71	1254	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
7	8	Sp40	106	955	0.6	3.3	3.62	3.08	70	1232	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
8	9	Sp40	132	1087	0.7	3.3	3.56	3.02	69	1206	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
9	10	Sp40	177	1264	0.9	3.4	3.48	2.93	67	1171	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
10	11	Sp40	165	1429	1.0	3.4	3.38	2.85	65	1139	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
11	12	Sp40	70	1499	1.1	3.5	3.29	2.81	64	1126	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
11	18	Sp40	63	1492	1.1	3.5	3.29	2.82	64	1127	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
18	19	Sp40	132	1624	1.2	3.5	3.25	2.76	63	1102	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
19	20	Sp40	119	1743	1.3	3.6	3.18	2.70	61	1080	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
20	21	Sp40	137	1880	1.4	3.6	3.12	2.64	60	1055	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
21	22	Sp40	127	2007	1.5	3.7	3.05	2.58	59	1032	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
22	23	Sp40	125	2132	1.6	3.7	2.98	2.53	58	1010	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
23	24	Sp40	129	2261	1.7	3.8	2.92	2.47	56	989	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
24	25	Sp40	121	2382	1.8	3.8	2.85	2.42	55	968	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
25	26	Sp40	96	2478	1.9	3.8	2.80	2.38	55	953	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
26	27	Sp40	127	2605	2.0	3.9	2.75	2.33	55	933	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
27	28	Sp40	448	3053	2.4	4.1	2.69	2.17	55	867	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
28	29	Sp40	72	3125	2.5	4.1	2.50	2.14	55	857	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
29	30	Sp40	222	3347	2.7	4.2	2.47	2.07	55	827	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
30	31	Sp40	59	3406	2.7	4.2	2.39	2.05	55	820	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
31	37	Sp40	20	3426	2.7	4.2	2.37	2.04	55	817	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
37	38	Sp40	66	3492	2.8	4.2	2.36	2.02	55	809	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
38	E120	39	Sp40	242	3734	3.0	4.3	2.34	1.95	55	779	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20
39	40	Sp40	142	3876	3.1	4.4	2.25	1.91	55	763	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
40	41	Sp40	153	4029	3.2	4.4	2.20	1.86	55	746	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
41	42	Sp40	198	4227	3.4	4.5	2.15	1.81	55	725	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
42	43	Sp40	142	4369	3.5	4.6	2.09	1.78	55	710	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
43	44	Sp40	142	4511	3.6	4.6	2.05	1.74	55	696	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
44	45	Sp40	132	4643	3.8	4.7	2.01	1.71	55	683	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
45	46	Sp40	314	4957	4.0	4.8	1.97	1.64	55	655	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
46	47	Sp40	143	5100	4.1	4.9	1.89	1.61	52	642	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
47	48	Sp40	132	5232	4.3	4.9	1.85	1.58	51	631	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
48	49	Sp40	66	5298	4.3	4.9	1.82	1.57	51	626	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
49	50	Sp40	76	5374	4.4	5.0	1.81	1.55	50	620	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
50	51	Sp40	73	5447	4.4	5.0	1.79	1.54	50	614	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
51	52	Sp40	108	5555	4.5	5.0	1.77	1.51	49	606	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
52	53	Sp40	169	5724	4.7	5.1	1.75	1.48	48	593	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
53	54	Sp40	56	5780	4.7	5.1	1.71	1.47	47	589	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
54	55	E60	Sp40	138	5918	4.8	5.2	1.70	1.45	47	579	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
55	56	AHXW120_sjos	128	6046	4.9	5.2	1.67	1.44	15	576	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
55	68	MA120XW	56	5974	4.9	5.2	1.67	1.45	15	578	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
38	76	E102	AF40	94	3586	2.9	4.3	2.34	1.99	55	797	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20
76	77	Sp40	115	3701	3.0	4.3	2.30	1.96	55	783	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
77	78	Sp40	77	3778	3.0	4.3	2.26	1.94	55	774	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
78	79	Sp40	205	3983	3.2	4.4	2.24	1.88	55	751	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
79	80	Sp40	211	4194	3.4	4.5	2.17	1.82	55	728	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
80	84	Sp40	265	4459	3.6	4.6	2.10	1.75	55	701	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
84	85	Sp40	254	4713	3.8	4.7	2.02	1.69	55	677	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20	
85	86	Sp40	249	4962	4.0	4.8	1.95	1.64	54	654	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
86	87	Sp40	130	5092	4.1	4.9	1.89	1.61	52	643	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
87	88	Sp40	143	5235	4.3	4.9	1.86	1.58	51	631	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
88	89	Sp40	258	5493	4.5	5.0	1.82	1.53	51	611	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
89	93	AF40	188	5681	4.6	5.1	1.76	1.49	49	596	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
93	94	AF40	128	5809	4.7	5.1	1.72	1.47	48	587	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
94	95	Sp40	164	5973	4.9	5.2	1.69	1.44	47	575	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
95	96	Sp40	404	6377	5.2	5.3	1.66	1.37	46	549	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
96	97	AF40	286	6663	5.5	5.5	1.58	1.33	44	531	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
97	98	AF40	107	6770	5.6	5.5	1.53	1.31	42	525	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
98	99	AF40	50	6820	5.6	5.5	1.51	1.30	42	522	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
99	100	E131	AF40	241	7061	5.8	5.6	1.51	1.27	42	508	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
100	104	AF40	51	7112	5.8	5.6	1.47	1.26	41	505	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
104	105	AF40	145	7257	6.0	5.7	1.46	1.24	40	497	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
105	106	AF40	136	7393	6.1	5.7	1.44	1.23	40	490	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
106	107	Sp40	202	7595	6.3	5.8	1.42	1.20	39	480	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
107	108	Sp40	158	7753	6.4	5.9	1.39	1.18	38	472	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	
108	109	Sp40	173	7926	6.5	5.9	1.36	1.16	38	464	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57	

109	110	Sp40	203	8129	6.7	6.0	1.34	1.14	37	455	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
110	111	Sp40	128	8257	6.8	6.1	1.31	1.12	36	449	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
111	112	Sp40	125	8382	6.9	6.1	1.30	1.11	36	444	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
112	113	Sp40	82	8464	7.0	6.1	1.28	1.10	36	440	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
113	114	Sp40	112	8576	7.1	6.2	1.27	1.09	35	436	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
114	115	Sp40	109	8685	7.2	6.2	1.26	1.08	35	431	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
115	116	Sp40	128	8813	7.3	6.3	1.24	1.07	35	426	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
116	117	Sp40	130	8943	7.4	6.3	1.23	1.05	34	421	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
117	118	Sp40	59	9002	7.5	6.3	1.22	1.05	34	419	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
118	119	Sp40	128	9130	7.6	6.4	1.21	1.03	34	414	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
119	120	Sp40	133	9263	7.7	6.4	1.19	1.02	33	409	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
120	121	Sp40	181	9444	7.8	6.5	1.18	1.01	33	403	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
121	122	Sp40	176	9620	8.0	6.6	1.16	0.99	32	396	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
122	126	AF40	48	9668	8.0	6.6	1.14	0.99	32	395	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
126	127	AF40	68	9736	8.1	6.6	1.14	0.98	32	392	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
127	128	AF40	109	9845	8.2	6.7	1.13	0.97	31	389	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
128	129	Sp40	63	9908	8.2	6.7	1.12	0.97	31	387	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
128	E160	AF25	98	9943	8.3	6.7	1.12	0.96	48	384	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
130	131	AF25	58	10001	8.4	6.7	1.11	0.95	47	381	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
131	132	AF25	63	10064	8.5	6.8	1.10	0.95	47	379	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
132	133	AF25	135	10199	8.6	6.8	1.09	0.93	46	372	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
133	134	AF25	141	10340	8.8	6.9	1.08	0.92	46	366	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
134	135	AF25	102	10442	9.0	6.9	1.06	0.91	45	362	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
135	136	AF25	52	10494	9.0	6.9	1.05	0.90	44	360	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
136	137	AF25	77	10571	9.1	7.0	1.04	0.89	44	357	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
112	E132	AF25	165	8547	7.1	6.2	1.28	1.08	54	434	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
141	142	AF25	171	8718	7.4	6.2	1.25	1.06	53	424	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
142	143	AF25	159	8877	7.6	6.3	1.22	1.04	52	415	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
143	144	AF25	161	9038	7.8	6.4	1.20	1.02	51	407	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
144	145	AF25	112	9150	8.0	6.4	1.17	1.00	50	401	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
145	146	Sp40	277	9427	8.2	6.5	1.16	0.98	32	391	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
146	147	Sp40	235	9662	8.4	6.6	1.13	0.96	31	384	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
147	148	Sp40	111	9773	8.5	6.7	1.11	0.95	31	380	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
148	149	Sp40	107	9880	8.6	6.7	1.10	0.94	30	377	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
149	150	Sp40	53	9933	8.6	6.7	1.09	0.94	30	375	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
150	151	Sp40	165	10098	8.8	6.8	1.08	0.92	30	370	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
151	152	Sp40	202	10300	8.9	6.9	1.07	0.91	30	364	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
152	153	Sp40	181	10481	9.1	6.9	1.05	0.90	29	359	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
153	154	Sp40	130	10611	9.2	7.0	1.04	0.89	29	355	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
106	161	AF40	189	7582	6.2	5.8	1.42	1.20	39	481	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
161	162	Sp40	200	7782	6.4	5.9	1.39	1.18	38	471	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
96	166	AF40	99	6476	5.3	5.4	1.58	1.36	44	542	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
166	167	AF40	152	6628	5.4	5.4	1.57	1.33	43	533	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.22	0.22	0.57
5	171	Sp40	60	670	0.4	3.2	3.75	3.22	73	1289	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20
171	172	Sp40	177	847	0.5	3.2	3.72	3.13	72	1254	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20
172	173	Sp40	66	913	0.6	3.3	3.62	3.10	70	1241	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20
173	174	Sp40	117	1030	0.7	3.3	3.58	3.04	69	1218	KÄR_J04Q2	KÄR_J04Q2	0.17	0.17	0.20

K J - O I K O S U L K U L A S K E N T A

L Ä H T Ö: KÄR_J05
S Ä H K Ö A S E M A: Kärmeskytö
Muuntaja: KÄR_PM1
Mitoitusjännite (kV): 21.0
Muuntajan mitoitusaste (MVA): 16

LASKENTAJÄNNITE : SJ/KJ-päämuuntajalta
JÄNNITEKERROIN IKMIN-LASKENNASSA : 1.00
JÄNNITEKERROIN IKMAX-LASKENNASSA : 1.00
JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMAX-LASKENTA : 20
JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMIN-LASKENTA : 20

T U L O K S E T K J - L Ä H D Ö I L L E (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Rf (ohm)	Xf (ohm)	Ik3max (kA)	Ikmin (kA)	A (%)	B (%)	C (%)
KÄR_J05	Kärmeskytö	KÄR_PM1	21.0	20.5	0.188	3.015	3.918	2.040		?	

O I K O S U L U N S U O J A U S P O R T A A T (VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET)

Katkaisijan tunnus	Por ras	PJK (s)	AJK (s)	I>> (kA)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	I> (kA)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	k	tmin (s)	tmax (s)
KÄR_J05Q2	1	0.40	120					0.500	0.22					

JOHTOPITUUDET	Avo	Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
LÄHTÖ: KÄR_J05	2671	0	465	0	2842	0	0	5978
KOKO VERKKÖ:	2671	0	465	0	2842	0	0	5978

T U L O K S E T K J - J O H T O - O S I L L E

Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	r (ohm)	x (ohm)	Ik3 (kA)	Ik2 (kA)	OVK (%)	Ik2t (%)	Lähin katk tunnus	Lauk. katk tunnus	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)
L Ä H T Ö : KÄR_J05															
VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET															
1	2	AHXW185_sjos	265	265	0.2	3.0	3.92	3.36	11	671	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
2	3	E84 AHXW185_sjos	200	465	0.3	3.1	3.88	3.33	10	666	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
3	4	BLL-T	772	1237	0.5	3.3	3.84	3.07	21	614	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
4	5	BLL-T	486	1723	0.7	3.4	3.54	2.92	20	583	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
6	7	BLL-T	103	1827	0.7	3.5	3.37	2.89	19	577	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
7	8	BLL-T	43	1870	0.7	3.5	3.33	2.87	18	575	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
8	9	BLL-T	16	1886	0.7	3.5	3.32	2.87	18	574	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
9	10	BLL-T	4	1890	0.7	3.5	3.31	2.87	18	574	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
9	11	Sp40	2142	4028	2.6	4.3	3.31	2.04	47	409	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
11	12	AF40	8	4036	2.6	4.3	2.36	2.04	34	408	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
9	17	Sp40	4	1890	0.7	3.5	3.31	2.87	47	573	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
8	18	BLL-T	1413	3283	1.2	3.9	3.32	2.50	18	500	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
7	24	BLL-T	3	1830	0.7	3.5	3.33	2.89	18	577	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
7	25	BLL-T	2	1829	0.7	3.5	3.33	2.89	18	577	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00
5	26	E5 Sp40	517	2240	1.1	3.6	3.37	2.69	48	538	KÄR_J05Q2	KÄR_J05Q2	0.22	0.00	0.00