



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KESKIJÄNNITEKYTKINLAITOKSEN ESISUUNNITTELU

TEKIJÄ: Jan-Ossian Tapani Nousiainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Jan-Ossian Tapani Nousiainen			
Työn nimi Keskijännitekytkinlaitoksen esisuunnittelu			
Päiväys	10.6.2014	Sivumäärä/Liitteet	46/21
Ohjaaja(t) yliopettaja Juhani Rouvali, lehtori Jari Ijäs			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Tenergia Oy			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli esisuunnitella uusi kytkinlaitos Tenergia Oy:lle. Uusi kytkinlaitos korvaa vanhan Ossauskosken vesivoimalaitoksen vieressä sijaitsevan kytkinlaitoksen. Vanha kytkinlaitos on noin 40 vuotta vanha ja alkaa olla käyttöikänsä lopussa. Uusi kytkinlaitos parantaa Tenergian sähkönjakelun luotettavuutta.</p> <p>Esisuunnittelu sisälsi kytkinlaitoksen ominaisuuksien valinnat, laitteiden ja kojeiden sähkötekniikan mitoittamisen sekä releasetteluiden määrittämisen. Lisäksi työhön kuului hinta-arvion ja toimitusajan tiedustelua eri valmistajilta. Kyselyn tarkoitus oli saada hinta-arvio Tenergian vuoden 2014 budjettia varten.</p> <p>Kytkinlaitosta syöttävän verkon tiedot selvitettiin Ossauskosken voimalaitoksen omistavalta Kemijoki Oy:ltä. Tenergian verkon tiedot saatiin verkkotietojärjestelmästä.</p> <p>Kytkinlaitos rakennetaan vuoden 2014 syksyyn mennessä.</p>			
Avainsanat Keskijännite, Kytkinlaitos, Esisuunnitelma, Mitoitus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Jan-Ossian Tapani Nousiainen			
Title of Thesis Preplanning of a Substation			
Date	10 June 2014	Pages/Appendices	46/21
Supervisor(s) Mr Juhani Rouvali, Principal Lecturer, Mr Jari Ijäs, Lecturer			
Client Organisation /Partners Tenergia Ltd.			
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to preplan a new substation for Tenergia Ltd. to replace an old substation that is located next to Ossauskoski hydropower plant. The old substation is about 40 years old and will soon be at the end of the service life. The new substation will improve the reliability of the electricity distribution of Tenergia Ltd.</p> <p>The preplanning included picking the features of the substation to correspond the needs of the client, the determination of electrical ratings of the switchgear and apparatuses and the setting of the values of the protection relays. The thesis also included inquiring an approximate price from the suppliers. The purpose of this inquiry was to get an estimated price for Tenergia's 2014 budget.</p> <p>Information regarding the network that feeds the substation was obtained from the owner of the Ossauskoski hydropower plant Kemijoki Ltd. Information regarding the network of Tenergia was got from a network information system.</p> <p>The substation will be built before the end of fall 2014.</p>			
Keywords Medium voltage network, Substation, Preplanning			

## ESIPUHE

Sain aiheen jo kesällä 2012, mutta opinnäytetyö on tehty kesällä 2013. Työ oli mielestäni haastava, koska en ollut sen alkuvaiheessa vielä suorittanut aihetta koskevia kursseja. Opintojen edettyä myös opinnäytetyön teko selkeytyi ja sain aiheesta paremmin kiinni. Työ oli opettavainen ja uskon, että siitä on minulle vielä paljon apua tulevaisuudessa.

Haluan kiittää Tenergian verkkopäällikköä Jarno Lumimäkeä neuvoista ja hyvästä opinnäytetyön aiheesta. Kiitän myös Tenergian palveluneuvojaa Anne Alataloa, jonka kanssa työskentely on aina hauskaa ja vaivatonta. Kiitoksia yliopettaja Juhani Rouvali opastuksesta, tärkeistä neuvoista ja vuosien opetuksesta. Kiitokset lähtevät myös Kemijoki Oy:n minua auttaneille henkilöille.

Eriyiskiitokset avovaimolle, joka on hoitanut kotia ja lastamme. Lisäksi hän on kannustanut ja tukenut minua läpi rankimmat opinnot. Suuret kiitokset kuuluvat myös ystäväilleni Markus Ojalle ja Juha Rantalalle. Ilman teitä ei tästä olisi tullut valmista koskaan.

Kuopiossa 10.6.2014

Nousiainen Jan-Ossian

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	KESKIJÄNNITEVERKKO .....	8
2.1	Keskijänniteverkon viat .....	9
2.1.1	Oikosulku .....	10
2.1.1.1	3-vaiheinen oikosulku .....	10
2.1.1.2	Oikosulkuvirran luonne .....	11
2.1.1.3	Oikosulkuvirran arviointi .....	11
2.1.1.4	Epäsymmetriset oikosulut .....	15
2.1.1.5	Virtojen ja jännitteiden symmetriset komponentit .....	16
2.1.2	Maasulku .....	18
2.1.2.1	Maasulku maasta erotetussa keskijänniteverkossa .....	18
2.1.2.2	Maasulun aikaisia ilmiöitä .....	19
2.2	Keskijänniteverkon suojaus .....	20
2.2.1	Relesuojauksen selektiivisyys .....	20
2.2.2	Ylikuormitus- ja oikosulkusuojaus .....	20
2.2.3	Maasulkusuojaus .....	23
3	SÄHKÖ- JA KYTKINASEMAT .....	24
4	TENERGIAN KESKIJÄNNITEVERKKO .....	25
5	KYTKINLAITOKSEN ESISUUNNITTELU .....	26
5.1	Kytkinlaitokselle asetetut vähimmäisvaatimukset .....	26
5.2	Sähkötekniset lähtötiedot .....	27
5.3	Kytkinlaitoksen mitoittaminen ja suunnittelu .....	28
5.3.1	Oikosulkuvirtojen laskenta ilman verkkotietojärjestelmää .....	28
5.3.2	Suurin oikosulkuvirran arvo .....	28
5.3.3	Pienin oikosulkuvirta .....	30
5.3.4	Maasulkuvirran laskenta ilman verkkotietojärjestelmää .....	32
5.3.5	Verkkotietojärjestelmällä lasketut tulokset .....	34
5.3.6	Kytkinlaitoksen termisen oikosulkukestoisuuden määrittäminen .....	34
5.3.7	Kytkinlaitoksen dynaamisen oikosulkukestoisuuden määrittäminen .....	35
5.3.8	Kiskoston, erottimien ja katkaisijoiden määrittäminen .....	35
5.4	Releasettelut .....	35

5.4.1	Ylivirtasuojauksen asettelut .....	36
5.4.2	Maasulkureleen asettelut .....	43
5.5	Budjettihinnan tiedustelu.....	44
6	YHTEENVETO.....	45
	LÄHTEET .....	46
	LIITE 1: KYTKINLAITOKSEN PÄÄKAAVIO .....	47
	LIITE 2 TERVOLAN 20 KV LINJAKAAVIO .....	48
	LIITE 3: VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄN LASKENTATULOKSET.....	49

## 1 JOHDANTO

Tenergian vanha kytkinlaitos on käyttöikänsä päässä ja se korvataan uudella modernilla kytkinlaitoksella. Kytkinlaitos on merkittävä Tenergialle, koska suurin osa Tervolan keskijänniteverkosta on kyseisen kytkemön perässä. Kytkinlaitoksen uusiminen on suuri investointi pienelle verkkoyhtiölle.

Tenergia Oy on entinen Tervolan kunnan sähkölaitos, joka harjoittaa verkkoliiketoimintaa Tervolan kunnan alueella. Tervolan Energia perustettiin vuonna 1938 ja se erotettiin kunnan hallinnasta osakeyhtiöksi vuonna 2005. Tenergialla työskentelee kolme verkostoasentajaa, kaksi mittariasentajaa, palveluneuvoja ja verkkopäällikkö. Vuoden 2012 lopussa Tervolassa oli 2 624 sähköliittymää. Vuonna 2001 sähkömyynti siirtyi Oulun Sähkömyynti Oy:lle. Tenergia Oy omistaa 2,57 % Oulun Sähkömyynnistä. (Oulun Sähkömyynti Oy 2014.)

Opinnäytetyön tavoite on määrittää uudelle kytkinlaitokselle sähkötekniset reunaehdot ja suojareleistyksen asetteluarvot. Reunaehdot määritellään kytkinlaitosta syöttävän verkon ja kytkinlaitokselta lähtevien johtolähtöjen avulla. Lisäksi kytkinlaitoksesta piirretään pääkaavio, jota voidaan hyödyntää tarjouskyselyä tehtäessä.

Opinnäytetyö perehdyttää laajasti jakeluverkon ja kytkinlaitoksen mitoittamiseen liittyviin asioihin käytännössä.

## 2 KESKIJÄNNITEVERKKO

Suomessa keskijänniteverkon jännite on yleensä 20 kV, mutta jossain kaupungeissa on käytössä myös 10 kV. Keskijänniteverkko on joko erotettu maasta tai sammutuskuristimen kautta sammutettu. Sähköasemalla keskijännitelähdöt on suojattu katkaisijoilla, joita ohjaavat suojareleet. Yleisimmät suojareleet ovat ylivirta-, maasulku- sekä jälleenkytkentäreleet. Avojohtoverkoilla ei ole kuormitusvirran ylivirtasuojausta, vaan ylivirtarele toimii oikosulkusuojana. Vaikka keskijänniteverkot rekenne-taan monilta osin silmukoiduksi, käytetään niitä säteittäisinä. (Lakervi ja Partanen 2008, 125.)

Yhdessä 110 kV:n verkkojen kanssa keskijänniteverkot muodostavat toimivan jakelujärjestelmäkonaisuuden, ja niiden rakenne riippuu pitkälti toisistaan. Tämän takia verkkoja ei voida suoraan rakentaa valmiiksi, vaan niitä kehitetään asteittain vuosi vuodelta. (Lakervi ja Partanen 2008, 125.)

Keskijänniteverkko on olennaisin käyttövarmuuteen vaikuttava jakeluverkon osa, koska jopa yli 90 % jakelussa aiheutuneissa vioista johtuu juuri siinä esiintyvistä vioista. Normaaliikäytön lisäksi keskijänniteverkoilla on myös varayhteysrooli pahoissa 110 kV:n johtojen ja sähköasemien vikatilanteissa. Myös tällaisten varayhteysasioiden analysointi on tärkeää suunniteltaessa jakeluverkkoa. (Lakervi ja Partanen 2008, 125.)

Maaseutujen keskijänniteverkot ovat perinteisesti avojohtoja. Haja-asutusalueille ei yleensä voida, eikä ole tarvettakaan rakentaa varasyöttöyhteyksiä, vaan verkko rakennetaan suoraan sinne, missä on kuormitusta. Jokaisen lähdön jännitteenalenemat ja kuormitusasteet tarkastetaan tapauskohtaisesti. (Lakervi ja Partanen 2008, 125.)

Taajamien maakaapeliverkkoja suunniteltaessa ovat verkkotopologiakysymykset ja suunnitteluohjeistot tärkeämpiä. Näitä suunniteltaessa on tärkeää pohtia mm. kaapeliverkon muotoa, maksimikuormitusastetta ja verkon sähköasemien ja kaapelilähtöjen korvattavuutta. Koska suurkaupungeissa kaapeliverkon kuormitus on tasaisesti laajalla alueella, on sähkönjakelu mahdollista toteuttaa monella eri tavalla. Tällöin rajoittava tekijä on aina jo olemassa oleva verkko. (Lakervi ja Partanen 2008, 125.)

## 2.1 Keskijänniteverkon viat

Voimansiirtojärjestelmiä suunniteltaessa on vikatilojen analysointi hyvin oleellista. Tavallisimpia vikoja ovat maa- ja oikosulut, mutta myös katkoksia on toisinaan. Maasulut tarkoittavat sellaista vikatilannetta, jossa vaihepotentiaali on kosketuksissa maapotentiaalin kanssa. Oikosulut ovat puolestaan sellaisia vikatilanteita, joissa eri vaihepotentiaalit ovat keskenään kosketuksissa ilman maapotentiaaliyhteyttä. Näitä vikoja aiheuttavat esimerkiksi:

- salamaniskusta tai verkon sisäisistä syistä johtuvat ylijännitteet
- toimintahäiriöt tai virhetoiminnat laitteissa. Nämä johtuvat yleisimmin laitteiden mekaanisista syistä.
- jonkin verkkokomponentin eristyskyvyn aleneminen (voi johtua esimerkiksi eristeiden likaantumisesta).

(Elovaara ja Haarla 2011, 166.)

Syntynyt vika saattaa aiheuttaa häiriön, joka voi ilmetä sähkönjakelun osittaisena tai täydellisenä katkeamisena. Täydellinen katkeaminen on mahdollista säteittäisessä verkossa, mutta jos verkko on mitoitettu N-1-kriteerin mukaan, ei sähkönjakelu asiakkaalle katkea. Tässä tapauksessa verkko on mitoitettu ja sen käyttö on suunniteltu siten, että vikatilanne ei johda edes voimasiirron tilapäiseen keskeytykseen. Vikojen lisäksi häiriöitä aiheutuu myös inhimillisistä erehdyksistä, esimerkiksi relettä testattaessa sattuva aiheeton laukaisu tai vaikkapa kytkentävirhe tai jonkin laitteen tai verkko-osan ylikuormittuminen. (Elovaara ja Haarla 2011, 166.)

Osa sähkönjakelussa tapahtuvista vioista on *symmetrisiä*. Tämä tarkoittaa sitä, että vian vaikutukset näkyvät kaikissa vaiheissa samanlaisina. Symmetrisiä vikoja ovat esimerkiksi johdon tai muuntajan kolmivaiheinen oikosulku, muuntajan tai johdon laukeaminen sekä suuren sähköntuotantoyksikön äkillinen irtoaminen verkosta. Symmetriset viat vaikuttavat huomattavasti jännitetasoon sekä tehonjakoon. Tämän kaltaisten vikojen analysointiin voidaan käyttää yksivaiheista sijaiskytkentää. Analyysin tuloksia voidaan käyttää vian seurauksia lieventäviä toimenpiteitä suunniteltaessa. Näitä toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- releasetteluiden tarkistukset
- säädön suunnittelu
- katkaisijoiden valinta
- verkon vahvistaminen (kallein ratkaisu)
- verkon käyttörajoitukset (ei-toivottavia).

(Elovaara ja Haarla, 2011, 166-167.)

Useimmiten pyritään käyttämään kolmea ensimmäistä. Releasetteluiden tarkistukset tarkoittavat yleensä releiden laukaisuaikojen lyhentämistä. Tässä tapauksessa vikojen aiheuttamat termiset vaikutukset pienenevät ja verkon stabiilisuuden ongelmat vähenevät. On ensiarvoisen tärkeää, että katkaisijoiden katkaisukyky riittää katkaisemaan niiden läpi virtaavan oikosulkuvirran, koska pitkittynyt vika johtaa verkko-osien ja laitteiston vaurioitumiseen sekä suurempaan käyttöhäiriöön verrattuna siihen, että katkaisijat olisivat mitoitettu oikein. (Elovaara ja Haarla 2011, 166.)

*Epäsymmetrisen* vian sattuessa sen vaikutukset näkyvät eri vaiheissa eri tavalla. Epäsymmetrisiä vikoja ovat esim. 1- ja 2-vaiheiset maasulut, joita syntyy tavallisimmin johtoihin osuvien salamoiden seurauksena. Jännitteen puuttumista vähintään yhdestä vaiheesta kutsutaan sarjaviaksi tai yksivaiheiseksi katkokseksi. Yksivaiheinen katkos syntyy sulakkeen tai katkaisijan viallisesta toiminnasta. (Elovaara ja Haarla 2011, 166.)

Epäsymmetriset viat voivat olla myös yhdistelmävikoja. Tällöin vikoja on samanaikaisesti kaksi tai useampia eri verkon kohdissa. Tällaisista vioista esimerkkinä ovat kaksoismaasulut ja sellainen johdinkatkos, jossa katkennut johto putoaa maahan. Nämä viat ovat laskennallisesti vaikeita käsitellä. (Elovaara ja Haarla 2011, 166.)

Voimansiirtojärjestelmän viat saavat aikaan jännitteitä ja virtoja, jotka poikkeavat suuresti normaalista, ja siksi ne määräävät usein koko järjestelmän ja komponenttien mitoituksen (Elovaara ja Haarla 2011, 166).

### 2.1.1 Oikosulku

Oikosululla tarkoitetaan tilannetta, jossa verkon jännitteiset osat koskettavat toisiaan sellaisessa pisteessä, jossa virtapiiriin ei tulisi normaalitilanteessa yhdistyä. Oikosulkuilanteessa näiden osien välinen impedanssi on todella pieni, joten oikosulun aikana tämän pisteen läpi kulkee suuri määrä virtaa. Tätä virtaa kutsutaan oikosulkuvirraksi. Ainut oikosulkuvirtaa rajoittava tekijä on sen verkon osan impedanssi, jonka kautta oikosulkuvirta kulkee.

Yleisimmin oikosulun aiheuttaa johtimien rikkoutuneet eristeet. Eristeet voivat vaurioitua esimerkiksi varomattoman kaivinkonekaivamisen seurauksena.

#### 2.1.1.1 3-vaiheinen oikosulku

Suurimman vikavirran kolmivaihejärjestelmässä aiheuttaa 3-vaiheinen vastukseton oikosulku. Verko-osan nimelliseen kuormitusvirtaan verrattuna nämä oikosulkuvirrat ovat yleisemmin noin 10-40 kertaisia. Suojalaitteiden on katkaistava ne tarpeeksi nopeasti, jotteivat ne vaurioittaisi laitteita. (Elovaara ja Haarla, 2011, 170.)

### 2.1.1.2 Oikosulkuvirran luonne

Koska oikosulkupiirin impedanssi on pääasiassa induktiivinen, on siinä kulkeva virta lähes puhdasta induktiivista loisvirtaa. Vaihtovirtakomponentin lisäksi oikosulkuvirralla on tasavirtakomponentti  $I_{tr}$ , joka vaimenee erinäisistä verkon ominaisuuksista määrittävän aikavakion mukaan. Tasavirtakomponentin suuruus riippuu oikosulun syntymishetkellä olevasta jännitteen hetkellisarvosta. Oikosulkuvirta on symmetristä, silloin kun  $I_t=0$ . Oikosulkuvirta superponoituu verkon kuormitusvirtaan. Koska oikosulkuvirta on niin paljon suurempi kuin kuormitusvirta, oikosulkulaskuissa oletetaan tavallisimmin, että verkko on tyhjäkäynnissä. Kolmivaiheisessa järjestelmässä on aina vähintään kahdessa vaiheessa tasavirtakomponentti. (Elovaara ja Haarla 2011 171.)

Käytännössä myös vaihtovirtaverkkojen vaihtovirtakomponentti muuttuu ajan kanssa. Kaikista suurin muutos tapahtuu voimalaitosten läheisyydessä tapahtuvissa vioissa. Vaihtovirtaosan amplitudissa erotetaan tavallisimmin alkuoikosulkuvirta  $I_k''$ , muutostilan oikosulkuvirta  $I_k'$  ja pysyvän tilan oikosulkuvirta  $I_k$ . Alkuoikosulkuvirta vaimenee omien aikavakioidensa  $T'$  ja  $T''$  mukaan. Kun oikosulku on kestänyt niin kauan, että se saavuttaa jatkuvan tilan eli pysyvän tilan arvon, ovat alku- ja muutosoikosulkuvirta sekä tasavirtakomponentti vaimentuneet pois. (Elovaara ja Haarla 2011, 171.)

Muutosilmiötä oikosulkuvirtaan aiheuttavat pyörivät koneet. Näistä eniten muutoksia aiheuttavat tahtikoneet sekä syvemällä verkossa suurten teollisuuslaitosten läheisyydessä myös epätahtikoneet. Koneiden käämityksiin indusoituu käämivoiden muuttumista suljetuissa roottorikämmityksissä hidastavia virtoja (näistä esimerkkeinä tahtikoneiden magnetoimis- ja vaimennuskäämit). Selvästi suurin vaikutus oikosulkuvirran luonteeseen on verkon tahtikoneilla, koska niiden reaktanssit ovat muutoksen alkuhetkillä pieniä ( $X_d$ ). (Elovaara ja Haarla 2011, 172.)

Muutosilmiötä mallinnettaessa käytetään sen vuonmuutoksia kuvaamaan ajan mukana muuttuvia reaktansseja  $X_i''$  ja  $X_i'$ . Pienin oikosulun aikana oleva reaktanssi on alkureaktanssi  $X_d''$ , sitä käytetään oikosulkulaskennoissa ja väärän tahdistuksen analysoinnissa. Muutostilan reaktanssi  $X_d'$  on alkutilan reaktanssia suurempi, ja sitä käytetään staattorivirran muuttuessa. Staattorivirran ollessa tasainen, reaktanssi  $X_d$  on suurimmillaan. Näin on silloin, kun verkko on normaalitilassa tai oikosulun aikana silloin, kun muutosilmiöt ovat vaimenneet. Oikosulun jälkeen verkossa esiintyy sähkömekaanisia tehoheilahteluja. Nämä saavat aikaan generaattorin tehon vaihtelevaan välillä normaalia suuremmaksi, ja välillä pienemmäksi. Tämän vaihtelun kuvaamiseen käytetään muutostilan reaktanssia. Kaikesta tästä voidaan päätellä, mitä kauempana generaattorista tai suurista oikosulkumoottoreista oikosulku tapahtuu, sitä vähemmän alku-, muutos- ja jatkuvan tilan oikosulkuvirrat poikkeavat toisistaan. (Elovaara ja Haarla 2011, 172-173.)

### 2.1.1.3 Oikosulkuvirran arviointi

Suurin oikosulkuvirran hetkellisarvo on sysäyoikosulkuvirta  $i_s$ , joka esiintyy noin yhden puolijakson päästä vian syntymishetkestä. Sysäyoikosulkuvirta määrittää verkon laitteiden mekaanisten rakenteiden mitoituksen.

Kansainvälisen standardin IEC60909 mukaan sysäysoikosulkuvirran suuruus arvioidaan yhtälöstä 1.

$$i_s = \kappa * \sqrt{2} * I_k'' \quad (1)$$

jossa

$$\kappa \approx 1,02 + 0,98 * e^{-3\frac{R}{X}} \quad (2)$$

(Elovaara ja Haarla 2011, 174.)

Kaavasta huomataan, että kerroin  $\kappa$  riippuu oikosulkupiirin resistanssin ja reaktanssin suhteesta.

Komponenttien eri muutostiloja vastaavat arvot arvioidaan Thevenin teoreemalla ja sijoitetaan kaavaan 3.

$$I_k = \frac{U_v}{Z_f + Z_i} \quad (3)$$

jossa

$Z_f$  = vikaimpedanssi

$U_v$  = vikakohdan vaihejännite ennen vikaa

$Z_i$  = verkon impedanssi vikakohdasta tarkasteltuna (Theveninin impedanssi).

(Elovaara ja Haarla 2011, 175.)

Koska vikavirtapiirin impedanssien arvioinnissa tulee aina jonkin verran epätarkkuutta, suosittelee IEC-standardi 60909, että suurinta oikosulkuvirtaa arvioitaessa käytettäisiin  $1,1 * U_v$ -arvoa. (Elovaara ja Haarla, 2011, 175.)

Alkuoikosulkuvirta  $I_k''$  saadaan, kun impedanssia  $Z_i$  laskettaessa otetaan huomioon niiden pitkittäiset alkureaktanssit  $X_d''$  ja muiden koneiden reaktansseina niiden alkureaktanssit.

$$I_k'' = \frac{U_v}{Z_k'' + Z_f} \quad (4)$$

(Elovaara ja Haarla 2011, 175.)

Alkutilan jälkeistä tilaa kutsutaan muutostilaksi. Muutostilan oikosulkuvirta lasketaan seuraavasti:

$$I_k' = \frac{U_v}{Z_k' + Z_f} \quad (5)$$

(Elovaara ja Haarla 2011, 175.)

Laskettaessa muutosoikosulkuvirtaa  $I_k'$  käytetään koneiden reaktansseina niiden muutosreaktansseja  $X_d'$ . Mietittäessä suojarleiden virta-asetteluja, ratkaisevin tekijä on juuri muutostilan virta. Katkaisijoiden poistaessa verkon oikosulkuvirtoja, joutuvat ne katkaisemaan  $I_k'$ :n suuruisia virtoja. (Elovaara ja Haarla 2011, 175.)

Oikosulkuvirran pysyvää arvoa laskettaessa sijoitetaan tahtikoneiden reaktansseiksi niiden poikittaiset tahtireaktanssit  $X_d$ . Tätä jatkuvan tilan arvo ei ehdi syntyä missään muualla kuin jakeluverkoissa, ja sielläkin harvoin, koska kantaverkon suojaus kerkeää toimia jo ajassa 0,1-0,5 s. Pysyvän tilan oikosulkuvirta määrittää verkon komponenttien ja johtojen lämpenemisen. (Elovaara ja Haarla 2011, 175-176.)

Oikosulkuvirran lisäksi usein käytetään myös oikosulkutehoa. Oikosulkuteho lasketaan kolmivaihesuureena. Tämä on oikosulkuvirran ja ennen vikaa vallinneen jännitteen (normaalisti nimellisjännite) tulo.

$$S_k = \sqrt{3} * U * I_k \quad (6)$$

(Elovaara ja Haarla 2011, 177.)

Tarkasteltaessa kaukana generaattoreista tapahtuvia oikosulkuja, voidaan alkuoikosulkuvirta ja jatkuvan tilan oikosulkuvirta olettaa saman suuruiseksi ( $I_k' \approx I_k$ ). Siispä kolmivaiheinen oikosulkuvirta on laskettavissa seuraavasta yhtälöstä:

$$I_k = \frac{c * U}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_k + R_M + l * r_j)^2 + (X_k + X_M + l * x_j)^2}} = \frac{c * U}{\sqrt{3} * Z} \quad (7)$$

jossa

$I_k$  = kolmivaiheinen oikosulkuvirta

$c$  = taulukon 1 mukainen kerroin

$U$  = laskentajännite (kV)

$R_k$  = syöttävän verkon oikosulkuresistanssi ( $\Omega$ )

$X_k$  = syöttävän verkon oikosulkureaktanssi ( $\Omega$ )

$R_M$  = syöttävän muuntajan resistanssi ( $\Omega$ )

$X_M$  = syöttävän muuntajan reaktanssi ( $\Omega$ )

$l$  = keskijännitejohdon pituus syöttöasemalta oikosulkukohtaan (km)

$r_j$  = keskijännitejohdon resistanssi ( $\Omega/\text{km}$ )

$x_j$  = keskijännitejohdon reaktanssi ( $\Omega/\text{km}$ )

$Z$  = vikapiirin impedanssi ( $\Omega$ )

$Z_k$  = syöttävän verkon impedanssi ( $\Omega$ )

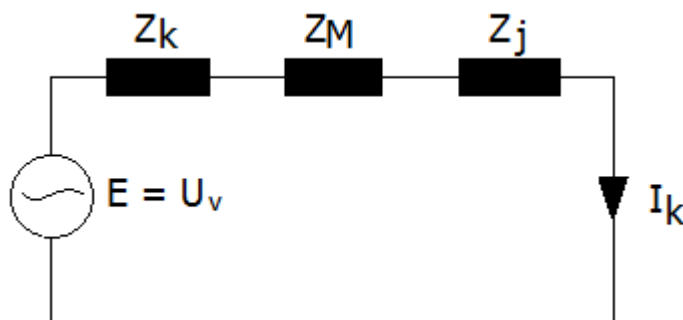
(SENER, SA\_5-94.)

TAULUKKO 1. Kertoimen c-arvo (IEC 60909-0.)

Nominal voltage $U_n$	Voltage factor $c$ for the calculation of	
	maximum short-circuit currents $c_{\max}^{1)}$	minimum short-circuit currents $c_{\min}$
<b>Low voltage</b> 100 V to 1 000 V (IEC 60038, table I)	1,05 <sup>3)</sup> 1,10 <sup>4)</sup>	0,95
<b>Medium voltage</b> >1 kV to 35 kV (IEC 60038, table III)	1,10	1,00
<b>High voltage<sup>2)</sup></b> >35 kV (IEC 60038, table IV)		

<sup>1)</sup>  $c_{\max}U_n$  should not exceed the highest voltage  $U_m$  for equipment of power systems.  
<sup>2)</sup> If no nominal voltage is defined  $c_{\max}U_n = U_m$  or  $c_{\min}U_n = 0,90 \times U_m$  should be applied.  
<sup>3)</sup> For low-voltage systems with a tolerance of +6 %, for example systems renamed from 380 V to 400 V.  
<sup>4)</sup> For low-voltage systems with a tolerance of +10 %.

Oikosulkuvirran laskentakaava perustuu Theveninin sijaiskytkentään, jossa oikosulkuvirtaan vaikuttavat tekijät on esitetty yksinkertaisella esitysmallilla. Kuvassa 1 on esitetty yksinkertainen Theveninin sijaiskytkentä.



KUVA 1. Sijaiskytkentä.

Oikosulkuvirrat aiheuttavat verkkoon termistä rasitusta, joka on otettava huomioon mitoittaessa verkkoa. Tämä toteutetaan laskemalla vikapaikalle virta, jonka lämmittävä vaikutus ja kestoaika ovat samat kuin verkossa todellisuudessa esiintyvällä vikavirralla. Tätä virtaa kutsutaan ekvivalenttiseksi termiseksi oikosulkuvirraksi ja se on johtojen ja kiskojen mitoituksen kannalta tärkein mitoittava tekijä. Ekvivalenttinen terminen oikosulkuvirta lasketaan kaavalla 8. (IEC 865-1, 115.)

$$I_{th} = I_k'' * \sqrt{(m + n) * t_k} \quad (8)$$

jossa

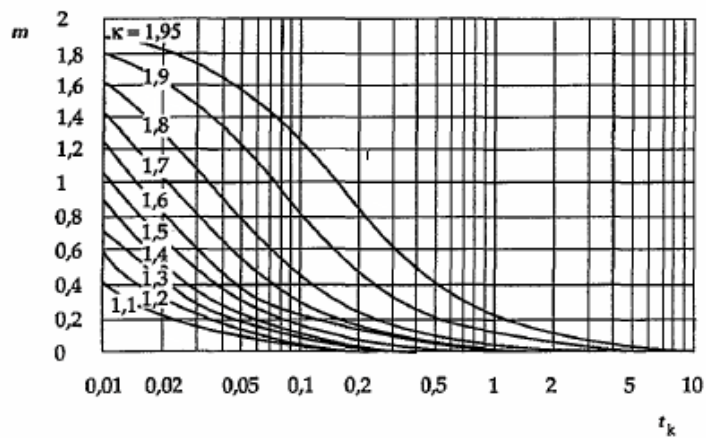
$m$  = tasavirtatekijä

$n$  = vaihtovirtatekijä

$t_k$  = oikosulun vaikutusaika

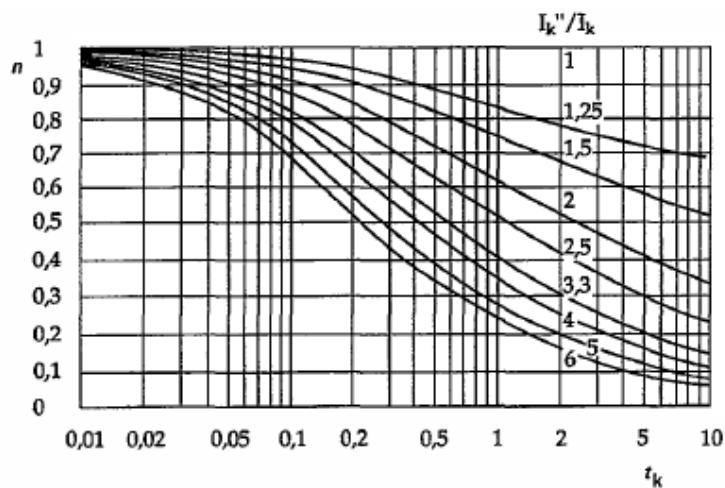
(IEC 865-1, 115)

Tekijän  $m$  avulla saadaan huomioitua tasakomponentin vaimeneminen. Tähän tasavirtatekijään vaikuttavat asiat ovat oikosulun kestoaika sekä sysäyskertoimen  $\kappa$  suuruus. Sysäyskerroin määritetään kaavan 2 avulla. Tekijä  $m$  voidaan määrittää kuvan 2 avulla.



KUVA 2. Tasavirtatekijä  $m$  (Huotari ja Partanen 1998.)

Ekvivalenttiseen termiseen oikosulkuvirtaan vaikuttaa myös vaihtovirtatekiä  $n$ . Tällä tekijällä huomioidaan vaihtovirtakomponentin vaimeneminen. Tekijän  $n$  suuruuteen vaikuttavat tekijät ovat alkui- kosulkuvirran ja pysyvän tilan oikosulkuvirran suhde sekä oikosulun kestoaika. Tekijä  $n$  voidaan määrittää kuvan 3 avulla. (IEC 865-1, 115.)



KUVA 3. Vaihtovirtatekijä  $n$  (Huotari ja Partanen, 1998.)

#### 2.1.1.4 Epäsymmetriset oikosulut

Yleisimmät epäsymmetriset oikosulut ovat 1-vaiheinen maasulku ja kahden vaiheen välinen oikosulku. Myös kaksivaiheiseen oikosulkuun voi liittyä maakosketus. Tällaisten vikojen aikana vaiheiden väliset jännitteet ja virrat eivät ole saman suuruisia eli symmetrisiä. Tällaista tilannetta tarkasteltaessa ei voida käyttää 1-vaiheista sijaiskytkentää, koska sen käyttäminen vaatii symmetristä verkkoa. Epäsymmetristä verkkoa tarkasteltaessa on jokaista vaihetta tarkasteltava erikseen. Tämä aiheuttaa sen, että jännite- ja virtayhtälöiden määrä kolminkertaistuu. (Elovaara ja Haarla 2011, 177.)

Epäsymmetristen tilojen käsittely helpottuu, kun vaihesuureita ei valita ratkaistaviksi suureiksi vaan ne lasketaan niin sanotuilla symmetrisillä komponenteilla. Näin laskettaessa säästyy ylimääräiseltä vaivalta, kun tarkasteltavassa verkossa on vain yksi epäsymmetria. Kun käytetään symmetrisiä komponentteja, komponenttiverkot ovat yleensä toisistaan riippumattomia. Tähän menettelyyn voi päätyä laskemalla impedanssimatriisin ominaisarvot. (Elovaara ja Haarla 2011, 177.)

#### 2.1.1.5 Virtojen ja jännitteiden symmetriset komponentit

Epäsymmetristä kolmivaihejännitettä voidaan kuvata kolmella symmetrisellä kolmivaihekomponentilla, joiden ilmoittamiseen riittää vain yksi osoitin. Symmetristen komponenttien osoittimet ovat samanlaisia osoittimia kuin vaihesuureetkin. Ne pyörivät ja niiden pyörimissuunta on sama kuin vaihesuureiden osoittimien eli vastapäivään. Myötäjärjestelmällä kuvataan normaalia kolmivaihejärjestelmää, jonka vaihejärjestys on R-S-T. Siinä merkitään  $120^\circ$  vaiheenkääntötoimea symbolilla  $a = 1 \angle 120^\circ$ . Pidettäessä R-vaiheen jännitteenosoitinta perusosoittimena, saadaan eri vaiheiden jännitteeksi myötäjärjestelmässä: (Elovaara ja Haarla, 2011 177 - 178.)

$$\underline{U}_{R1} = \underline{U}_1 \quad (9)$$

$$\underline{U}_{S1} = a^2 * \underline{U}_1 \quad (10)$$

$$\underline{U}_{T1} = a * \underline{U}_1 \quad (11)$$

Jossa

$$\underline{a} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (12)$$

ja

$$\underline{a}^2 = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (13)$$

(Elovaara ja Haarla 2011, 178.)

Normaali symmetrinen kolmivaihejärjestelmä sisältää siis vain myötäjärjestelmän. (Elovaara ja Haarla 2011, 178.)

Vastajärjestelmä on muuten samanlainen kuin myötäjärjestelmä, mutta vaihejärjestys on käänteinen, eli R-T-S. Täten vaihejännitteet ovat:

$$\underline{U}_{R2} = \underline{U}_2 \quad (14)$$

$$\underline{U}_{S2} = a * \underline{U}_2 \quad (15)$$

$$\underline{U}_{T2} = a^2 * \underline{U}_2 \quad (16)$$

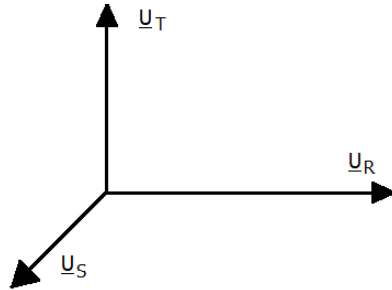
(Elovaara ja Haarla 2011, 178 - 179.)

Nollajärjestelmän eri vaiheiden samaa ominaisuutta kuvaavat osoittimet ovat samankokoiset ja -suuntaiset eli samanvaiheiset. Nekin pyörivät kulmataajuuden mukaan samaan suuntaan kuin myötäjärjestelmässä. Samanvaiheisilla jännitteillä pätee:

$$\underline{U}_{R0} = \underline{U}_{S0} = \underline{U}_{T0} = \underline{U}_0 \quad (17)$$

(Elovaara ja Haarla 2011, 178 - 179)

Kuvassa 4 on esimerkki epäsymmetrisestä kolmivaihejärjestelmästä.



KUVA 4. Epäsymmetrinen kolmivaihejännite.

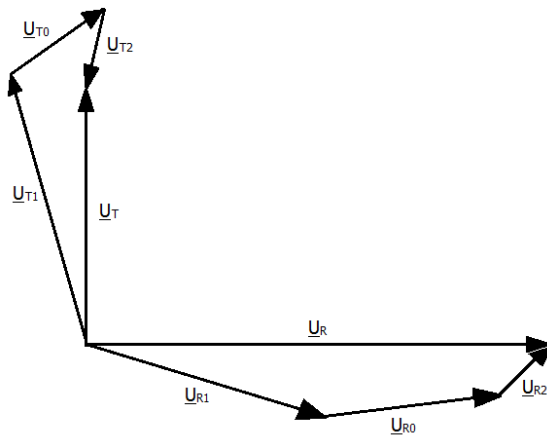
Epäsymmetristen jännitteiden symmetriset komponentit saadaan laskemalla kaavojen 18 - 20 mukaisesti.

$$\underline{U}_R = \underline{U}_{R0} + \underline{U}_{R1} + \underline{U}_{R2} \quad (18)$$

$$\underline{U}_S = \underline{U}_{S0} + \underline{U}_{S1} + \underline{U}_{S2} \quad (19)$$

$$\underline{U}_T = \underline{U}_{T0} + \underline{U}_{T1} + \underline{U}_{T2} \quad (20)$$

Kuvassa 5 on esitetty symmetrisistä komponenteista kootut epäsymmetriset jännitteet.



KUVA 5. Symmetrisistä komponenteista kootut epäsymmetriset jännitteet.

Epäsymmetrisillä komponenteilla laskettaessa laskutoimitukset yksinkertaistuvat. Tämä perustuu siihen, että jännitteiden eri komponentit muodostavat ohmin lain mukaan oman itsenäisen virtakomponenttinsa. Tämä johtaa siihen, että laskuvaiheessa saadaan kolme toisistaan riippumatonta yhtälöä, kun epäsymmetristen komponenttien virtasuureilla laskettaessa ratkaistavana olisi kolmen toisistaan riippuvan yhtälön yhtälöryhmä.

## 2.1.2 Maasulku

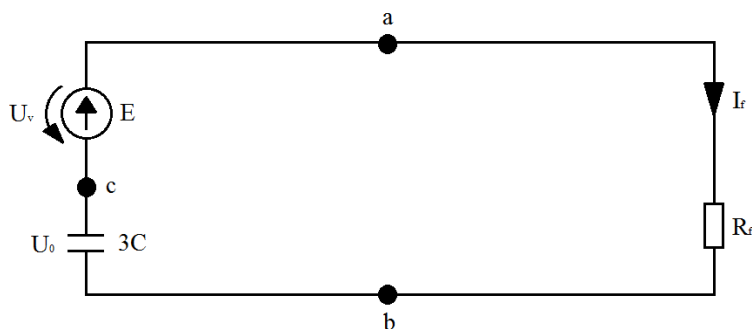
Suomen keskijänniteverkot ovat maadoitukseltaan tähtipisteestään maasta erotettuja verkkoja tai niiden erikoismuotoja, niin sanottuja sammutettuja verkkoja. Tällaiset ratkaisut soveltuvat hyvin Suomen oloihin. Sammutettu verkko tarkoittaa sellaista verkkoa, jonka tähtipisteeseen on kytketty sen verkon johtojen maakapasitanssien muodostamaa reaktanssia vastaava induktanssi. (Lakervi ja Partanen 2008, 182 - 183.)

Syy sille, miksi keskijänniteverkon maadoitukset tehdään näin, löytyy huonoista maadoitusolosuhteista aiheutuvasta kosketusjänniteongelmasta. Useimmiten maasulku aiheutuu vaihejohtimen valokaaresta tai kosketuksesta suojamaadoitettuun osaan. Tällaisissa tilanteissa kosketusjännitteen suuruus riippuu suojamaadoituksen resistanssista ja maasulkuvirran suuruudesta. Määriteltäessä sallittua kosketusjännitettä, pyritään saamaan se sellaiseen arvoon, joka sähköiskutilanteessa ei vielä johda sydänkammiovärinän syntymiseen. Standardi SFS 6001 kertoo, että sallittua arvoa määriteltäessä on otettava huomioon kehon kautta kulkeva virta, kehon kokonaisimpedanssiin vaikuttava virran kulkutie kohossa ja vian kestoaika. Vaatimukset saavutetaan parantamalla maadoituksia, lyhentämällä laukaisun hidatusaikaa ja/tai pienentämällä maasulkuvirtaa. Maasulkuvirran pienentäminen toteutetaan käyttämällä sammutettua verkkoa, tai jakamalla verkko galvaanisesti eri osiin. (Lakervi ja Partanen 2008, 182 - 183.)

### 2.1.2.1 Maasulku maasta erotetussa keskijänniteverkossa

Tilanteessa, jossa maasta erotetussa verkossa tapahtuu maasulku, verkon kaikkien vaiheiden ja tähtipisteen jännitteet muuttuvat ja sen eri osissa esiintyy johtojen maakapasitanssien kautta kulkevia kapasitiivisiä vikavirtoja (Lakervi ja Partanen 2008, 183).

Muuntajakäämien ja johtimien muutamien ohmien impedanssit ovat hyvin pieniä verrattuna vaihejohtimen satojen ohmien maakapasitansseihin, mistä syystä ne voidaan maasulkulaskelmissa olettaa nolllaksi. Tällöin verkon Theveninin sijaiskytkentä on kuvan 6 kaltainen (Lakervi ja Partanen 2008, 183.)



KUVA 6. Maasulun sijaiskytkentä.

Kuvassa 6 Theveninin lähde on sijoitettu kohtaan, jossa maasulku sijaitsee. Tämän kyseisen lähteen lähdejännite on ennen vikaa vioittuneessa vaiheessa vallinneen jännitteen suuruinen. Virtapiiri muodostuu ainoastaan verkon maakapasitansseista. Kaikkien vaiheiden maakapasitanssien summaa ku-

vataan kondensaattorilla 3C. Koska maakapasitanssit kytkeytyvät rinnakkain tähtipisteeseen, kuvaa piste c verkon tähtipistettä. Kuvassa kondensaattorin 3C yli vaikuttava jännite kuvaa itse tähtipistettä. (Lakervi ja Partanen 2008, 184.)

Sijaiskytkennän avulla saadaan maasulkuvirta  $\underline{I}_f$  kaavalla 21.

$$\underline{I}_f = \frac{\underline{E}}{R_f + \frac{1}{j3\omega C}} = \frac{j3\omega C}{1 + j3\omega C R_f} * \underline{U}_y \quad (21)$$

(Lakervi ja Partanen 2008, 184.)

Maasulkuvirtaa ei voida suoraan mitata, mutta siihen verrannollinen virta saadaan sähköasemalla johtolähdön alkuun kytkettävältä summavirtamuuntajalta. Maasulkureleen tuntema maasulkuvirta lasketaan kaavasta 22.

$$I_r = \frac{C - C_j}{C} * I_f \quad (22)$$

$C$  = galvaanisesti yhteenkytketyn verkon maakapasitanssi/vaihe

$C_j$  = viallisen lähdön maakapasitanssi/vaihe

$I_f$  = maasulkuvirta

(Lakervi ja Partanen 2008, 191.)

Tähtipiste- eli nollajännitte saadaan kaavasta 23.

$$\underline{U}_0 = \frac{1}{j3\omega C} * (-\underline{I}_f) = \frac{-1}{1 + j3\omega C R_f} * \underline{U}_y \quad (23)$$

Yllä esitettyä kuvausta ja laskutapaa käytettäessä on muistettava, että vaikka laskentatulokset itsessään on tarpeeksi tarkka, ei se kerro yksityiskohtaisesti maasulun aikaisista fyysisistä ilmiöistä (Lakervi ja Partanen 2008, 184).

#### 2.1.2.2 Maasulun aikaisia ilmiöitä

Maasta erotettujen verkkojen maasulkuvirrat ovat pieniä, suuruudeltaan noin 5-100 A, riippuen päämuuntajan perään kytketyn verkon laajuudesta. Maasulkuvirran keskiarvo 20 kV:n avojohtoverkossa on 0,067 A/km, kun taas maakaapeleilla vastaava luku on 2,7-4 A/km, riippuen kaapelin tyyppistä. Käytettäessä maakaapelia on laskelmissa käytettävä valmistajan antamia maakapasitanssiarvoja, koska ne vaihtelevat paljon riippuen kaapelin rakenteesta. Esimerkiksi vanhan APYAKMM -kaapelin maakapasitanssi on noin 50 % suurempi kuin nykyisin käytettävällä AHXAMK-W -kaapelilla. Ilmajohdojen maakapasitanssiin vaikuttaa johtojen geometria, mutta yleisesti voidaan kaikille avojohdoille käyttää keskimääräistä kapasitanssiarvoa 6 nF/km. (Lakervi ja Partanen 2008, 186.)

Vikaresistanssin  $R_f$  ollessa 0 vian aikana viallisen vaiheen jännite on nolla. Toisten vaiheiden jännitteet ovat tällöin pääjännitteen suuruisia, ja tähtipisteen jännite nousee vaihejännitteen suuruiseksi. Vikaresistanssin kasvaessa tähtipistejännite ja maasulkuvirta pienentyvät. Maasulkuvirtojen pienet arvot ovat ongelmallisia maasulkusuojauksen toteutuksen kannalta sellaisissa tilanteissa, joissa vikaresistanssi on lähellä normaalitilanteen vuoteresistanssia. Tällaisista tilanteista on esimerkkinä PAS-johtimen maahan putoaminen tai kuivan puun PAS- tai avojohtoon nojaaminen. Näissä tilanteissa vikaresistanssi voi olla 10-100 k $\Omega$ . Verkon pituuden kasvaessa maasulkuvirta kasvaa ja tähtipistejännite pienentyy vikaresistanssin kautta tapahtuvassa maasulussa. (Lakervi ja Partanen 2008, 186.)

## 2.2 Keskijänniteverkon suojaus

Suomessa on voimassa sähköturvallisuusstandardeja, jotka määräävät jakeluverkkojen turvallisen ja luotettavan käytön edellyttämät minimivaatimukset. Sähköyhtiöiden tehtävä on täyttää nämä standardien asettamat vaatimukset. Koska nämä ovat minimivaatimuksia, voidaan niitä tehokkaamilla suojauksilla ja suojausautomaatiolla usein saavuttaa luotettavampi lopputulos. (Lakervi ja Partanen 2008, 176.)

Keskijänniteverkkojen tunnusmerkkejä ovat nollajohdon ja tähtipistemaadoituksen puuttuminen. Näistä syistä maasulku poikkeaa oikosulusta tehden siitä omanlaisensa vian, jonka tunnistamiseen ja paikallistamiseen tarvitaan omanlaista tekniikkaa. Lisäksi keskijänniteverkolle ominaista on sen säteittäinen rakenne, joka mahdollistaa yksinkertaisen selektiivisyyden toteuttamisen. (Lakervi ja Partanen 2008, 176.)

Keskijänniteverkkojen suojaukseen käytetään suoja-releitä. Suoja-releiden toiminta perustuu siihen että ne mittaavat ja tarkkailevat sähköverkon tilaa ja antavat tarpeen tullen katkaisijoille katkaisu/kytkentäkomentoja. Relesuojaus on automaattinen, nopea ja luotettava suojausmenetelmä. (Mörsky 1992, 15, 20)

### 2.2.1 Relesuojauksen selektiivisyys

Oikein suunnitellun ja toteutetun verkon relesuojaukset muodostavat suoja-alueita. Näitä suoja-alueita voivat olla esimerkiksi johdot, generaattorit tai muuntajat. Selektiivisessä suojauksessa verkon suoja-releet toimivat vain oman suoja-alueen sisällä tapahtuvissa vioissa. Selektiivisyyden toteutuessa suoja-rele havaitsee vian, mutta ei toimi, jos se on toisen releen suoja-alueella. Selektiivisyyden toteuttamista aika-asetteluiden mukaan kutsutaan aikaselektiivisyydeksi ja virta-asettelun mukaan toimivaa virtaselektiivisyydeksi.

(Mörsky, 1992, 15-16.)

### 2.2.2 Ylikuormitus- ja oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojauksen tavoitteena on havaita ja katkaista oikosulkuvirrat mahdollisimman nopeasti ja ehkäistä sitä aiheuttamasta vauriota verkon laitteille ja johdoille. Tämän lisäksi oikosulkusuojaus erottaa vioittuneen johto-osan muusta verkosta. Oikosulkusuojauksella on myös se tarkoitus, että

vikatilanteiden sattuessa vikavirrat eivät aiheuta vaaraa verkon käyttäjille tai ulkopuolisille. Suomessa tähän tarkoitukseen käytetään vakioaikaylivirtarelettä. Usein rele sisältää suurella hetkellisvirralla aikaan saavan laukaisutoiminnon, ja ne suojaavat samalla myös kuormituksesta johtuvalta ylivirralla. (Lakervi ja Partanen 2008, 176.)

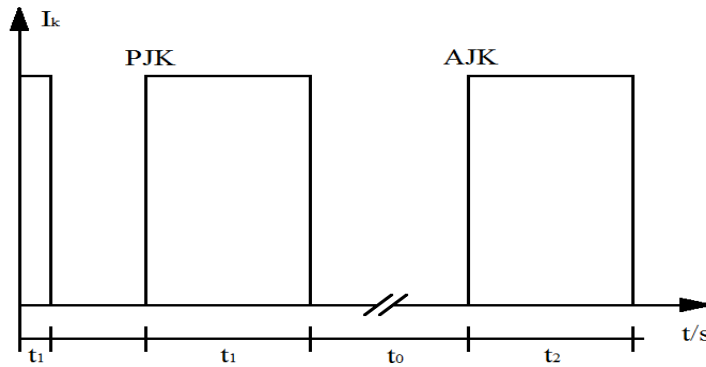
Avojohtoverkkojen lämmönluovutuskyky on hyvä, ja siten ne kestävät päällystettyjä johtoja paremmin kuormitusta. Verkon ollessa avojohtoa on releasettelut toteutettava siten, että ylivirran havahdumisraja asetetaan kaksinkertaiseksi normaalikuormitukseen nähden. Tässä on tosin otettava huomioon, että rele havahtuu myös johdon loppupään kaksivaiheisessa oikosulussa, jonka oikosulkuvirta voi olla pienempi kuin tuo kaksinkertainen kuormitusvirta. Kaapeliverkon releasettelut täytyy toteuttaa siten, että rele havahtuu viimeistään silloin, kun verkkoa kuormitetaan sen suurimmalla nimelliskuormalla. Silloin kun kuormitusta mitataan valvotulla kaukomittauksella, voidaan suurempikin aseteluarvo hyväksyä, kunhan vain oikosulkuvirta saa releen tällöinkin aina havahtumaan. (Lakervi ja Partanen 2008, 176.)

Hetkellislaukaisulla saavutetaan se, että sähköasemien läheisyydessäkään olevien johto-osien oikosulkukestoisuudet ylity, ja samalla jännitteen äkilliset laskut jäävät lyhytaikaisiksi. Hetkellislaukaisun rajaksi voidaan asettaa muutama kiloampeeri. Sähköasemilla käytetään aina myös pääkatkaisijan hetkellislaukaisua. Tämä suojaa kiskostoa mahdollisissa kiskosto-oikosuluissa. Pääkatkaisijan hetkellislaukaisu täytyy estyä silloin, kun jonkun lähdon suojarle havahtuu, jottei yksittäisen lähdon oikosulku katkaise jännitettä kaikilta lähdoilta. Tällainen lukitus auttaa saavuttamaan selektiivisen suojauksen myös kaikissa nopeissa laukaisuissa. Hetkellislaukaisun täydellinen toimiminen edellyttää, että virtamuuntajat ovat hyvin toistokykyisiä myös suurilla virroilla. Jollei kytkentävirtoihin kiinnitetä tarpeeksi huomiota, saattavat ne aiheuttaa releistyksen tarpeetonta toimintaa. (Lakervi ja Partanen 2008, 176-177.)

Joskus johdoilla voi olla välikatkaisijoita eli katkaisijoita, jotka sijaitsevat jossain muualla kuin kytkinlaitoksella. Tällaisten katkaisijoiden toimiminen niiden perässä olevan verkon oikosuluissa toteutetaan ylivirtareleiden aikaselektiivisyydellä. Välikatkaisijan releen laukaisu aika asetetaan lyhyemmäksi kuin sähköasemalla sijaitsevan katkaisijan. (Lakervi ja Partanen 2008, 177.)

Tarkasteltaessa oikosulkukestoisuutta täytyy huomioon ottaa myös mahdollisen pikajälleenkytkennän vaikutus. Pikajälleenkytkennällä on huomattavan suuri vaikutus varsinkin suuripoikkipintaisiin johtimiin sekä maakaapeleihin. Lämpenemisvaikutuksesta johtuvia vaurioita aiheutuu myös, jos kytketään oikosulussa oleva johto kauko-ohjauksella liian lyhyen jäähtymisajan jälkeen. Tällöin johtimia lämmittävän oikosulun ajaksi lasketaan pikajälleenkytkentää edeltävän ja sen jälkeisen oikosulkujen kestojen summa ( $t_1$  kaavasta 24). Aika saadaan laskettua aseteltujen hidastusaikojen, suojausten havahtumisaikojen ja katkaisijoiden toiminta-aikojen summana. Pikajälleenkytkentää käytetään ohimenevien valokaarivikojen selvittämiseen, ja siksi se ei ole yleensä käytössä maakaapeliverkoissa. (Lakervi ja Partanen 2008, 177.)

Pikajälleenkytkentää edeltävänä jännitteettömänä aikana jäähtymistä ei ehdi tapahtua. Aikajälleenkytkennän jännitteettömänä aikana tapahtuva jäähtyminen otetaan huomioon laskettaessa niin sanottu oikosulkuvirran ekvivalenttinen vaikutusaika. Tämä voidaan laskea kaavalla 24. Kuvassa 7 on esitetty vikavirta kestoajan funktiona.



KUVA 7. Vikavirta kestoajan funktiona.

$$t = \sum t_1 * e^{-t_0/\tau} + t_2 \quad (24)$$

jossa

$t_1$  = oikosulun kestoaikaa ennen ajk:n jännitteetöntä aikaa, eli releen aseteltujen hidastusaikojen summa lisätynä releen havahtumis- ja katkaisijan toiminta-aikojen summalla

$t_0$  = ajk:n jännitteetön aika

$\tau$  = johtimen jäähtymisaikavakio

$t_2$  = ajk:n jälkeinen oikosulun kesto aika

(Lakervi ja Partanen 2008, 177.)

Oikosulkuvirran ekvivalenttisen vaikutusajan ollessa eri kuin 1 sekunti voidaan johdoille laskea suurin sallittu oikosulkuvirta  $I_{kt}$  kaavalla 25.

$$I_{kt} = \frac{I_{k1s}}{\sqrt{t}} \quad (25)$$

jossa

$I_{k1s}$  = tarkasteltavan johtimen suurin sallittu 1 s oikosulkuvirta

$t$  = kaavalla 24 saatu ekvivalenttinen oikosulun vaikutusaika

### 2.2.3 Maasulkusuojaus

Maasta erotetussa verkossa ei maasulkusuojausta voida toteuttaa oikosulkusuojauksen tavoin ylivirtasuojilla, koska vikavirta on useasti pienempi kuin kuormitusvirta. Kuitenkin maasulkuun viittaavia poikkeamia on useita, kuten esimerkiksi:

- perustaajuisen tähtipistejännitteen muutos
- perustaajuisen vaihejännitteen muutos
- perustaajuinen summavirta
- yliaallot jännitteessä ja virrassa
- suuritaajuiset muutosvirrat

(Lakervi ja Partanen 2008, 190.)

Maasulussa olevassa verkossa esiintyy viidettä yliaaltoa. Vikatilan alkuhetkinä syntyy muutosvirtoja viallisen vaiheen purkautuessa ja ehjien vaiheiden maakapasitanssien varautuessa. (Lakervi ja Partanen 2008, 190.)

Maasulkusuojaus toteutetaan käytännössä maasulun suuntareileillä. Suuntareiden toiminta perustuu siihen, että ne tunnistavat maasulun aiheuttamat vaihevirtojen epäsymmetrisyydet ja tähtipistejännitteen äkilliset kasvut. Virran epäsymmetriaa kuvataan nollavirralla. Tämä saadaan johtolähdön vaihevirtojen osoitinsummasta, jonka muodostaa kolmen vaiheen virtamuuntajien summakytkentä tai kaapelivirtamuuntaja. (Lakervi ja Partanen 2008, 190.)

Tähtipistejännite mitataan tavallisesti vaihejännitteisiin kytkettyjen jännitemuuntajien toisiokäämien avokolmiokytkennästä. Maasulkurele saa havahtua vain silloin, kun juuri sen suojaamassa lähdössä on maasulku. Maasulkuvian ollessa päällä on kyseisen lähdön alkupäässä sijaitsevan summavirtamuuntajan mittaama nollavirta pienempi kuin maasulkuvirta  $I_f$ . Vioittuneen lähdön maakapasitanssien vaikutus on vähennettävä alkupään summavirtaa laskettaessa, sillä tämän lähdön maakapasitanssien määräämä vikavirran komponentti kulkee summavirtamuuntajan läpi molempiin suuntiin. (Lakervi ja Partanen 2008, 191.)

### 3 SÄHKÖ- JA KYTKINASEMAT

Sähköasemalla tarkoitetaan sellaista pistettä sähköverkossa, jossa voidaan tehdä kytkentä- ja katkaisutoimintoja. Sähköasemassa voidaan mahdollisesti myös toteuttaa jännitteen muuntamista, yleensä 110 kV:sta 20 kV:n tasolle. Sähköasemat ovat sähköverkkojen tärkeimpiä yksittäisiä rakennosia. Sähköaseman sijainti ja sen koko on suurin tekijä, joka määrittää johtojen pituuden, verkon mitoituksen ja sen varayhteydet. Se toimii jakokeskuksen tavoin, ja juuri sähköasemalla sijaitsee suurin osa verkon automaatiosta ja releistyksestä. Tärkein syy uuden sähköaseman rakentamiselle on sähkön laadun ylläpito ja/tai parantaminen. (Lakervi ja Partanen 2008, 119.)

Sähköasema koostuu seuraavista rakenteista:

- suurjännitekytkinlaitos
- yksi tai useampi päämuuntaja
- keskijännitekytkinlaitos
- apujännitejärjestelmä käytöntukitoimintoineen

(Lakervi ja Partanen 2008, 119.)

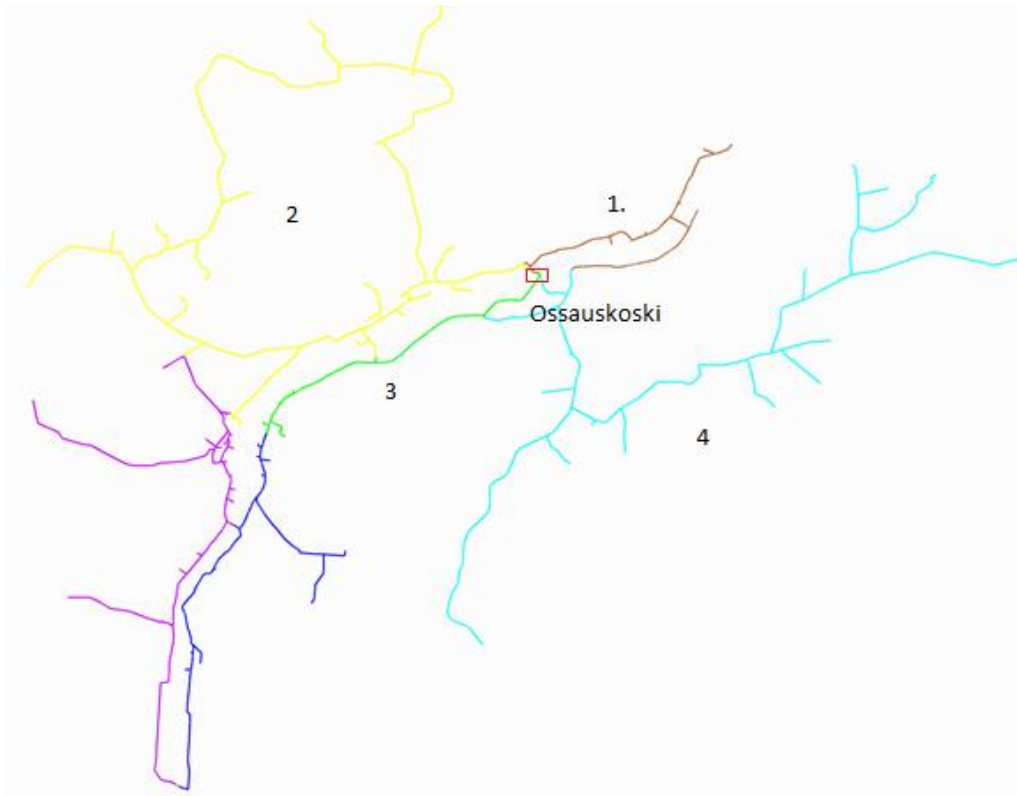
Haja-asutusalueella kytkinlaitokset ovat yleensä perinteisiä ilmaeristeisiä, kun taas taajamissa sekä keski- että suurjännitekytkinlaitokset usein ovat SF<sub>6</sub> –kaasueristeisiä. Sähköverkon rakenne voi olla sellainen, että kytkinlaitokselle voi säteittäissyötön sijaan tulla montakin johtoa. Tämä mahdollistaa vaihtoehtoiset syöttösuunnat, kiskoston mukaan rengasverkkojen jakorajojen muuttamisen sekä verkkojen silmukoidun käytön.

(Lakervi ja Partanen 2008, 119.)

#### 4 TENERGIAN KESKIJÄNNITEVERKKO

Tervolan keskijänniteverkko koostuu 302 kilometristä avojohtoa, 6,3 kilometristä maakaapelia ja 6,1 kilometristä PAS-johtoa. 20 kV verkkoon liittyy noin 250 kpl 20/0,4 kV:n muuntamoita. Tervolan sähkönsyöttö tapahtuu kahdelta sähköasemalta. Taivalkosken voimalaitoksen sähköasema sijaitsee noin 20 kilometrin päässä Tervolan kirkonkylältä etelään, Kemin suuntaan. Ossauskosken kytkinasema sijaitsee noin 20 kilometrin päässä koilliseen, Rovaniemen suuntaan. Tässä työssä keskitytään Ossauskosken kytkemöön.

Ossauskosken kytkinasemassa on viisi 20 kV:n katkaisijalähtöä, joista yksi on varalähtö. Nämä lähdöt syöttävät suurimpaa osaa Tervolan sähköverkon kattamasta alueesta. Lähdöt on nimetty niiden perässä olevien verkkojen syöttöalueiden mukaan: 1. Koivu, 2. Loue, 3 Itäpuoli ja 4. Vähäjoki. Kuvassa näkyvät eri keskijännitelähtöjen alueet. Kahta eteläisintä lähtöä syötetään Tervolan eteläpäässä sijaitsevalta Taivalkosken voimalaitokselta.



KUVA 8. Tervolan KJ-verkon lähdöttäinen verkkotopologia.

## 5 KYTKINLAITOKSEN ESISUUNNITTELU

Tässä kappaleessa käsitellään kytkinlaitoksen esisuunnittelun eri vaiheita. Esisuunnittelu jakaantui kolmeen eri vaiheeseen, jotka olivat lähtötietojen kerääminen, mitoituksen ja releasetteluiden määrittäminen sekä budjettihinnan tiedustelu.

Koska kytkinlaitos tulee olemaan käytössä seuraavat 20-30 vuotta, oli lähtökohtana, että kojeet ja laitteet tullaan valitsemaan Suomen ja Pohjoismaiden olosuhteissa yleisesti luotettaviksi todettujen valmistajien valikoimista. Tavoitteena oli käyttää nykyaikaisia ja tehokkaita ratkaisuja luotettavan ja pitkäikäisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

### 5.1 Kytkinlaitokselle asetetut vähimmäisvaatimukset

Esisuunnittelu alkoi neuvottelemalla Tenergian verkkopäällikkö Jarno Lumimäen kanssa siitä, millainen uuden kytkemön tulisi olla. Kartoitimme vanhan kytkinlaitoksen toimintoja ja mietimme mitä toimintoja uuteen kytkinlaitokseen voisi lisätä. Lumimäen kanssa käytyjen keskustelujen perusteella uudelle kytkinlaitokselle asetettiin alla esitetyt vähimmäisvaatimukset.

Rakennukselle annetut vaatimukset:

- neljä keskijännitelähtöä ja yksi varalähtö
- omakäyttöosio

Vaatimukset suojaukselle:

- ylikuormitus- ja vikavirtasuojaus
- maasulkusuojaus
- kiskoston ja syöttö- ja mittauskentän valokaarisuojaus
- pikalaukaisu
- jälleenkytkentätoiminto

Muita vaatimuksia:

- GSM-tekniikalla toteutettu katkaisijoiden etäohjaus
- lähtökohtaiset jännitteen- ja tehonmittaukset

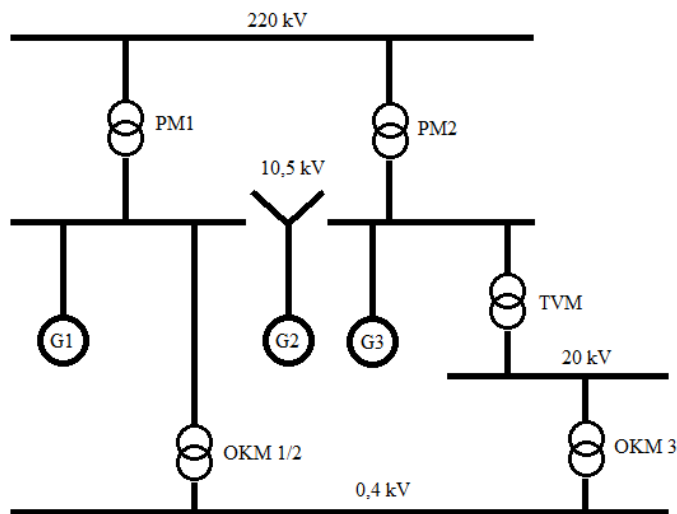
Tenergialla on vanhassa kytkinlaitoksessa käytössään järjestelmä, jonka avulla katkaisijoita voidaan ohjata mobiililaitteella GSM-verkon kautta. Yritys on tyytyväinen nykyiseen järjestelmään, joten uutta PC-pohjaista käytönvalvontajärjestelmää ei hankittu.

Materiaalia kerättiin keskijänniteverkkojen, sähköasemien ja kytkinlaitoksien suunnitteluun liittyvistä asioista. Tenergialla oli kansioita, jotka sisälsivät vanhan kytkinlaitoksen tekniset tiedot ja piirustukset. Niistä saatiin pohjustusta uuden kytkinlaitoksen suunnitteluun.

## 5.2 Sähkötekniset lähtötiedot

Laskelmissa käytetyt kytkinlaitosta syöttävän verkon lähtötiedot tiedusteltiin Ossauskosken voimalaitoksen omistavalta Kemijoki Oy:ltä. Tenergian verkkoa koskevat tiedot on laskettu Tekla NIS – verkkotietojärjestelmällä.

Kemijoki Oy:ltä saaduista lähtötiedoista työn kannalta oleellisimpia olivat Tenergian verkkoa syöttävän PM2-muuntajan alapuolen oikosulkutehot Kemijoki Oy:n verkon eri kytkentätilanteissa sekä TVM-muuntajan lähtötiedot. Kuvasta 9 selviää Kemijoki Oy:n verkon rakenne.



KUVA 9. Kemijoki Oy:n verkon rakennekaavio.

PM2-muuntajan alapuolen oikosulkuteho silloin, kun G2 ja G3 on kytketty PM2:n puolelle:

$$S_k'' = 762 \text{ MVA}$$

Oikosulkuteho silloin, kun vain G3 on kytketty PM2:n puolelle ja G2 on kytketty PM1:n puolelle:

$$S_k'' = 717 \text{ MVA}$$

TVM-muuntajan lähtötiedot:

YNd11

$$S_N = 10000 \text{ kVA}$$

$$U_{1N} = 10500 \pm 6 \%$$

$$U_{2N} = 21000 \text{ V} \pm 6 \%$$

$$P_0 = 6,192 \text{ kW}$$

$$P_k = 63,846 \text{ kW}$$

$$z_k = 8,10 \%$$

Muuntajan lähtötietojen avulla lasketut arvot on esitetty alla.

$$Z_m = \frac{z_k}{100} * \frac{U_n^2}{S_n} = \frac{8,1}{100} * \frac{21 \text{ kV}^2}{10 \text{ MVA}} = 3,57 \text{ } \underline{85,5^\circ} \text{ } \Omega$$

$$r_m = 100 * \frac{P_k}{S_n} \% = 100 * \frac{63,846 \text{ kW}}{10 \text{ MVA}} \% = 0,64 \%$$

$$R_m = \frac{r_k}{100} * \frac{U_n^2}{S_n} = \frac{0,64}{100} * \frac{21 \text{ kV}^2}{10 \text{ MVA}} = 0,28 \text{ } \Omega \text{ } \underline{0^\circ} \text{ } \Omega$$

$$x_m = \sqrt{z_k^2 - r_k^2} = 8,07 \%$$

$$X_m = \frac{x_k}{100} * \frac{U_n^2}{S_n} = \frac{8,07}{100} * \frac{21 \text{ kV}^2}{10 \text{ MVA}} = 3,56 \text{ } \underline{90^\circ} \text{ } \Omega$$

### 5.3 Kytkinlaitoksen mitoittaminen ja suunnittelu

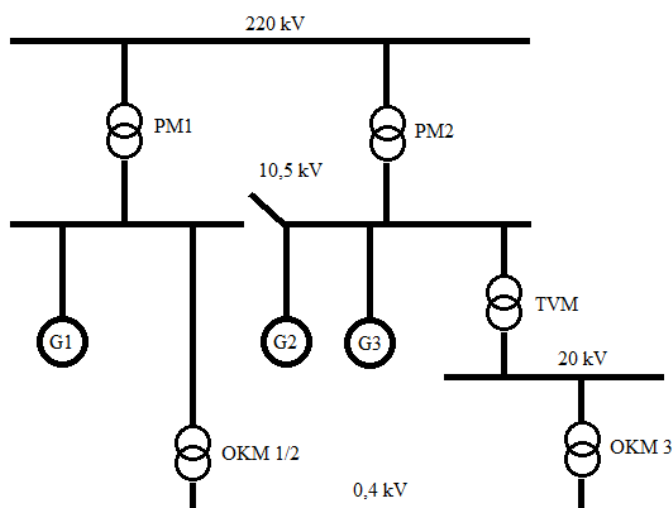
Tässä luvussa on esitetty verkon laskelmat. Mukana on verkkotietojärjestelmällä lasketut koko verkon kattavat oiko- ja maasulkulaskut sekä ilman verkkotietojärjestelmää lasketut esimerkkiverkon tulokset. Laskennan jälkeen esitellään niiden perusteella tehdyt kytkinlaitoksen mitoitus.

#### 5.3.1 Oikosulkuvirtojen laskenta ilman verkkotietojärjestelmää

Käsin laskeminen on työlästä ja tehotonta verrattuna siihen, että tiedot voi poimia suoraan verkkotietojärjestelmästä. Esitettyssä esimerkissä on laskettu yhden kj-lähdön suurimman ja pienimmän oikosulkuvirran arvot sekä maasulkuvirta ja nollajännite. Esimerkkiverkoksi valikoitui Koivun alueen verkko.

#### 5.3.2 Suurin oikosulkuvirran arvo

Suurimman oikosulkuvirran arvo TENERGIAN keskijänniteverkossa esiintyy lähellä kytkinlaitosta tapahtuvassa kolmivaiheisessa oikosulussa. Lähtötiedoissa on esitetty Kemijoen PM2-muuntajan alapuolen oikosulkuteho  $S_k''$ . Oikosulkuvirtaa laskettaessa täytyy ottaa huomioon Kemijoki Oy:n verkon kytkentätilanne. Oikosulkuvirta on suurimmillaan silloin, kun generaattorin G3 lisäksi myös G2 on kytketty PM2:n puolelle. Tilanne on esitetty kuvassa 10.



KUVA 10. Suurimman oikosulkuvirran laskennassa huomioitu kytkentätilanne.

PM2:n kiskoston oikosulkuteho:

$$S_k'' = 762 \text{ MVA}$$

Aluksi laskettiin oikosulkutehoa vastaava oikosulkuvirta.

$$S_k'' = \sqrt{3} * U * I_k''$$

$$\rightarrow I_k'' = \frac{S_k''}{\sqrt{3} * U} = \frac{762 \text{ MVA}}{\sqrt{3} * 10,5 \text{ kV}} = 41,899 \text{ kA}$$

Tämän jälkeen oikosulkuvirrasta laskettiin oikosulkuimpedanssin itseisarvo.

$$Z_k = \frac{U}{\sqrt{3} * I_k''} = \frac{10,5 \text{ kV}}{\sqrt{3} * 41,899 \text{ kA}} = 0,145 \Omega$$

Standardin IEC 60909 mukaan alle 35 kV verkkosyötön impedanssille pätee:

$$X_k = 0,995 * Z_k$$

ja

$$R_k = 0,1 * X_k.$$

Tämän perusteella PM2:n alapuolen oikosulkuimpedanssin kulmaksi saadaan  $84,3^\circ$ .

$$\underline{Z}_k = 0,145 / \underline{84,3^\circ} \Omega$$

Seuraavaksi oikosulkuimpedanssi redusointiin 20 kV:n puolelle.

$$\underline{Z}_k' = \mu^2 * \underline{Z}_k = \left( \frac{21 \text{ kV}}{10,5 \text{ kV}} \right)^2 * \underline{Z}_k = 0,579 / \underline{84,3^\circ} \Omega$$

20 kV:n puolelle redusoidun vikaimpedanssin avulla laskettiin alkuoikosulkuvirta  $I_k''$  Tenergian kytkinlaitokselle. Kemijoki Oy:n lähden ja Tenergian kytkemön välinen kaapeli on tyypiltään AXLJ-F 3\*185/35. Se on sähköisiltä arvoiltaan samanlainen kuin laskennassa käytetty AHXCMK-WTC 3\*185/35. Kaapelin pituudeksi on arvioitu 200 metriä.

Kaapelin arvot:

$$r_j = 0,164 \Omega/\text{km} \rightarrow R_j = 200 \text{ m} * 0,164 \Omega/\text{km} = 0,0328 / \underline{0^\circ} \Omega$$

$$x_j = 0,085 \Omega/\text{km} \rightarrow X_j = 200 \text{ m} * 0,085 \Omega/\text{km} = 0,017 \Omega / \underline{90^\circ} \Omega$$

$$\rightarrow Z_{js} = 0,037 / \underline{27,4^\circ} \Omega$$

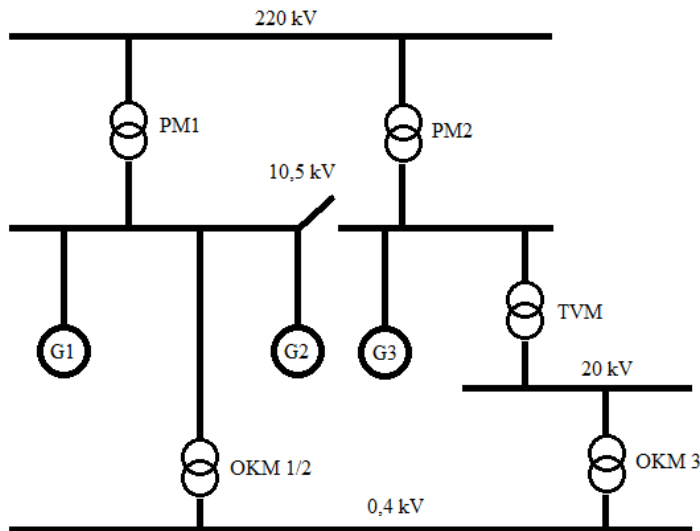
Näillä tiedoilla laskettiin alkutilan oikosulkuvirta kaavalla 3.

$$I_k'' = \frac{c * U}{\sqrt{3} * (\underline{Z}_k' + \underline{Z}_M + \underline{Z}_{js})} = \frac{1,1 * 21 \angle 0^\circ \text{ kV}}{\sqrt{3} * (0,579 \angle 84^\circ \Omega + 3,57 \angle 85,5^\circ \Omega + 0,037 \angle 27,4^\circ \Omega)}$$

$$I_k'' = 3,2 \text{ kA} / \underline{-84,9^\circ} \Omega$$

## 5.3.3 Pienin oikosulkuvirta

Sähköverkon oikosulkusuojaukseen suunniteltaessa on erittäin tärkeää, että suojaus kykenee katkaisemaan pienimmän mahdollisen oikosulkuvirran. Tällainen virta on yleensä verkon syöttöpisteestä galvaanisesti kauimpana tapahtuvan kaksivaiheisen oikosulun virta. Oikosulkuvirran arvoa laskettaessa on otettu huomioon Kemijoki Oy:n verkon kytkentätilanne. Pienin oikosulkuvirta on laskettu sellaisen tilanteen mukaan, jossa PM2:n puolelle on kytketty ainoastaan generaattori G3. Tällöin generaattori G2 on kytketty PM1:n puolelle yhdessä G1:n kanssa. Tilanne on esitetty kuvassa 11.



KUVA 11. Pienimmän oikosulkuvirran laskennassa käytetty kytkentätilanne.

Kuvan 11 kytkentätilanteen mukainen oikosulkuteho TVM-muuntajan ensiosässä:

$$S_k'' = 717 \text{ MVA}$$

Aluksi laskettiin oikosulkutehoa vastaava oikosulkuvirta.

$$S_k'' = \sqrt{3} * U * I_k''$$

$$\rightarrow I_k'' = \frac{S_k''}{\sqrt{3} * U} = \frac{717 \text{ MVA}}{\sqrt{3} * 10,5 \text{ kV}} = 39,425 \text{ kA}$$

Tämän jälkeen oikosulkuvirrasta laskettiin oikosulkuimpedanssi.

$$Z_k = \frac{U}{\sqrt{3} * I_k''} = \frac{10,5 \text{ kV}}{\sqrt{3} * 41,899 \text{ kA}} = 0,154 \Omega$$

Standardin IEC 60909 perusteella PM2:n alapuolen oikosulkuimpedanssin kulmaksi saadaan  $84,3^\circ$ .

Seuraavaksi oikosulkuimpedanssi redusoidtiin 20 kV puolelle.

$$\underline{Z}_k' = \mu^2 * Z_k = \left(\frac{21 \text{ kV}}{10,5 \text{ kV}}\right)^2 * \underline{Z}_k = 0,615 \angle 84,3^\circ \Omega$$

Keskijänniteverkkoa tarkasteltiin ja etsittiin galvaanisesti kaukaisin kohta. Piste (solmupiste 16, liite 3) löytyi helposti silmämääräisesti verkon rakenteen ollessa suhteellisen suoraviivainen.

Taulukossa 2 on esitetty kaukaisinta solmupistettä syöttävän verkon solmuvälit ja välien pituudet.

TAULUKKO 2. Koivun verkon johdot ja niiden pituudet.

Johtoväli	Johtotyyppi	Pituus	Johtoväli	Johtotyyppi	Pituus
1-2	AHXAMK-W 185	38	30-31	SPARROW	164
2-3	PAS 70	472	31-35	SPARROW	1064
3-4	AA100	200	35-36	SAVO	530
4-5	SPARROW	79	36-37	SPARROW	566
5-10	SPARROW	741	37-38	SPARROW	416
10-13	SPARROW	698	38-41	SPARROW	307
13-16	SPARROW	832	41-44	SPARROW	289
16-19	SPARROW	1212	44-45	SPARROW	1489
19-22	SPARROW	877	45-48	SPARROW	1022
22-23	SPARROW	1206	48-49	SPARROW	548
23-26	SPARROW	891	49-52	SPARROW	1713
26-30	SPARROW	344	52-55	SPARROW	1069

Tästä sievennettynä jokaisen eri johtotyyppin yhteenlasketut pituudet sekä verkostosuosituksista saatut resistanssi- ja reaktanssiarvot kilometriä kohden on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Johtotyyppien pituudet, resistanssi- ja reaktanssiarvot.

Johto	Pituus / (m)	$r_j$ ( $\Omega/\text{km}$ )	$x_j$ ( $\Omega/\text{km}$ )
AHXAMK-W	191	0,169	0,119
PAS 70	416	0,493	0,302
AA100	200	0,288	0,354
SPARROW	15608	0,847	0,383
SAVO	530	0,682	0,365

Jotta sijoitusvaiheessa lasku ei venyisi liian pitkäksi, on taulukossa 4 esitetty johtojen resistanssien ja reaktanssien summat.

TAULUKKO 4. Resistanssien ja reaktanssien summat.

Johto	$R_j = I \cdot r_j (\Omega)$	$X_j = I \cdot x_j (\Omega)$
AHXAMK-W	0,0323	0,023
PAS 70	0,205	0,126
AA100	0,058	0,071
SPARROW	13,22	5,978
SAVO	0,36	0,193
Yht.	13,88	6,41

$$R_j = 13,88 \Omega$$

$$X_j = 6,41 \Omega$$

$$\rightarrow \underline{Z}_j = 15,29 \angle 24,8^\circ \Omega$$

Johtimien, muuntajan ja syöttävän verkon tiedot sijoitetaan kaavaan 3.

$$I_{kmin} = \frac{c \cdot U}{\sqrt{3} \cdot (Z_k' + Z_M + Z_{js} + Z_j)} = \frac{1,0 \cdot 20 \angle 0^\circ \text{ kV}}{\sqrt{3} \cdot (0,615 \angle 84,3^\circ \Omega + 3,57 \angle 85,5^\circ \Omega + 0,037 \angle 27,4^\circ \Omega + 15,29 \angle 24,8^\circ \Omega)}$$

$$I_{kmin} = 650 \angle -36,6^\circ \text{ A}$$

Saatu arvo on kolmivaiheisen oikosulkuvirran arvo. Siitä saadaan kaksivaiheisen oikosulkuvirran arvo kertomalla luku  $\frac{\sqrt{3}}{2}$ :lla.

$$I_{k2min} = 650 \text{ A} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 563 \text{ A}$$

#### 5.3.4 Maasulkuvirran laskenta ilman verkkotietojärjestelmää

Kaikki verkossa olevat maakaapelit ovat tyyppiä AHXAMK-W 3\*185, joten niillä kaikilla on sama maakapasitanssiarvo. Kaikille avojohdoille käytetään samaa maakapasitanssiarvoa 0,0061  $\mu\text{F}/\text{km}$ . PAS-johtimista käytössä on vain 3\*70  $\text{mm}^2$ , joten myös niillä kaikilla on keskenään sama maakapasitanssiarvo 0,005  $\mu\text{F}/\text{km}$ . Taulukossa 5 on esitetty johtojen pituudet lähdöittäin.

TAULUKKO 5. Johtojen pituudet lähdöittäin.

Lähtö	Avojohto	Maakaapeli	PAS
Koivu	23881 m	238 m	472 m
Loue	103970 m	2644 m	1167 m
Itäpuoli	13839 m	1934 m	17623 m
Vähäjoki	81261 m	198 m	678 m

Kun tiedetään johtojen pituudet, voidaan niiden avulla laskea johdoille kokonaismaakapasitanssit. Kokonaismaakapasitanssi on johtopituuden ja verkostosuosituksista saadun maakapasitanssin  $C_m$  tulo. Maakapasitanssiarvot eri johtotyypeille on esitetty taulukossa 6. Taulukossa 7 on esitetty lähdöittäiset maakapasitanssit eri johtotyypeille sekä lähtöjen yhteenlasketut kokonaismaakapasitanssit.

TAULUKKO 6. Johtojen maakaapazitanssit.

Johtotyyppi	Maakaapazitanssi $C_m$ ( $\mu F/km$ )
Avojohto	0,0061
AHXAMK-W 3*185	0,026
PAS 70	0,005

TAULUKKO 7. Maakaapazitanssit eri johdoille ja yhteenlaskettuna lähdöittäin.

	Avojohto	PAS 70	AHXAMK-W 3*185	Maakaapazitanssien summa ( $\mu F$ )
Koivu	0,146	0,0024	0,006	0,154
Loue	0,634	0,0058	0,069	0,709
Itäpuoli	0,084	0,0881	0,050	0,223
Vähäjoki	0,496	0,0034	0,005	0,504

Koko verkon maasulkuvirta 500  $\Omega$ :n vikaresistanssin kautta tapahtuvassa maasulussa on kaavan 21 mukaan:

$$I_f = \frac{3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 1,59}{\sqrt{1 + (3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 1,59 \cdot 500)^2}} * 11835,7 \angle 0^\circ = 23,67 \text{ A}$$

Virta-asettelut määritetään pahimman tilanteen mukaan. Pahin tilanne on sellainen, jossa tarkasteltava lähtö on yhtäaikaan kytkettynä vain pienimmän maakaapazitanssin omaavan lähdön, eli Koivun lähdön kanssa.

Louen maasulkuvirta:

$$C = (0,154 + 0,709) \mu F = 0,863 \mu F$$

$$I_{f \text{ koivu, loue}} = \frac{3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,863 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{1 + (3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,863 \cdot 10^{-6} \cdot 500)^2}} * 11835,7 \text{ V} = 8,92 \text{ A}$$

$$I_{r \text{ loue}} = \frac{0,863 - 0,709}{0,863} * 8,92 \text{ A} = 1,6 \text{ A}$$

Itäpuolen maasulkuvirta:

$$C = (0,154 + 0,223) \mu F = 0,377 \mu F$$

$$I_{f \text{ koivu, itäpuoli}} = \frac{3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,377 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{1 + (3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,377 \cdot 10^{-6} \cdot 500)^2}} * 11835,7 \text{ V} = 3,88 \text{ A}$$

$$I_{r \text{ itäpuoli}} = 1,58 \text{ A}$$

Vähäjoen maasulkuvirta:

$$C = (0,154 + 0,504) \mu F = 0,658 \mu F$$

$$I_{f \text{ koivu, vähäjoki}} = \frac{3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,658 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{1 + (3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,658 \cdot 10^{-6} \cdot 500)^2}} * 11835,7 \text{ V} = 7,01 \text{ A}$$

$$I_{r \text{ vähäjoki}} = 1,64 \text{ A}$$

Nollajännite pienimmillään 500  $\Omega$  vikaresistanssin kautta tapahtuvassa maasulussa on (kaava 23):

$$C = (0,154 + 0,709 + 0,223 + 0,504) \mu F = 1,590 \mu F$$

$$U_0 = \frac{1}{\sqrt{1 + (3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 1,590 \cdot 10^{-6} \cdot 500)^2}} * 11835,7 \text{ V} = 9472,9 \text{ V} \triangleq 80 \%$$

## 5.3.5 Verkkotietojärjestelmällä lasketut tulokset

Verkkotietojärjestelmällä laskettiin oikosulkuvirrat, maasulkuvirrat, maksimikuormitusvirrat, tehonjatot ja häviöt lähdöttäin. Laskenta suoritettiin aikajaksolaskentana väliltä 1.1.2014-14.4.2014, koska kulutuspaikkatietoja ei ole syötetty sitä pidemmältä ajalta. Aikavälin vaikutus on huomattavissa tehonjaon energiasarakkeen lukemissa. Laskentatulokset on esitetty taulukoissa 8, 9, 10 ja 11.

TAULUKKO 8. Oikosulkuvirrat.

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Rf (ohm)	Xf (ohm)	Ik3max (kA)	Ikmin (kA)	A (%)	B (%)	C (%)
Koivu	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	1.764	3.106	3.313	0.522	999	?	0
Loue	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	1.764	3.106	3.313	0.216	999	?	0
Itäpuoli	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	1.764	3.106	3.313	0.858	999	?	0
Vähäjoki	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	1.764	3.106	3.313	0.208	999	?	0

TAULUKKO 9. Tehonjako.

Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Muuntajan tunnus	Unim (kV)	Ulas (kV)	Imax (A)	Pmax (kW)	Umin (kV)	Kul lkm	Energia (MWh)	A (%)	B (%)	C (%)
Koivu	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	17	595	20.32	244	2288			
Loue	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	48	1652	19.95	424	6125			
Itäpuoli	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	66	2231	19.81	379	9197			
Vähäjoki	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	40	1361	19.81	248	3407			

TAULUKKO 10. Tehohäviöt.

Kohde	Tunnus	K-aste (%)	Umin (kV)	Uh (%)	Ph (kW)	Eh (MWh)	K(Ph) (€)	K(Eh) (€)	K(yht) (€)
Koivu		8	20.32	0.89	3.65	2.62	0	0	0
Loue		15	19.95	2.67	23.11	17.41	0	0	0
Itäpuoli		25	19.81	3.36	56.97	44.40	0	0	0
Vähäjoki		22	19.81	3.35	21.47	9.42	0	0	0

TAULUKKO 11. Maasulkulaskenta.

Katkaisijan tunnus	Lähdön tunnus	Sähköaseman tunnus	Vika muualla		Oma vika		Asetteluarvot	
			1 (A)	2 (A)	1 (A)	2 (A)	Uas (kV)	Io> Qas to (kvar)(s)
	Itäpuoli	KYTKEMÖ	5.8	5.3	4.5	4.2	0.0	0.0

Laskentatulokset verkon kaikille solmupisteille ja johdoille löytyy liitteestä 3.

## 5.3.6 Kytkinlaitoksen termisen oikosulkukestoisuuden määrittäminen

Kaavassa 8 esiintyvät tasavirtatekijä  $m$  ja vaihtovirtatekijä  $n$  on määritetty kuvien 2 ja 3 mukaan. Oikosulun kesto aika  $t_k$  määräytyy Kemijoki Oy:n ylivirtareleen aika-asettelun mukaan.

Ekvivalenttinen termien oikosulkuvirta (kaava 8):

$$I_{th} = I_k'' * \sqrt{(m+n) * t_k} = 3,2 \text{ kA} * \sqrt{(0,1 + 0,8) * 3 \text{ s}} = 5258 \text{ A}$$

### 5.3.7 Kytkeinlaitoksen dynaamisen oikosulkukestoisuuden määrittäminen

Oikosulun alkutilan virran avulla määritetään sysäysoikosulkuvirta. Sysäysoikosulkuvirran suuruus määrittää kytkinlaitoksen dynaamisen kestoisuuden.

Sysäysoikosulkuvirta lasketaan kaavan 1 mukaan:

$$\begin{aligned} I_s &= i_{dyn} \\ &= \kappa * \sqrt{2} * I_k'' \\ &= 1,79 * \sqrt{2} * 3,2 \text{ kA} \\ &= 8100 \text{ A} \end{aligned}$$

jossa sysäyskerroin  $\kappa$  on kaavan 2 mukaan:

$$\begin{aligned} \kappa &= 1,02 + 0,98 * e^{-\frac{R}{X}} \\ &= 1,02 + 0,98 * e^{-3*0,57} \\ &= 1,79 \end{aligned}$$

### 5.3.8 Kiskoston, erottimien ja katkaisijoiden määrittäminen

Kiskoston ja erottimien mitoituksen määrittävät tekijät ovat terminen ja dynaaminen oikosulkuvirta.

$$\begin{aligned} I_{th} &= 5258 \text{ A} \\ i_{dyn} &= 8100 \text{ A} \end{aligned}$$

Katkaisijan mitoituksen määrääviä tekijöitä ovat edellä mainittujen virtakestoisuuksien lisäksi sen virrankatkaisukyky ja suurin jatkuvan virran arvo. Koska kytkinlaitos sijaitsee voimalaitoksen vieressä, täytyy katkaisijoiden pystyä katkaisemaan oikosulkuvirran muutostilan  $I_k'$  suuruisia virtoja.

$$\begin{aligned} I_k' &= 3313 \text{ A} \\ I_{max} &= 66 \text{ A} \end{aligned}$$

Kytkeinlaitoksen syöttämä verkko sijaitsee lähes kokonaan haja-asutusalueella, lukuunottamatta Tervolan kirkonkylän taajama-aluetta. Tästä johtuen päädyttiin tyhjiökatkaisijoihin.

## 5.4 Releasettelut

Työhön kuului mitoituksen lisäksi releasetteluiden määrittäminen. Releasettelut tulee tehdä siten, että selektiivisyys Kemijoki Oy:n releiden kanssa säilyy. Pienjännitepuolen kuormitusvirtojen ollessa pieniä, ei niitä tarvitse ottaa huomioon releasetteluita suunniteltaessa. Releasetteluita aseteltaessa täytyy ottaa huomioon virtamuuntajan muuntosuhde. Tämä tapahtuu kertomalla asetteluarvo virtamuuntajan muuntosuhteella.

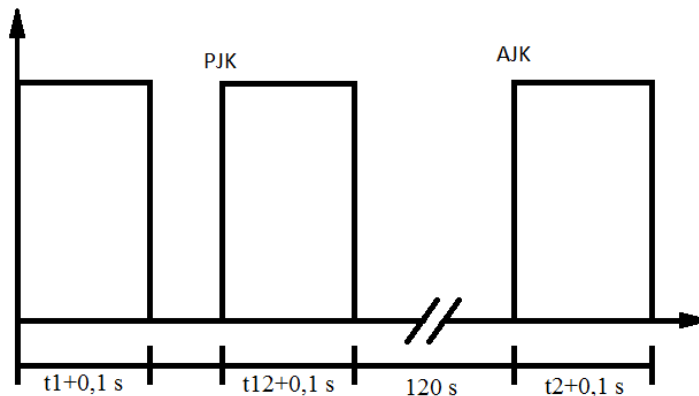
## 5.4.1 Ylivirtasuojauksen asettelut

Kemijoki Oy:n kytkemöä syöttävän verkon vakioaikaylivirtareleen asettelut on esitetty taulukossa 12. Tenergyän ylivirtasuojat tulee asettaa siten, että ne toimivat selektiivisesti Kemijoen releiden kanssa.

TAULUKKO 12. Kemijoki Oy:n vakioaikaylivirtareleen asettelut.

$I>$	1 * $I_n = 250$ A
$I>>$	6 * $I_n = 1500$ A
$t>$	3 s
VM	250/5/5 A
$I_n$	5 A

Releasetteluja suunniteltaessa täytyy määrittää kytkentäsekvenssi. Tenergyä haluaa, että aikajälkeenkytkentää edeltävä jännitteetön aikaväli on 120 sekuntia. Katkaisijan toiminta-aika on 0,1 sekuntia. Näillä tiedoilla saadaan kuvan 12 mukainen lähtötilanne, josta releasetteluja aletaan määrittämään.



KUVA 12. Releasetteluiden lähtötilanne.

Kytchentäsekvenssin mukaan lasketaan ekvivalenttinen vaikutusaika kaavalla 24. Saatu vaikutusaika sijoitetaan yhdessä verkon termisesti heikoimman johdon yhden sekunnin oikosulkukestoisuuden kanssa kaavaan 25. Hidastetun laukaisun havahtumisraja voidaan asettaa esimerkiksi  $2 - 3 * I_{max}$  suuruiseksi kuitenkin siten, että asetettu arvo ei ylitä verkossa esiintyvän pienimmän oikosulkuvirran arvoa. Pikalaukaisun toiminta-aika asetellaan niin lyhyeksi, että verkon termisesti heikoimman kohdan suurin oikosulkukestoisuus ei ylitä siinä tapahtuvassa suurimmassa oikosulussa.

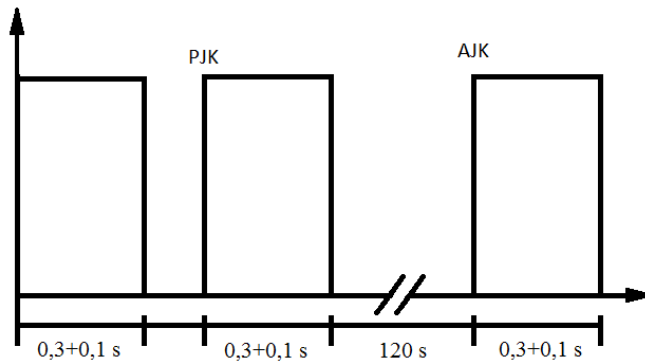
Koivun lähtö:

$$I_{max} = 17 A$$

$$I_{kmin} = 0,522 kA$$

$$I_{kmax} = 3,313 kA$$

Lähtötilan ja asetteluarvojen määrittelyperusteiden mukaan mitoitettujen Koivun lähdön aikahidastukset on esitetty kuvassa 13.



KUVA 13. Koivun lähdön hidastetun laukaisun kytkentäsekvenssi.

Verkon termisesti heikoin piste on solmupisteiden 4 ja 5 (liite 3) välillä olevan Sparrow-johdon alkupäässä. Sen suurin sallittu 1 s oikosulkukestoisuus on 3,2 kA ja suurin kolmivaiheinen oikosulkuvirta johdon alkupäässä on 3,06 kA. Kytkentäsekvenssin perusteella johdolle määritellään oikosulun ekvivalenttinen vaikutusaika:

$$t = (0,3 + 0,1 s + 0,3 + 0,1 s) * e^{-\frac{120}{240}} + 0,3 + 0,1 s = 0,89 s$$

Vaikutusajan avulla lasketaan ekvivalenttinen terminen oikosulkuvirta:

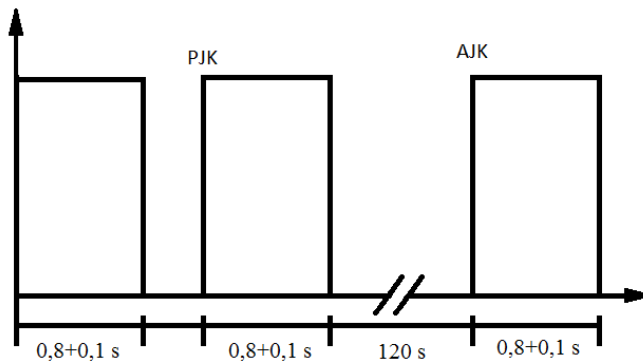
$$I_{kt} = \frac{I_{k1s}}{\sqrt{t}} = \frac{3,2 kA}{\sqrt{0,89 s}} = 3,4 kA$$

Koska oikosulkuvirta on lähdön termisesti heikoimmassa kohdassa 3,06 kA, voidaan todeta, että aikahidastus on sopiva vaikkakin melko lyhyt. Hidastetun laukaisun aika-asetusta saadaan nostettua asettamalla pikalaukaisu.

Pikalaukaisu voidaan asettaa Kemijoki Oy:n pikalaukaisun virta-asettelun mukaan esimerkiksi 1400 ampeeriin. Tämä riittää katkaisemaan verkon termisesti heikoimmassa kohdassa esiintyvän suurimman oikosulkuvirran. Pikalaukaisun suoja-alue kattaa siis kaikki verkon osat, joissa suurin oikosulkuvirta on yli 1400 A.

Käytettäessä pikalaukaisua voidaan hidastetun laukaisun aika-asetteluita säätää pidemmäksi, koska pikalaukaisu katkaisee suurimmat oikosulkuvirrat. Näin tehtäessä on kuitenkin otettava huomioon, että mikään verkon osa ei jää suojaamatta.

Valitaan hidastetun laukaisun hidastukseksi 0,8 sekuntia. Tilanteen mukainen kytkentäsekvenssi on esitetty kuvassa 14.



KUVA 14. Koivun hidastetun laukaisun kytkentäsekvenssi, kun käytössä on myös pikalaukaisu.

Verkosta valitaan pikalaukaisun suoja-alueen ulkopuolisen verkon termisesti heikoin kohta ja verrataan sen suurinta termistä ekvivalenttista oikosulkuvirtaa pikalaukaisun virta-asetteluun. Tällainen piste on solmupisteiden 23 – 26 välisen Sparrow-johdon alkupäässä. Johtimen alkupään oikosulkuvirran arvo on 1,35 kA. Kytkentäsekvenssin perusteella johdolle määritellään oikosulun ekvivalenttinen vaikutusaika:

$$t = (0,8 + 0,1 \text{ s} + 0,8 + 0,1 \text{ s}) * e^{-\frac{120}{240}} + 0,8 + 0,1 \text{ s} = 1,99 \text{ s}$$

Vaikutusajan avulla johdolle lasketaan suurin sallittu ekvivalenttinen termien oikosulkuvirta:

$$I_{kt} = \frac{I_{k1s}}{\sqrt{t}} = \frac{3,2 \text{ kA}}{\sqrt{1,99 \text{ s}}} = 2,27 \text{ kA}$$

Koska oikosulkuvirta on tarkasteltavalla johdolla 1,35 kA, voidaan sen todeta olevan sopiva.

Lähdön suurin kuormitusvirta on 17 A ja pienin kaksivaiheinen oikosulkuvirta on 0,522 kA. Tämän perusteella havahtumisvirran asettelurajat ovat siis 17 – 522 A. Verkon heikoimman johdon virtakes- toisuus on 210 A. Tämän perustella havahtumisrajaksi voidaan valita esimerkiksi 200 A. Koivun läh- dän ylivirtasuojauksen asettelut on esitetty taulukossa 13.

TAULUKKO 13. Koivun lähdön ylivirtasuojan asettelut.

$I >$	200 A
$I >>$	1400 A
$t >$	0,8 s
$t >>$	0,2 s

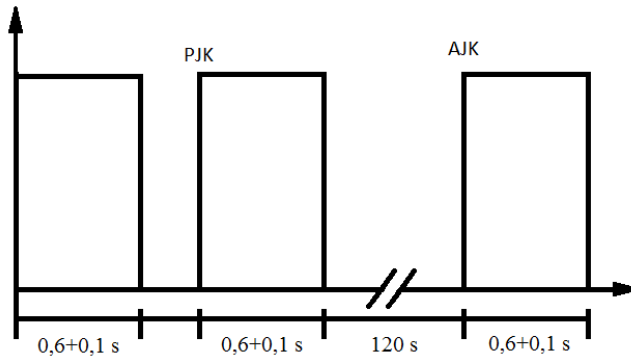
Louen lähtö:

$$I_{max} = 48 \text{ A}$$

$$I_{kmin} = 0,216 \text{ kA}$$

$$I_{kmax} = 3,313 \text{ kA}$$

Louen lähdön aikahidastukset määriteltiin kuvan 15 mukaisiksi.



KUVA 15. Louen lähdön hidastetun laukaisun kytkentäsekvenssi.

Lähdön termisesti heikoin piste on solmupisteiden 3 ja 4 (liite 3) välillä olevan Sparrow-johdon alkupäässä. Sen suurin sallittu 1 s oikosulkukestoisuus on 3,2 kA. Kytkentäsekvenssin perusteella johdolle määritellään oikosulun ekvivalenttinen vaikutusaika:

$$t = (0,6 + 0,1 \text{ s} + 0,6 + 0,1 \text{ s}) * e^{-\frac{120}{240}} + 0,6 + 0,1 \text{ s} = 1,55 \text{ s}$$

Vaikutusajan avulla johdolle lasketaan suurin sallittu ekvivalenttinen terminen oikosulkuvirta:

$$I_{kt} = \frac{I_{k1s}}{\sqrt{t}} = \frac{3,2 \text{ kA}}{\sqrt{1,55 \text{ s}}} = 2,57 \text{ kA}$$

Koska oikosulkuvirta lähdön termisesti heikoimmassa kohdassa on 2,11 kA ja suurin sallittu ekvivalenttinen terminen oikosulkuvirta on 2,57 kA, voidaan todeta hidastusaikojen olevan sopivat. Tässä tapauksessa pikalaukaisun käyttäminen ei ole välttämätöntä, koska jo pelkällä hidastetulla laukaisulla päästään hyviin tuloksiin.

Lähdön suurin kuormitusvirta on 48 A ja pienin kaksivaiheinen oikosulkuvirta on 0,216 kA. Asettelu-rajat ovat siis 48 – 216 A. Verkossa olevan heikoimman johtimen, eli Sparrow-johdon virtakestoisuus on 210 A, joten hidastetun laukaisun havahtumisrajaksi käy 200 A. Verkon pienimmän oikosulkuvirran ollessa niin matala, valitaan varmuuden vuoksi rajaksi 190 A. Louen lähdön ylivirtasuojaus voidaan asetella taulukon 14 mukaisesti.

TAULUKKO 14. Louen lähdön ylivirtasuojan asettelut.

$I >$	190 A
$t >$	0,6 s

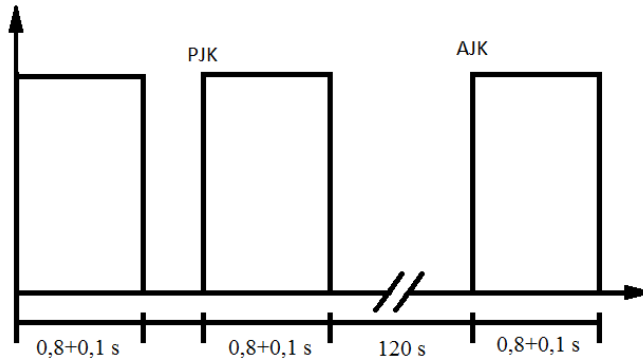
Itäpuolen lähtö:

$$I_{max} = 66 \text{ A}$$

$$I_{kmin} = 0,858 \text{ kA}$$

$$I_{kmax} = 3,313 \text{ kA}$$

Itäpuolen lähdön aikahidastukset määriteltiin kuvan 16 mukaisiksi.



KUVA 16. Itäpuolen lähdön kytkentäsekvenssi.

Termisesti heikoin piste on solmupisteiden 4 ja 5 (liite 3) välillä olevan Raven-johdon alkupäässä. Sen suurin sallittu 1 s oikosulkukestoisuus on 5,1 kA. Kytkentäsekvenssin perusteella johdolle määritellään oikosulun ekvivalenttinen vaikutusaika:

$$t = (0,8 + 0,1 \text{ s} + 0,8 + 0,1 \text{ s}) * e^{-\frac{120}{360}} + 0,8 + 0,1 \text{ s} = 2,19 \text{ s}$$

Vaikutusajan avulla johdolle lasketaan suurin sallittu ekvivalenttinen terminen oikosulkuvirta:

$$I_{kt} = \frac{5,1 \text{ kA}}{\sqrt{2,19 \text{ s}}} = 3,45 \text{ kA}$$

Koska oikosulkuvirta lähdön termisesti heikoimmassa kohdassa on 2,8 kA ja suurin sallittu ekvivalenttinen terminen oikosulkuvirta on 3,45 kA, voidaan todeta, että hidastusajat ovat sopivat. Koska hidastetulla laukaisulla päästään niin hyviin tuloksiin, ei pikalaukaisua tarvita.

Lähdön asettelurajat ovat 66 – 858 A. Verkossa olevan heikoimman johtimen virtakestoisuus on 280 A, joten hidastetun laukaisun havahtumisrajaksi käy esimerkiksi 230 A. Esimerkki Itäpuolen lähdön releasetuksista on esitetty taulukossa 15.

TAULUKKO 15. Itäpuolen lähdön ylivirtareleen asettelut.

$I >$	230 A
$t >$	0,8 s

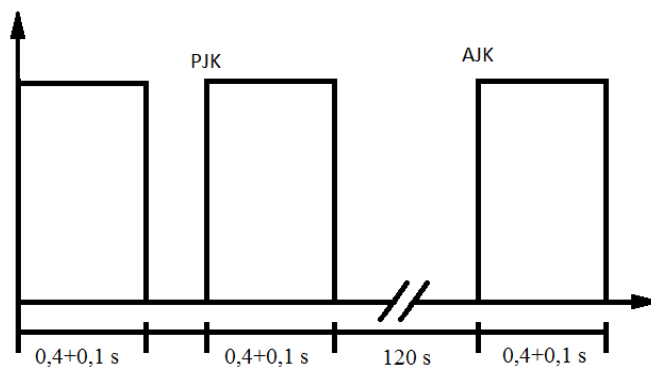
Vähäjoen lähtö:

$$I_{max} = 40 A$$

$$I_{kmin} = 0,208 kA$$

$$I_{kmax} = 3,313 kA$$

Vähäjoen lähdön hidastetun laukaisun aikahidastukset määriteltiin kuvan 17 mukaisiksi.



KUVA 17. Vähäjoen lähdön kytkentäsekvenssi.

Termisesti heikoin piste on solmupisteiden 10 ja 11 (liite 3) välillä olevan Swan-johdon alkupäässä. Sen suurin sallittu 1 s oikosulkukestoisuus on 2,0 kA. Kytkentäsekvenssin perusteella johdolle määritellään oikosulun ekvivalenttinen vaikutusaika:

$$t = (0,4 + 0,1 s + 0,4 + 0,1 s) * e^{-\frac{120}{180}} + 0,4 + 0,1 s = 1,01 s$$

Vaikutusajan avulla johdolle lasketaan suurin sallittu ekvivalenttinen termien oikosulkuvirta:

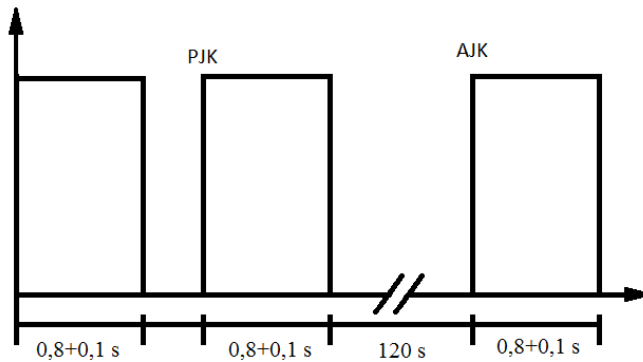
$$I_{kt} = \frac{2,0 kA}{\sqrt{1,01 s}} = 1,99 kA$$

Koska oikosulkuvirta on lähdön termisesti heikoimmassa kohdassa 1,95 kA, voidaan todeta, että aikahidastus on sopiva vaikkakin melko lyhyt. Hidastetun laukaisun aika-asetusta saadaan nostettua asettamalla pikalaukaisu.

Pikalaukaisu voidaan asettaa Kemijoki Oy:n pikalaukaisun virta-asettelun mukaan esimerkiksi 1400 ampeeriin. Tämä riittää katkaisemaan verkon termisesti heikoimmassa kohdassa esiintyvän suurimman oikosulkuvirran. Pikalaukaisun suoja-alue kattaa siis kaikki verkon osat, joissa suurin oikosulkuvirta on yli 1400 A.

Käytettäessä pikalaukaisua voidaan hidastetun laukaisun aika-asetteluita säätää pidemmäksi, koska pikalaukaisu hoitaa suurempien oikosulkuvirtojen katkaisun. Näin tehtäessä on kuitenkin otettava huomioon, että mikään verkon osa ei jää suojaamatta.

Hidastetun laukaisun hidastukseksi valitaan 0,8 sekuntia. Tilanteen mukainen kytkentäsekvenssi on esitetty kuvassa 18.



KUVA 18. Vähäjoen hidastetun laukaisun kytkentäsekvenssi kun käytössä on myös pikalaukaisu.

Verkosta valitaan pikalaukaisun suoja-alueen ulkopuolisen verkon termisesti heikoin kohta ja verrataan sen suurinta termistä ekvivalenttista oikosulkuvirtaa pikalaukaisun virta-asetteluun. Tällainen piste on solmupisteiden 13 – 16 välisen Swan-johdon alkupäässä. Johtimen alkupään oikosulkuvirran arvo on 1,30 kA. Kytkentäsekvenssin perusteella johdolle määritellään oikosulun ekvivalenttinen vaikutusaika:

$$t = (0,6 + 0,1 \text{ s} + 0,6 + 0,1 \text{ s}) * e^{-\frac{120}{180}} + 0,6 + 0,1 \text{ s} = 1,55 \text{ s}$$

Vaikutusajan avulla johdolle lasketaan suurin sallittu ekvivalenttinen termien oikosulkuvirta:

$$I_{kt} = \frac{I_{k1s}}{\sqrt{t}} = \frac{2 \text{ kA}}{\sqrt{1,55 \text{ s}}} = 1,61 \text{ kA}$$

Koska oikosulkuvirta on tarkasteltavalla johdolla 1,30 kA, voidaan todeta, että aikahidastus on sopiva.

Lähdön suurin kuormitusvirta on 40 A ja pienin kaksivaiheinen oikosulkuvirta on 0,208 kA. Tämän perusteella havahtumisvirran asettelurajat ovat siis 40 – 208 A. Verkon heikoimman johdon virtakes- toisuus on 155 A. Tämän perustella havahtumisrajaksi voidaan valita esimerkiksi 140 A.

Vähäjoen lähdön ylivirtasuojauksen releasettelut voidaan toteuttaa esimerkiksi taulukon 16 mukaisesti.

TAULUKKO 16. Vähäjoen lähdön ylivirtareleen asettelut.

$I >$	140 A
$I >>$	1400 A
$t >$	0,8 s
$t >>$	0,2 s

## 5.4.2 Maasulkureleen asettelut

Kytkemöä syöttävän verkon maasulunsuuntareleen asettelut saatiin Kemijoki Oy:ltä.

TAULUKKO 17. Kemijoki Oy:n maasulkureleen asettelut.

Estos. $t >$	1 s
$Q_0$	$0,5\% * 1A * 110V$ VA
	=0,55 VA

Maasulkureleen toimintaehdot

$$I_r > I_{oh}$$

$$U_0 > U_{oh}$$

$$\varphi_0 - \Delta\varphi < \varphi < \varphi_0 + \Delta\varphi$$

$I_{oh}$  = havahtumisvirta

$U_{oh}$  = havahtumisjännite

$\varphi_0 = 90^\circ$ , maasta erotettu verkko

$I_r$  = releen tuntema maasulkuvirta, kun virta on tutkittavalla lähdöllä

$U_0$  = nolajännite.

Pienin summavirtamuuntajan tuntema virta 500  $\Omega$ :n vikaresistanssin kautta tapahtuvan maasulun aikana silloin, kun vain kaksi lähtöä on kytkettynä on 1,58 A.

$$U_0 = \frac{1}{\sqrt{1+(3*2*\pi*50*1,590*10^{-6}*500)^2}} * 11835,7 V = 9472,9 V \triangleq 80 \%$$

Näillä tiedoilla releasettelut voisivat olla seuraavanlaiset:

TAULUKKO 18. Maasulkusuojan asettelut.

	$I_{oh}$ (A)	$U_{oh}$ (%)	$\varphi_0$ (°)
Koivu	1	75	90
Loue	1	75	90
Itäpuoli	1	75	90
Vähäjoki	1	75	90

## 5.5 Budjettihinnan tiedustelu

Tenergian vuoden 2014 budjettia varten opinnäytetyön yhteydessä tiedusteltiin eri laitetoimittajilta hinta-arviota. Hinta-arviota tiedusteltiin seuraavilla kriteereillä:

Mitoitus:

$$I_k'' = 3,2 \text{ kA}$$

$$I_{th} = 5258 \text{ A}$$

$$i_{dyn} = 8100 \text{ A}$$

Asetetut vaatimukset:

- neljä keskijännitelähtöä ja yksi varalähtö
- omakäyttöosio
- ylikuormitus- ja vikavirtasuojaus
- maasulkusuojaus
- kiskoston ja syöttö- ja mittauskentän valokaarisuojaus
- pikalaukaisu
- jälleenkytkentätoiminto
- lähtökohtaiset jännitteen- ja tehonmittaukset

Hinta-arvioita kysyttiin sähköpostitse neljältä eri toimittajalta. Kyselyn tuloksena saatiin hinta-arvio Tenergian vuoden 2014 budjettia varten. Lopullinen tilattu kytkinlaitos oli toiminnoiltaan monipuolisempi kuin esisuunnitteluvaiheessa suunniteltu, minkä vuoksi lopullinen hinta oli arviota korkeampi.

## 6 YHTEENVETO

Tavoitteena oli määrittää Tenergian uudelle kytkinlaitokselle sähkötekniset reunaehdot ja relesuojauksen asetteluarvot sekä piirtää kytkinlaitoksesta pääkaavio. Pääpaino työssä oli oikosulkuvirtojen laskemisessa ja niiden perusteella tehtyjen mitoitusmäärittämisessä.

Työ aloitettiin keräämällä lähtötiedot. Lähtötiedot saatiin Kemijoki Oy:ltä, jonka johtoon Tenergian kytkinlaitos on kytketty. Lähtötietojen perusteella laskettiin oiko- ja maasulkuvirrat, joiden avulla voitiin mitoittaa kytkinlaitoksen kojeet ja laitteet. Laskennassa apuna käytettiin verkkotietojärjestelmää.

Asetettu tavoite saavutettiin. Kytkinlaitos mitoitettiin ja sen suojareleistykselle saatiin määritettyä asetteluarvot. Lisäksi kytkinlaitoksesta piirrettiin pääkaavio. Myös oppimistavoite saavutettiin. Työtä tehdessä opittiin paljon uutta jakeluverkkojen mitoituksesta ja siihen liittyvistä työskentelytavoista.

## LÄHTEET

ELOVAARA, Jarmo ja HAARLA, Liisa 2011. Sähköverkot I. Helsinki: Otatieto.

HUOTARI, Kari ja PARTANEN, Jarmo 1998. Teollisuusverkkojen oikosulkuvirtojen laskeminen. Opetusmoniste 3. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu.

LAKERVI, Erkki ja PARTANEN, Jarmo 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto .

MÖRSKY, Jorma 1992. Relesuojaustekniikka. Espoo: Otatieto.

OULUN SÄHKÖNMYynti OY [www-sivusto][viitattu 4.6.2014]. Saatavissa:

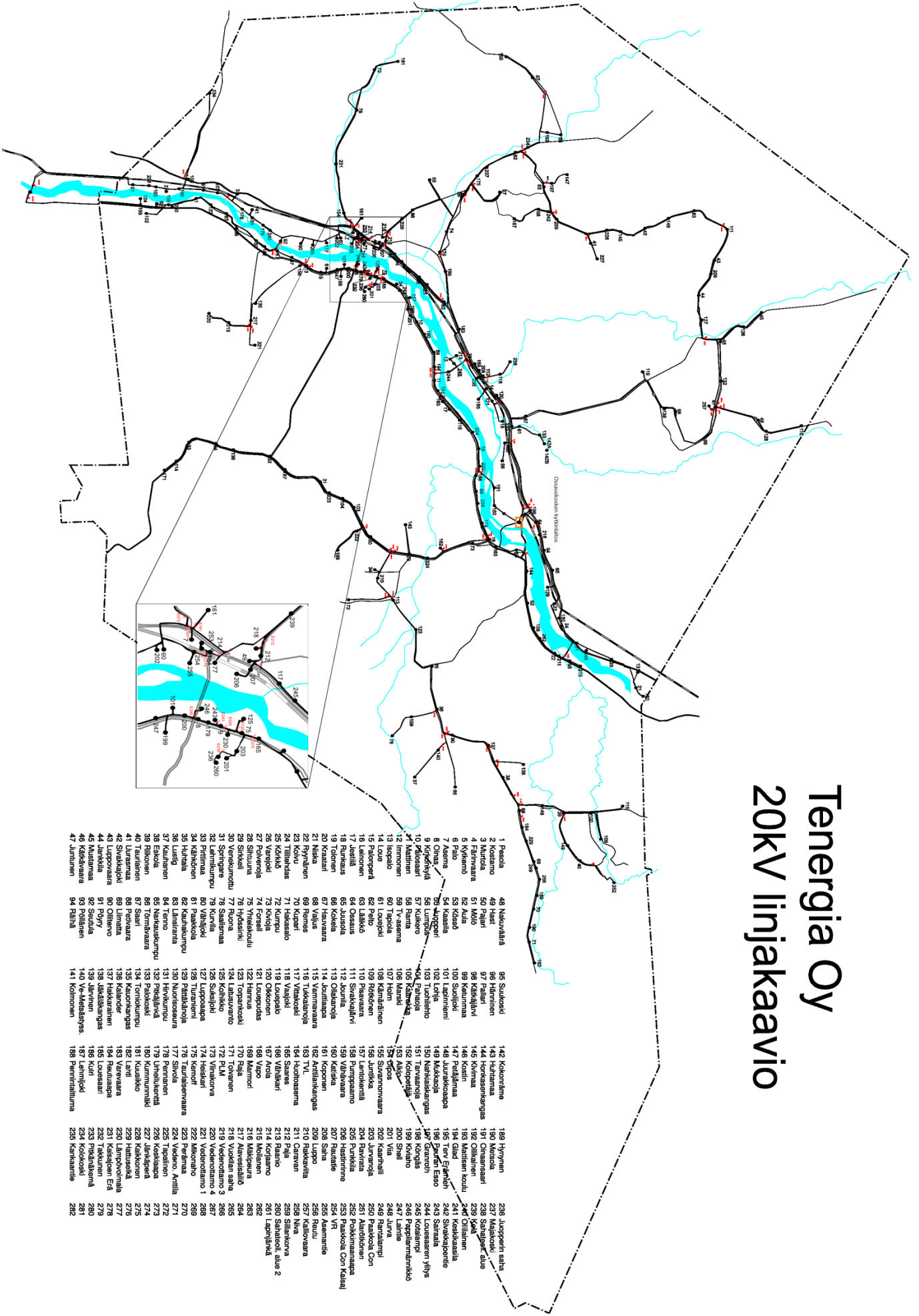
[https://www.pohjoistavoimaa.fi/oulun\\_sahkonmyynti\\_oy/tietoa\\_yrityksesta/osakkaat](https://www.pohjoistavoimaa.fi/oulun_sahkonmyynti_oy/tietoa_yrityksesta/osakkaat)

SHORT-CIRCUIT CURRENTS 1993. calculations of effects. Osa 1. IEC 865-1. Vahvistettu 1993. 2. painos. Genève: International Electrotechnical Commission.

VERKOSTOSUOSITUS SA 5:94. Keski-jänniteverkon sähköinen mitoittaminen. Sähköenergialiitto ry.



LIITE 2 TERVOLAN 20 KV LINJAKAAVIO



# Tnergia Oy

## 20kV linjakaavio

- |                |               |                   |                   |                    |                     |
|----------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| 1 Pasola       | 48 Nauraväliä | 95 Suikoksi       | 142 Kokkonen      | 189 Hyöryn         | 236 Juoppin etä     |
| 2 Kosmo        | 49 Haat       | 96 Harminen       | 143 Huhtama       | 190 Mäskä          | 237 Mäskä           |
| 3 Murtala      | 50 Pajari     | 97 Pallari        | 144 Honkasenka    | 191 Oinansaari     | 238 Sahajoki, tuie  |
| 4 Färnavaara   | 51 Mäki       | 98 Kettikellävi   | 145 Kinnas        | 192 Ollikainen     | 239 Joki            |
| 5 Kyfemä       | 52 Aala       | 99 Kuummaa        | 146 Kasin         | 193 Mattilan koulu | 240 Ollainen        |
| 6 Palo         | 53 Koski      | 100 Suolijoki     | 147 Redellina     | 194 Glad Eränh     | 241 Koskikasla      |
| 7 Aenna        | 54 Kaasala    | 101 Leppimäki     | 148 Nurtsakoska   | 195 Särkari Easo   | 242 Koskikoivie     |
| 8 Kälviä       | 55 Kälviä     | 102 Tuohi         | 149 Kälviä        | 196 Kälviä         | 243 Sarasteen jylje |
| 9 Kälviä       | 56 Kälviä     | 103 Tuohi         | 150 Kälviä        | 197 Korvaja        | 244 Koskampi        |
| 10 Pöytäniemi  | 57 Kälviä     | 104 Pöytäniemi    | 151 Korvaja       | 198 Korvaja        | 245 Pöytäniemi      |
| 11 Pöytäniemi  | 58 Ranta      | 105 Kälviä        | 152 Kälviä        | 199 Kälviä         | 246 Pöytäniemi      |
| 12 Immonen     | 59 Tv-asema   | 106 Mäntä         | 153 Jukka         | 200 Shäl           | 247 Länne           |
| 13 Ispola      | 60 Tapola     | 107 Hahn          | 154 Jukka         | 201 Vila           | 248 Juvra           |
| 14 Loue        | 61 Loue       | 108 Kämäläinen    | 155 Svanonvava    | 202 Keärnäli       | 249 Rantala         |
| 15 Laitonen    | 62 Palo       | 109 Rotonen       | 156 Juntika       | 203 Juvra          | 250 Rantala         |
| 16 Runkaus     | 63 Liskä      | 110 Rantavara     | 157 Lempijärvi    | 204 Ravina         | 251 Rantala         |
| 17 Runkaus     | 64 Jussala    | 111 Jussala       | 158 Vilvava       | 205 Heikkonen      | 252 Rantala         |
| 18 Runkaus     | 65 Jussala    | 112 Jussala       | 159 Vilvava       | 206 Heikkonen      | 253 Rantala         |
| 19 Toivonen    | 66 Kookala    | 113 Ollikainen    | 160 Kälviä        | 207 Rantala        | 254 VR              |
| 20 Kraatari    | 67 Hauvava    | 114 Juntikangas   | 161 Koppinen      | 208 Saha           | 255 Aasentie        |
| 21 Niela       | 68 Vuolus     | 115 Vammavaara    | 162 Ahtilankangas | 209 Luppö          | 256 Rautu           |
| 22 Rynnän      | 69 Rannes     | 116 Tukkaloja     | 163 TV            | 210 Rakkevilla     | 257 Kalliova        |
| 23 Koku        | 70 Kupari     | 117 Tukkaloja     | 164 Huotasa       | 211 Caravan        | 258 Niva            |
| 24 Tiilikas    | 71 Hakasalo   | 118 Vuolus        | 165 Sava          | 212 Pajo           | 259 Siltakova       |
| 25 Oskari      | 72 Kuru       | 119 Oskari        | 166 Sava          | 213 Kuru           | 260 Siltakova       |
| 26 Vuolus      | 73 Kuru       | 120 Oskari        | 167 Kälviä        | 214 Kuru           | 261 Siltakova       |
| 27 Pöytäniemi  | 74 Forsell    | 121 Luopajarvi    | 168 Viipö         | 215 Mellinen       | 262 Lappajoki       |
| 28 Sihkuni     | 75 Hyväsiki   | 122 Hannus        | 169 Mäntä         | 216 Mellinen       | 263                 |
| 29 Sihkuni     | 76 Hyväsiki   | 123 Topinkoski    | 170 Paja          | 217 Alaveselä      | 264                 |
| 30 Venekumandu | 77 Ruona      | 124 Latavuonko    | 218 Vuokari       | 218 Vuokari        | 265                 |
| 31 Sprngare    | 78 Saalasma   | 125 Kälviä        | 171 Touvan        | 219 Vedonotamo 3   | 266                 |
| 32 Laittonen   | 79 Kurva      | 126 Saksijoki     | 172 PLM           | 220 Vedonotamo 4   | 267                 |
| 33 Pirtti      | 80 Vähälä     | 127 Loppo         | 173 Vinkkava      | 221 Vedonotamo 1   | 268                 |
| 34 Pirtti      | 81 Vähälä     | 128 Pirtti        | 174 Kälviä        | 222 Vedonotamo 2   | 269                 |
| 35 Pirtti      | 82 Vähälä     | 129 Pirtti        | 175 Kälviä        | 223 Vedonotamo 3   | 270                 |
| 36 Huttala     | 83 Kälviä     | 130 Pirtti        | 176 Kälviä        | 224 Vedonotamo 4   | 271                 |
| 37 Kälviä      | 84 Terno      | 131 Hirvinkumpu   | 177 Kälviä        | 225 Vedonotamo 5   | 272                 |
| 38 Eskola      | 85 Narkuska   | 132 Pirkkälä      | 178 Peranen       | 226 Tapalinen      | 273                 |
| 39 Rikonen     | 86 Törmäva    | 133 Pirkkälä      | 179 Huhkalehti    | 227 Juntikangas    | 274                 |
| 40 Tuurinen    | 87 Saari      | 134 Tomikumpu     | 180 Kuummijoki    | 228 Kälviä         | 275                 |
| 41 Vuorokkala  | 88 Pirtti     | 135 Kuummijoki    | 181 Kuummijoki    | 229 Kälviä         | 276                 |
| 42 Vuorokkala  | 89 Pirtti     | 136 Kuummijoki    | 182 Järvi         | 230 Kälviä         | 277                 |
| 43 Vuorokkala  | 90 Ojy        | 137 Kälviä        | 183 Kälviä        | 231 Kälviä         | 278                 |
| 44 Juntikangas | 91 Pajo       | 138 Juntikangas   | 184 Kälviä        | 232 Takunen        | 279                 |
| 45 Mäntä       | 92 Saunla     | 139 Järvinen      | 185 Juntikangas   | 233 Pirkkälä       | 280                 |
| 46 Kälviä      | 93 Pöllinen   | 140 Ve-Mäeställys | 186 Kälviä        | 234 Kälviä         | 281                 |
| 47 Juntunen    | 94 Rähä       | 141 Koppinen      | 187 Lempijoki     | 235 Kälviä         | 282                 |
|                |               |                   | 188 Pernittälu    |                    |                     |

## LIITE 3: VERKKOTIETOJÄRJESTELMÄN LASKENTATULOKSET

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

L Ä H T Ö: Koivu  
 S Ä H K Ö A S E M A: KYTKEMÖ  
 Muuntaja: TVM  
 Mitoitusjännite (kV): 21.0  
 Muuntajan mitoitusteho (MVA): 10

LASKENTAJÄNNITE : Jokaiselta päämuuntajalta  
 JÄNNITEKERROIN IKMIN-LASKENNASSA : 0.95  
 JÄNNITEKERROIN IKMAX-LASKENNASSA : 1.00  
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMAX-LASKENTA : 20  
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMIN-LASKENTA : 40  
 OLETUSJOHTOLAJITIE TOJA : Ei tarvittu

## 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 (%)
Koivu	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	1.764	3.106	3.313	0.522	999	?	0

## 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	Porras	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)
1													

OIKOSULKUKESTOISUUS YLITETTY (sarake A), LÄHTÖ: Koivu  
 YLISUURI I>-ASETTELU IKMIN: IIN NÄHDEN (sarake C), LÄHTÖ: Koivu  
 EI LAUKAISUA KAKSIVAIHEISESSA OIKOSULUSSA, LÄHTÖ: Koivu

JOHTOPITUUDET	Avo Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
LÄHTÖ: Koivu	23881	0	238	0	472	0	0 24591
KOKO VERKKO:	23881	0	238	0	472	0	0 24591

## 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 : Koivu

## VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXAMK-W_3X1	38	38	1.8	3.1	3.31	2.72	999	0			999.00	0.00	0.00
2	3	PAS_3X70_REK	472	510	2.0	3.3	3.31	2.54	999	0			999.00	0.00	0.00
3	4	AA100_osa	200	710	2.1	3.3	3.10	2.51	999	0			999.00	0.00	0.00
4	5	3XV34/6_AL/F	79	789	2.1	3.3	3.06	2.47	999	0			999.00	0.00	0.00
5	6	3XV34/6_AL/F	347	1136	2.5	3.4	3.01	2.30	999	0			999.00	0.00	0.00
6	7	M-KISKO	1	1137	2.5	3.4	2.81	2.30	999	0			999.00	0.00	0.00
7	8	M196 M-KISKO	1	1138	2.5	3.4	2.81	2.30	999	0			999.00	0.00	0.00
6	9	E500 3XV34/6_AL/F	79	1215	2.5	3.5	2.81	2.26	999	0			999.00	0.00	0.00
5	10	3XV34/6_AL/F	741	1530	2.8	3.6	3.01	2.13	999	0			999.00	0.00	0.00
10	11	M-KISKO	1	1531	2.8	3.6	2.62	2.13	999	0			999.00	0.00	0.00
11	12	M064 M-KISKO	1	1532	2.8	3.6	2.62	2.13	999	0			999.00	0.00	0.00
10	13	E064 3XV34/6_AL/F	698	2228	3.5	3.9	2.62	1.88	999	0			999.00	0.00	0.00
13	14	M-KISKO	1	2229	3.5	3.9	2.32	1.88	999	0			999.00	0.00	0.00
14	15	M216 M-KISKO	1	2230	3.5	3.9	2.32	1.88	999	0			999.00	0.00	0.00
13	16	3XV34/6_AL/F	832	3060	4.2	4.2	2.32	1.64	999	0			999.00	0.00	0.00
16	17	M-KISKO	1	3061	4.2	4.2	2.04	1.64	999	0			999.00	0.00	0.00
17	18	M094 M-KISKO	1	3062	4.2	4.2	2.04	1.64	999	0			999.00	0.00	0.00
16	19	3XV34/6_AL/F	1212	4272	5.3	4.6	2.04	1.38	999	0			999.00	0.00	0.00
19	20	M-KISKO	1	4273	5.3	4.6	1.72	1.38	999	0			999.00	0.00	0.00
20	21	M065 M-KISKO	1	4274	5.3	4.6	1.72	1.38	999	0			999.00	0.00	0.00
19	22	3XV34/6_AL/F	877	5149	6.1	5.0	1.72	1.23	999	0			999.00	0.00	0.00
22	23	3XV34/6_AL/F	1206	6355	7.2	5.4	1.55	1.08	999	0			999.00	0.00	0.00
23	24	M-KISKO	1	6356	7.2	5.4	1.35	1.08	999	0			999.00	0.00	0.00
24	25	M023 M-KISKO	1	6357	7.2	5.4	1.35	1.08	999	0			999.00	0.00	0.00
23	26	3XV34/6_AL/F	891	7246	8.1	5.8	1.35	0.98	999	0			999.00	0.00	0.00
26	27	3XV34/6_AL/F	145	7391	8.2	5.8	1.24	0.97	999	0			999.00	0.00	0.00
27	28	M-KISKO	1	7392	8.2	5.8	1.22	0.97	999	0			999.00	0.00	0.00
28	29	M130 M-KISKO	1	7393	8.2	5.8	1.22	0.97	999	0			999.00	0.00	0.00
26	30	E024 3XV34/6_AL/F	344	7590	8.4	5.9	1.24	0.95	999	0			999.00	0.00	0.00
30	31	3XV34/6_AL/F	164	7754	8.5	6.0	1.20	0.94	999	0			999.00	0.00	0.00
31	32	AA132	57	7811	8.5	6.0	1.18	0.93	999	0			999.00	0.00	0.00
32	33	M-KISKO	1	7812	8.5	6.0	1.18	0.93	999	0			999.00	0.00	0.00
33	34	M024 M-KISKO	1	7813	8.5	6.0	1.18	0.93	999	0			999.00	0.00	0.00
31	35	3XV34/6_AL/F	1064	8818	9.5	6.4	1.18	0.85	999	0			999.00	0.00	0.00
35	36	3X42/25_AL/F	530	9348	9.9	6.6	1.08	0.82	999	0			999.00	0.00	0.00
36	37	E091 3XV34/6_AL/F	566	9914	10.4	6.8	1.04	0.78	999	0			999.00	0.00	0.00
37	38	3XV34/6_AL/F	416	10330	10.8	7.0	1.00	0.76	999	0			999.00	0.00	0.00
38	39	M-KISKO	1	10331	10.8	7.0	0.96	0.76	999	0			999.00	0.00	0.00

39	40	M211	M-KISKO	1	10332	10.8	7.0	0.96	0.76	999	0	999.00	0.00	0.00
38	41		3XV34/6_AL/F	307	10637	11.1	7.1	0.96	0.74	999	0	999.00	0.00	0.00
41	42		M-KISKO	1	10638	11.1	7.1	0.94	0.74	999	0	999.00	0.00	0.00
42	43	M022	M-KISKO	1	10639	11.1	7.1	0.94	0.74	999	0	999.00	0.00	0.00
41	44		3XV34/6_AL/F	289	10926	11.3	7.2	0.94	0.73	999	0	999.00	0.00	0.00
44	45		3XV34/6_AL/F	1489	12415	12.7	7.8	0.92	0.65	999	0	999.00	0.00	0.00
45	46		M-KISKO	1	12416	12.7	7.8	0.83	0.65	999	0	999.00	0.00	0.00
46	47	M108	M-KISKO	1	12417	12.7	7.8	0.83	0.65	999	0	999.00	0.00	0.00
45	48		3XV34/6_AL/F	1022	13437	13.2	7.9	0.83	0.63	999	0	999.00	0.00	0.00
45	48		3XV34/6_AL/F	1022	13437	13.2	7.9	0.83	0.63	999	0	999.00	0.00	0.00
48	49		3XV34/6_AL/F	548	13985	13.7	8.2	0.81	0.61	999	0	999.00	0.00	0.00
49	50		M-KISKO	1	13986	13.7	8.2	0.78	0.61	999	0	999.00	0.00	0.00
50	51	M052	M-KISKO	1	13987	13.7	8.2	0.78	0.61	999	0	999.00	0.00	0.00
49	52		3XV34/6_AL/F	1713	15698	15.2	8.8	0.78	0.55	999	0	999.00	0.00	0.00
52	53		M-KISKO	1	15699	15.2	8.8	0.71	0.55	999	0	999.00	0.00	0.00
53	54	M144	M-KISKO	1	15700	15.2	8.8	0.71	0.55	999	0	999.00	0.00	0.00
52	55		3XV34/6_AL/F	1069	16767	16.2	9.2	0.71	0.52	999	0	999.00	0.00	0.00
37	56		3XV34/6_AL/F	285	10199	10.7	6.9	1.00	0.77	999	0	999.00	0.00	0.00
56	57		M-KISKO	1	10200	10.7	6.9	0.97	0.77	999	0	999.00	0.00	0.00
57	58	M095	M-KISKO	1	10201	10.7	6.9	0.97	0.77	999	0	999.00	0.00	0.00
56	59		3XV34/6_AL/F	725	10924	11.3	7.2	0.97	0.73	999	0	999.00	0.00	0.00
59	60		M-KISKO	1	10925	11.3	7.2	0.92	0.73	999	0	999.00	0.00	0.00
60	61	M215	M-KISKO	1	10926	11.3	7.2	0.92	0.73	999	0	999.00	0.00	0.00
35	62		3XV34/6_AL/F	83	8901	9.6	6.4	1.08	0.85	999	0	999.00	0.00	0.00
62	63		M-KISKO	1	8902	9.6	6.4	1.07	0.85	999	0	999.00	0.00	0.00
63	64	M091	M-KISKO	1	8903	9.6	6.4	1.07	0.85	999	0	999.00	0.00	0.00
62	E166	65	3XV34/6_AL/F	722	9623	10.2	6.7	1.07	0.80	999	0	999.00	0.00	0.00
65	66		3XV34/6_AL/F	140	9763	10.4	6.7	1.01	0.79	999	0	999.00	0.00	0.00
66	67		M-KISKO	1	9764	10.4	6.7	1.00	0.79	999	0	999.00	0.00	0.00
67	68	M166	M-KISKO	1	9765	10.4	6.7	1.00	0.79	999	0	999.00	0.00	0.00
65	69		3XV34/6_AL/F	1131	10754	11.3	7.1	1.01	0.73	999	0	999.00	0.00	0.00
69	70		3XV34/6_AL/F	286	11040	11.5	7.2	0.93	0.72	999	0	999.00	0.00	0.00
70	71		M-KISKO	1	11041	11.5	7.2	0.91	0.72	999	0	999.00	0.00	0.00
71	72	M025	M-KISKO	1	11042	11.5	7.2	0.91	0.72	999	0	999.00	0.00	0.00
70	73		3XV34/6_AL/F	657	11697	12.1	7.5	0.91	0.68	999	0	999.00	0.00	0.00
73	74		3XV34/6_AL/F	1123	12820	13.2	7.9	0.87	0.63	999	0	999.00	0.00	0.00
74	75		3XV34/6_AL/F	574	13394	13.7	8.1	0.81	0.61	999	0	999.00	0.00	0.00
75	76		M-KISKO	1	13395	13.7	8.1	0.78	0.61	999	0	999.00	0.00	0.00
76	77	M131	M-KISKO	1	13396	13.7	8.1	0.78	0.61	999	0	999.00	0.00	0.00
74	78		3XV34/6_AL/F	369	13189	13.5	8.1	0.81	0.62	999	0	999.00	0.00	0.00
78	79		M-KISKO	1	13190	13.5	8.1	0.79	0.62	999	0	999.00	0.00	0.00
79	80	M021	M-KISKO	1	13191	13.5	8.1	0.79	0.62	999	0	999.00	0.00	0.00
78	81		3XV34/6_AL/F	672	13861	14.1	8.3	0.79	0.59	999	0	999.00	0.00	0.00
81	82		M-KISKO	1	13862	14.1	8.3	0.76	0.59	999	0	999.00	0.00	0.00
82	83	M170	M-KISKO	1	13863	14.1	8.3	0.76	0.59	999	0	999.00	0.00	0.00
22	84		3XV34/6_AL/F	429	5578	6.5	5.1	1.55	1.17	999	0	999.00	0.00	0.00
84	85		M-KISKO	1	5579	6.5	5.1	1.47	1.17	999	0	999.00	0.00	0.00
85	86	M129	M-KISKO	1	5580	6.5	5.1	1.47	1.17	999	0	999.00	0.00	0.00

## K J - T E H O N J A K O L A S K E N T A - A I K A V Ä L I

L Ä H T Ö: Koivu  
S Ä H K Ö A S E M A: KYTKEMÖ  
Muuntaja: TVM  
Mitoitusjännite (kV): 21.0  
Muuntajan mitoitussteho (MVA): 10

KIRJASTO : SLYIND95  
OLETUSJOHTOLAJITIE TOJA : Käytettiin  
TILASTOLLINEN VARMUUS : Laskenta ilman hajontoja (0.000)  
KUORMITUKSEN KASVUKERROIN : 1.00  
LASKENTAJÄNNITE : Syöttävältä muuntajalta  
PÄIVÄTYYPPI : Kalenterin mukaan  
ENSIMMÄINEN LASKETTU TUNTI : 1.1.2014 13:00  
VIIMEINEN LASKETTU TUNTI : 14.4.2014 13:00

## 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) (€)	K(Eh) (€)	K(yht) (€)
Verkko		8	20.32	0.89	3.65	2.62	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 1km (MWh)	Energia (MWh)	A (%)	B (%)	C (%)
Koivu	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	17	595	20.32	244	2288			

JOHTOPITUUDET	Avo	Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
LÄHTÖ: Koivu	23881	0	238	0	472	0	0	24591
KOKO VERKKO:	23881	0	238	0	472	0	0	24591

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

K U O R M I T U S		J Ä N N I T E		H U O M		I		K-aste		Ph	Aika	U	Uh	Aika	Uhk
Alkusoimun tunnus	Loppusoimun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	(A)	(%)	(kW/km)				(kV)	(%)			(%/MW)
L Ä H T Ö : Koivu															
VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET															
1	2	AHXAMK-W_3X1	38	38	17	5	0.2	565	20.50	0.0	565	0.0			0.0
2	3	PAS_3X70_REK	472	510	17	6	0.4	565	20.49	0.0	565	0.0			0.1
3	4	AA100_osa	200	710	17	7	0.2	565	20.49	0.0	565	0.0			0.1
4	5	3XV34/6_AL/F	79	789	17	8	0.8	565	20.49	0.1	565	0.1			0.1
5	6	3XV34/6_AL/F	347	1136	1	1	0.0	437	20.49	0.1	565	0.2			0.2
6	7	M-KISKO	1	1137	1	0	0.0	437	20.49	0.1	565	0.2			0.2
7	8	M196 M-KISKO	1	1138	1	0	0.0	437	20.49	0.1	565	0.2			0.2
6	9	E500 3XV34/6_AL/F	79	1215	0	0	0.0		20.49	0.1	565	0.2			0.2
5	10	3XV34/6_AL/F	741	1530	16	8	0.7	565	20.47	0.2	565	0.3			0.3
10	11	M-KISKO	1	1531	1	0	0.0	565	20.47	0.2	565	0.3			0.3
11	12	M064 M-KISKO	1	1532	1	0	0.0	565	20.47	0.2	565	0.3			0.3
10	13	E064 3XV34/6_AL/F	698	2228	16	7	0.6	565	20.45	0.2	565	0.4			0.4
13	14	M-KISKO	1	2229	0	0	0.0	565	20.45	0.2	565	0.4			0.4
14	15	M216 M-KISKO	1	2230	0	0	0.0	565	20.45	0.2	565	0.4			0.4
13	16	3XV34/6_AL/F	832	3060	15	7	0.6	565	20.43	0.3	565	0.6			0.6
16	17	M-KISKO	1	3061	3	0	0.0	604	20.43	0.3	565	0.6			0.6
17	18	M094 M-KISKO	1	3062	3	0	0.0	604	20.43	0.3	565	0.6			0.6
16	19	3XV34/6_AL/F	1212	4272	14	7	0.5	565	20.40	0.5	565	0.9			0.9
19	20	M-KISKO	1	4273	1	0	0.0	565	20.40	0.5	565	0.9			0.9
20	21	M065 M-KISKO	1	4274	1	0	0.0	565	20.40	0.5	565	0.9			0.9
19	22	3XV34/6_AL/F	877	5149	13	6	0.4	565	20.39	0.6	565	1.1			1.1
22	23	3XV34/6_AL/F	1206	6355	12	6	0.3	565	20.36	0.7	565	1.4			1.4
23	24	M-KISKO	1	6356	2	0	0.0	565	20.36	0.7	565	1.4			1.4
24	25	M023 M-KISKO	1	6357	2	0	0.0	565	20.36	0.7	565	1.4			1.4
23	26	3XV34/6_AL/F	891	7246	10	5	0.2	565	20.35	0.7	565	1.6			1.6
26	27	3XV34/6_AL/F	145	7391	2	1	0.0	565	20.35	0.7	565	1.7			1.7
27	28	M-KISKO	1	7392	2	0	0.0	565	20.35	0.7	565	1.7			1.7
28	29	M130 M-KISKO	1	7393	2	0	0.0	565	20.35	0.7	565	1.7			1.7
26	30	E024 3XV34/6_AL/F	344	7590	7	4	0.1	565	20.35	0.7	565	1.7			1.7
30	31	3XV34/6_AL/F	164	7754	7	4	0.1	565	20.34	0.8	565	1.7			1.7
31	32	AA132	57	7811	1	0	0.0	236	20.34	0.8	565	1.7			1.7
32	33	M-KISKO	1	7812	1	0	0.0	236	20.34	0.8	565	1.7			1.7
33	34	M024 M-KISKO	1	7813	1	0	0.0	236	20.34	0.8	565	1.7			1.7
31	35	3XV34/6_AL/F	1064	8818	7	3	0.1	565	20.33	0.8	565	2.0			2.0
35	36	3X42/25_AL/F	530	9348	3	1	0.0	565	20.33	0.8	565	2.1			2.1
36	37	E091 3XV34/6_AL/F	566	9914	3	2	0.0	565	20.33	0.8	565	2.2			2.2
37	38	3XV34/6_AL/F	416	10330	2	1	0.0	565	20.33	0.8	565	2.3			2.3
38	39	M-KISKO	1	10331	1	0	0.0	565	20.33	0.8	565	2.3			2.3
39	40	M211 M-KISKO	1	10332	1	0	0.0	565	20.33	0.8	565	2.3			2.3
38	41	3XV34/6_AL/F	307	10637	1	1	0.0	565	20.33	0.8	565	2.4			2.4
41	42	M-KISKO	1	10638	0	0	0.0	236	20.33	0.8	565	2.4			2.4
42	43	M022 M-KISKO	1	10639	0	0	0.0	236	20.33	0.8	565	2.4			2.4
41	44	3XV34/6_AL/F	289	10926	1	0	0.0	565	20.33	0.8	565	2.5			2.5
44	45	3XV34/6_AL/F	1489	12415	1	0	0.0	565	20.32	0.9	565	2.8			2.8
45	46	M-KISKO	1	12416	0	0	0.0	236	20.32	0.9	565	2.8			2.8
46	47	M108 M-KISKO	1	12417	0	0	0.0	236	20.32	0.9	565	2.8			2.8
45	48	3XV34/6_AL/F	1022	13437	0	0	0.0	565	20.32	0.9	565	2.9			2.9
45	48	3XV34/6_AL/F	1022	13437	0	0	0.0	565	20.32	0.9	565	2.9			2.9
48	49	3XV34/6_AL/F	548	13985	1	0	0.0	565	20.32	0.9	565	3.1			3.1
49	50	M-KISKO	1	13986	1	0	0.0	565	20.32	0.9	565	3.1			3.1
50	51	M052 M-KISKO	1	13987	1	0	0.0	565	20.32	0.9	565	3.1			3.1
49	52	3XV34/6_AL/F	1713	15698	0	0	0.0	236	20.32	0.9	565	3.5			3.5
52	53	M-KISKO	1	15699	0	0	0.0	236	20.32	0.9	565	3.5			3.5
53	54	M144 M-KISKO	1	15700	0	0	0.0	236	20.32	0.9	565	3.5			3.5
52	55	3XV34/6_AL/F	1069	16767	0	0	0.0		20.32	0.9	565	3.2			3.2
37	56	3XV34/6_AL/F	285	10199	1	0	0.0	565	20.33	0.8	565	2.3			2.3
56	57	M-KISKO	1	10200	1	0	0.0	236	20.33	0.8	565	2.3			2.3
57	58	M095 M-KISKO	1	10201	1	0	0.0	236	20.33	0.8	565	2.3			2.3
56	59	3XV34/6_AL/F	725	10924	0	0	0.0	565	20.33	0.8	565	2.5			2.5
59	60	M-KISKO	1	10925	0	0	0.0	565	20.33	0.8	565	2.5			2.5
60	61	M215 M-KISKO	1	10926	0	0	0.0	565	20.33	0.8	565	2.5			2.5
35	62	3XV34/6_AL/F	83	8901	3	2	0.0	565	20.33	0.8	565	2.0			2.0
62	63	M-KISKO	1	8902	1	0	0.0	502	20.33	0.8	565	2.0			2.0
63	64	M091 M-KISKO	1	8903	1	0	0.0	502	20.33	0.8	565	2.0			2.0
62	65	E166 3XV34/6_AL/F	722	9623	3	1	0.0	565	20.33	0.8	565	2.2			2.2
65	66	3XV34/6_AL/F	140	9763	0	0	0.0	236	20.33	0.8	565	2.2			2.2
66	67	M-KISKO	1	9764	0	0	0.0	236	20.33	0.8	565	2.2			2.2
67	68	M166 M-KISKO	1	9765	0	0	0.0	236	20.33	0.8	565	2.2			2.2
65	69	3XV34/6_AL/F	1131	10754	3	1	0.0	565	20.32	0.9	565	2.4			2.4
69	70	3XV34/6_AL/F	286	11040	3	1	0.0	565	20.32	0.9	565	2.5			2.5
70	71	M-KISKO	1	11041	1	0	0.0	565	20.32	0.9	565	2.5			2.5
71	72	M025 M-KISKO	1	11042	1	0	0.0	565	20.32	0.9	565	2.5			2.5
70	73	3XV34/6_AL/F	657	11697	2	1	0.0	565	20.32	0.9	565	2.7			2.7
73	74	3XV34/6_AL/F	1123	12820	2	1	0.0	565	20.32	0.9	565	2.9			2.9
74	75	3XV34/6_AL/F	574	13394	1	1	0.0	565	20.32	0.9	565	3.1			3.1
75	76	M-KISKO	1	13395	1	0	0.0	565	20.32	0.9	565	3.1			3.1
76	77	M131 M-KISKO	1	13396	1	0	0.0	565	20.32	0.9	565	3.1			3.1
74	78	3XV34/6_AL/F	369	13189	1	0	0.0	565	20.32	0.9	565	3.0			3.0
78	79	M-KISKO	1	13190	0	0	0.0	236	20.32	0.9	565	3.0			3.0
79	80	M021 M-KISKO	1	13191	0	0	0.0	236	20.32	0.9	565	3.0			3.0
78	81	3XV34/6_AL/F	672	13861	0	0	0.0	565	20.32	0.9	565	3.2			3.2
81	82	M-KISKO	1	13862	0	0	0.0	565	20.32	0.9	565	3.2			3.2
82	83	M170 M-KISKO	1	13863	0	0	0.0	565	20.32	0.9	565	3.2			3.2
22	84	3XV34/6_AL/F													

84 85 M-KISKO 1 5579 2 0 0.0 565 20.38 0.6 565 1.2  
 85 86 M129 M-KISKO 1 5580 2 0 0.0 565 20.38 0.6 565 1.2

Huomautuskoodien selitykset  
 A - I > taloudellinen rajavirta

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

L Ä H T Ö: Loue  
 S Ä H K Ö A S E M A: KYTKEMÖ  
 Muuntaja: TVM  
 Mitoitusjännite (kV): 21.0  
 Muuntajan mitoitus-teho (MVA): 10

LASKENTAJÄNNITE : Jokaiselta päämuuntajalta  
 JÄNNITEKERROIN IKMIN-LASKENNASSA : 0.95  
 JÄNNITEKERROIN IKMAX-LASKENNASSA : 1.00  
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMAX-LASKENTA : 20  
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMIN-LASKENTA : 40  
 OLETUSJOHTOLAJITIE TOJA : Ei tarvittu

#### 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 (%)
Loue	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	1.764	3.106	3.313	0.216	999	?	0

#### 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)
1													

OIKOSULKUKESTOISUUS YLITETTY (sarake A), LÄHTÖ: Loue  
 YLISUURI I>-ASETTELU IKMIN:IIN NÄHDEN (sarake C), LÄHTÖ: Loue  
 EI LAUKAISUA KAKSIVAIHEISESSA OIKOSULUSSA, LÄHTÖ: Loue

JOHTOPITUUDET	Avo Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
LÄHTÖ: Loue	103970	0	2644	0	1167	0	0 107781
KOKO VERKKO:	103970	0	2644	0	1167	0	0 107781

#### 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 : Loue

#### VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXAMK-W_3X1	36	36	1.8	3.1	3.31	2.72	999	0			999.00	0.00	0.00
2	3	PAS_3X70_REK	428	464	2.0	3.2	3.31	2.56	999	0			999.00	0.00	0.00
3	4	E502 3X85/14_AL/F	660	1124	2.2	3.5	3.12	2.36	999	0			999.00	0.00	0.00
4	E501 5	AA132	3693	4817	3.1	4.7	2.88	1.72	999	0			999.00	0.00	0.00
5	E153 6	3XV34/6_AL/F	334	5151	3.4	4.9	2.11	1.64	999	0			999.00	0.00	0.00
6	7	3XV34/6_AL/F	1017	6168	4.3	5.3	2.01	1.43	999	0			999.00	0.00	0.00
7	8	M-KISKO	1	6169	4.3	5.3	1.77	1.43	999	0			999.00	0.00	0.00
8	9	M056 M-KISKO	1	6170	4.3	5.3	1.77	1.43	999	0			999.00	0.00	0.00
6	10	M-KISKO	1	5152	3.4	4.9	2.01	1.64	999	0			999.00	0.00	0.00
10	11	M153 M-KISKO	1	5153	3.4	4.9	2.01	1.64	999	0			999.00	0.00	0.00
5	12	AA132	748	5565	3.3	5.0	2.11	1.63	999	0			999.00	0.00	0.00
12	13	AA132	14	5579	3.3	5.0	2.00	1.63	999	0			999.00	0.00	0.00
13	14	M-KISKO	1	5580	3.3	5.0	2.00	1.63	999	0			999.00	0.00	0.00
14	15	M232 M-KISKO	1	5581	3.3	5.0	2.00	1.63	999	0			999.00	0.00	0.00
13	16	AA132	589	6168	3.4	5.2	2.00	1.56	999	0			999.00	0.00	0.00
16	17	AA132	985	7153	3.7	5.5	1.92	1.47	999	0			999.00	0.00	0.00
17	18	3XV34/6_AL/F	436	7589	4.1	5.7	1.80	1.39	999	0			999.00	0.00	0.00
18	19	3XV34/6_AL/F	106	7695	4.2	5.8	1.71	1.37	999	0			999.00	0.00	0.00
19	20	M-KISKO	1	7696	4.2	5.8	1.69	1.37	999	0			999.00	0.00	0.00
20	21	M121 M-KISKO	1	7697	4.2	5.8	1.69	1.37	999	0			999.00	0.00	0.00
19	22	3XV34/6_AL/F	784	8479	4.9	6.1	1.69	1.25	999	0			999.00	0.00	0.00
22	23	3XV34/6_AL/F	595	9074	5.4	6.3	1.55	1.17	999	0			999.00	0.00	0.00
23	24	M-KISKO	1	9075	5.4	6.3	1.46	1.17	999	0			999.00	0.00	0.00
24	25	M185 M-KISKO	1	9076	5.4	6.3	1.46	1.17	999	0			999.00	0.00	0.00
22	26	3XV34/6_AL/F	813	9292	5.6	6.4	1.55	1.15	999	0			999.00	0.00	0.00
26	27	3XV34/6_AL/F	1137	10429	6.7	6.8	1.43	1.02	999	0			999.00	0.00	0.00
27	E012 28	3XV34/6_AL/F	626	11055	7.2	7.0	1.28	0.96	999	0			999.00	0.00	0.00
28	29	3XV34/6_AL/F	720	11775	7.9	7.3	1.21	0.91	999	0			999.00	0.00	0.00
29	30	3X42/25_AL/F	317	12092	8.1	7.4	1.13	0.88	999	0			999.00	0.00	0.00
28	31	3XV34/6_AL/F	524	11579	7.7	7.2	1.21	0.92	999	0			999.00	0.00	0.00
31	32	M-KISKO	1	11580	7.7	7.2	1.15	0.92	999	0			999.00	0.00	0.00
32	33	M012 M-KISKO	1	11581	7.7	7.2	1.15	0.92	999	0			999.00	0.00	0.00
31	34	3XV34/6_AL/F	379	11958	8.1	7.4	1.15	0.89	999	0			999.00	0.00	0.00
34	35	M-KISKO	1	11959	8.1	7.4	1.12	0.89	999	0			999.00	0.00	0.00
35	36	M213 M-KISKO	1	11960	8.1	7.4	1.12	0.89	999	0			999.00	0.00	0.00
27	37	M-KISKO	1	10430	6.7	6.8	1.28	1.02	999	0			999.00	0.00	0.00



129	130	M259	M-KISKO	1	30207	27.0	14.1	0.41	0.32	999	0	999.00	0.00	0.00
128	131		3X21/4_AL/FE	1687	31892	29.4	14.7	0.41	0.30	999	0	999.00	0.00	0.00
131	132		3X21/4_AL/FE	951	32843	30.8	15.1	0.38	0.28	999	0	999.00	0.00	0.00
132	133		M-KISKO	1	32844	30.8	15.1	0.37	0.28	999	0	999.00	0.00	0.00
133	134	M226	M-KISKO	1	32845	30.8	15.1	0.37	0.28	999	0	999.00	0.00	0.00
132	135		3X21/4_AL/FE	955	33798	32.2	15.5	0.37	0.27	999	0	999.00	0.00	0.00
135	136		M-KISKO	1	33799	32.2	15.5	0.35	0.27	999	0	999.00	0.00	0.00
136	137	M145	M-KISKO	1	33800	32.2	15.5	0.35	0.27	999	0	999.00	0.00	0.00
135	138		3X21/4_AL/FE	1424	35222	34.3	16.1	0.35	0.26	999	0	999.00	0.00	0.00
138	139		M-KISKO	1	35223	34.3	16.1	0.33	0.26	999	0	999.00	0.00	0.00
139	140	M042	M-KISKO	1	35224	34.3	16.1	0.33	0.26	999	0	999.00	0.00	0.00
138	141		3X21/4_AL/FE	1489	36711	36.5	16.7	0.33	0.24	999	0	999.00	0.00	0.00
141	142		M-KISKO	1	36712	36.5	16.7	0.31	0.24	999	0	999.00	0.00	0.00
142	143	M146	M-KISKO	1	36713	36.5	16.7	0.31	0.24	999	0	999.00	0.00	0.00
141	144		3X21/4_AL/FE	1216	37927	38.2	17.1	0.31	0.23	999	0	999.00	0.00	0.00
144	145		M-KISKO	1	37928	38.2	17.1	0.30	0.23	999	0	999.00	0.00	0.00
145	146	M063	M-KISKO	1	37929	38.2	17.1	0.30	0.23	999	0	999.00	0.00	0.00
144	147	E063	3X21/4_AL/FE	2085	40012	41.3	18.0	0.30	0.22	999	0	999.00	0.00	0.00
131	E041	148	3X21/4_AL/FE	501	32393	30.2	14.9	0.38	0.29	999	0	999.00	0.00	0.00
148	149		M-KISKO	1	32394	30.2	14.9	0.37	0.29	999	0	999.00	0.00	0.00
149	150	M041	M-KISKO	1	32395	30.2	14.9	0.37	0.29	999	0	999.00	0.00	0.00
148	151		3X21/4_AL/FE	978	33371	31.6	15.3	0.37	0.28	999	0	999.00	0.00	0.00
151	152		M-KISKO	1	33372	31.6	15.3	0.36	0.28	999	0	999.00	0.00	0.00
152	153	M227	M-KISKO	1	33373	31.6	15.3	0.36	0.28	999	0	999.00	0.00	0.00
82	E027	154	3X21/4_AL/FE	1938	22788	19.0	11.6	0.64	0.44	999	0	999.00	0.00	0.00
154	155		AA132	18	22806	19.0	11.6	0.56	0.44	999	0	999.00	0.00	0.00
155	156		M-KISKO	1	22807	19.0	11.6	0.56	0.44	999	0	999.00	0.00	0.00
156	157	M027	M-KISKO	1	22808	19.0	11.6	0.56	0.44	999	0	999.00	0.00	0.00
26	158		AA132	182	9474	5.7	6.4	1.43	1.14	999	0	999.00	0.00	0.00
158	159		M-KISKO	1	9475	5.7	6.4	1.41	1.14	999	0	999.00	0.00	0.00
159	160	M235	M-KISKO	1	9476	5.7	6.4	1.41	1.14	999	0	999.00	0.00	0.00
158	161		AA132	179	9653	5.7	6.5	1.41	1.13	999	0	999.00	0.00	0.00
161	162		M-KISKO	1	9654	5.7	6.5	1.40	1.13	999	0	999.00	0.00	0.00
162	163	M112	M-KISKO	1	9655	5.7	6.5	1.40	1.13	999	0	999.00	0.00	0.00
161	164		AA132	355	10008	5.8	6.6	1.40	1.11	999	0	999.00	0.00	0.00
164	165		M-KISKO	1	10009	5.8	6.6	1.38	1.11	999	0	999.00	0.00	0.00
165	166	M208	M-KISKO	1	10010	5.8	6.6	1.38	1.11	999	0	999.00	0.00	0.00
164	167		AA132	425	10433	5.9	6.8	1.38	1.09	999	0	999.00	0.00	0.00
167	168		M-KISKO	1	10434	5.9	6.8	1.35	1.09	999	0	999.00	0.00	0.00
168	169	M169	M-KISKO	1	10435	5.9	6.8	1.35	1.09	999	0	999.00	0.00	0.00
161	E118	170	3XV34/6_AL/F	997	10650	6.6	6.9	1.40	1.02	999	0	999.00	0.00	0.00
170	171		M-KISKO	1	10651	6.6	6.9	1.27	1.02	999	0	999.00	0.00	0.00
171	172	M118	M-KISKO	1	10652	6.6	6.9	1.27	1.02	999	0	999.00	0.00	0.00
170	173		3XV34/6_AL/F	878	11528	7.4	7.2	1.27	0.94	999	0	999.00	0.00	0.00
173	174		M-KISKO	1	11529	7.4	7.2	1.18	0.94	999	0	999.00	0.00	0.00
174	175	M258	M-KISKO	1	11530	7.4	7.2	1.18	0.94	999	0	999.00	0.00	0.00
22	176		AA132	67	8546	4.9	6.1	1.55	1.25	999	0	999.00	0.00	0.00
176	177		M-KISKO	1	8547	4.9	6.1	1.55	1.25	999	0	999.00	0.00	0.00
177	178	M014	M-KISKO	1	8548	4.9	6.1	1.55	1.25	999	0	999.00	0.00	0.00
18	179		Bantam_osa	963	8552	4.3	5.8	1.71	1.34	999	0	999.00	0.00	0.00
179	180		3XV34/6_AL/F	194	8746	4.5	5.9	1.65	1.31	999	0	999.00	0.00	0.00
180	181		M-KISKO	1	8747	4.5	5.9	1.62	1.31	999	0	999.00	0.00	0.00
181	182	M016	M-KISKO	1	8748	4.5	5.9	1.62	1.31	999	0	999.00	0.00	0.00
17	183		AA132	471	7624	3.8	5.7	1.80	1.42	999	0	999.00	0.00	0.00
183	184		M-KISKO	1	7625	3.8	5.7	1.75	1.42	999	0	999.00	0.00	0.00
184	185	M120	M-KISKO	1	7626	3.8	5.7	1.75	1.42	999	0	999.00	0.00	0.00
16	186		3XV34/6_AL/F	676	6844	4.0	5.5	1.92	1.43	999	0	999.00	0.00	0.00
186	187		M-KISKO	1	6845	4.0	5.5	1.77	1.43	999	0	999.00	0.00	0.00
187	188	M087	M-KISKO	1	6846	4.0	5.5	1.77	1.43	999	0	999.00	0.00	0.00
186	E	189	3XV34/6_AL/F	6841	13685	10.3	8.1	1.77	0.74	999	0	999.00	0.00	0.00
189	190		3XV34/6_AL/F	87	13772	10.4	8.1	0.94	0.74	999	0	999.00	0.00	0.00
190	191		3X21/4_AL/FE	1743	15515	12.9	8.8	0.93	0.62	999	0	999.00	0.00	0.00
191	192		M-KISKO	1	15516	12.9	8.8	0.79	0.62	999	0	999.00	0.00	0.00
192	193	M139	M-KISKO	1	15517	12.9	8.8	0.79	0.62	999	0	999.00	0.00	0.00
191	194		AA132	682	16197	13.1	9.0	0.79	0.61	999	0	999.00	0.00	0.00
194	195		M-KISKO	1	16198	13.1	9.0	0.78	0.61	999	0	999.00	0.00	0.00
195	196	M098	M-KISKO	1	16199	13.1	9.0	0.78	0.61	999	0	999.00	0.00	0.00
194	197		AA132	3068	19265	13.8	10.1	0.78	0.57	999	0	999.00	0.00	0.00
197	198		M-KISKO	1	19266	13.8	10.1	0.72	0.57	999	0	999.00	0.00	0.00
198	199	M099	M-KISKO	1	19267	13.8	10.1	0.72	0.57	999	0	999.00	0.00	0.00
197	200		3X21/4_AL/FE	1629	20894	16.2	10.8	0.72	0.50	999	0	999.00	0.00	0.00
200	E257	201	3X21/4_AL/FE	320	21214	16.6	10.9	0.64	0.49	999	0	999.00	0.00	0.00
201	202		M-KISKO	1	21215	16.6	10.9	0.62	0.49	999	0	999.00	0.00	0.00
202	203	M257	M-KISKO	1	21216	16.6	10.9	0.62	0.49	999	0	999.00	0.00	0.00
200	204	E047	3X21/4_AL/FE	95	20989	16.3	10.8	0.64	0.50	999	0	999.00	0.00	0.00
204	205		M-KISKO	1	20990	16.3	10.8	0.63	0.50	999	0	999.00	0.00	0.00
205	206	M047	M-KISKO	1	20991	16.3	10.8	0.63	0.50	999	0	999.00	0.00	0.00
204	E046	207	3X21/4_AL/FE	1594	22583	18.6	11.4	0.63	0.45	999	0	999.00	0.00	0.00
207	208		M-KISKO	1	22584	18.6	11.4	0.57	0.45	999	0	999.00	0.00	0.00
208	209	M132	M-KISKO	1	22585	18.6	11.4	0.57	0.45	999	0	999.00	0.00	0.00
207	210		3X21/4_AL/FE	2124	24707	21.7	12.3	0.57	0.39	999	0	999.00	0.00	0.00
210	211		M-KISKO	1	24708	21.7	12.3	0.50	0.39	999	0	999.00	0.00	0.00
211	212	M046	M-KISKO	1	24709	21.7	12.3	0.50	0.39	999	0	999.00	0.00	0.00
210	213		3X21/4_AL/FE	20	24727	21.8	12.3	0.50	0.39	999	0	999.00	0.00	0.00
213	E127	214	3X21/4_AL/FE	1692	26419	24.2	13.0	0.50	0.35	999	0	999.00	0.00	0.00
214	215		M-KISKO	1	26420	24.2	13.0	0.45	0.35	999	0	999.00	0.00	0.00
215	216	M127	M-KISKO	1	26421	24.2	13.0	0.45	0.35	999	0	999.00	0.00	0.00
214	217		3X21/4_AL/FE	1587	28006	26.6	13.6	0.45	0.33	999	0	999.00	0.00	0.00
217	218		M-KISKO	1	28007	26.6	13.6	0.42	0.33	999	0	999.00	0.00	0.00
218	219	M044	M-KISKO	1	28008	26.6	13.6	0.42	0.33	999	0	999.00	0.00	0.00
217	220		3X21/4_AL/FE	1217	29223	28.3	14.1	0.42	0.31	999	0	999.00	0.00	0.00
220	221		M-KISKO	1	29224	28.3	14.1	0.40	0.31	999	0	999.00	0.00	0.00

221	222 M209	M-KISKO	1	29225	28.3	14.1	0.40	0.31	999	0	999.00	0.00	0.00
220	223	3X21/4_AL/FE	713	29936	29.4	14.4	0.40	0.30	999	0	999.00	0.00	0.00
223	224	M-KISKO	1	29937	29.4	14.4	0.38	0.30	999	0	999.00	0.00	0.00
224	225 M043	M-KISKO	1	29938	29.4	14.4	0.38	0.30	999	0	999.00	0.00	0.00
223	226	3X21/4_AL/FE	1923	31859	32.2	15.1	0.38	0.27	999	0	999.00	0.00	0.00
226	227	M-KISKO	1	31860	32.2	15.1	0.35	0.27	999	0	999.00	0.00	0.00
227	228 M111	M-KISKO	1	31861	32.2	15.1	0.35	0.27	999	0	999.00	0.00	0.00
213	229	3X21/4_AL/FE	1780	26507	24.4	13.0	0.50	0.35	999	0	999.00	0.00	0.00
229	230	M-KISKO	1	26508	24.4	13.0	0.45	0.35	999	0	999.00	0.00	0.00
230	231 M126	M-KISKO	1	26509	24.4	13.0	0.45	0.35	999	0	999.00	0.00	0.00
229	232	AA132	1197	27704	24.6	13.4	0.45	0.35	999	0	999.00	0.00	0.00
232	233	M-KISKO	1	27705	24.6	13.4	0.45	0.35	999	0	999.00	0.00	0.00
233	234 M045	M-KISKO	1	27706	24.6	13.4	0.45	0.35	999	0	999.00	0.00	0.00
204 E048	235	3X21/4_AL/FE	2359	23348	19.8	11.7	0.63	0.42	999	0	999.00	0.00	0.00
235	236	M-KISKO	1	23349	19.8	11.7	0.54	0.42	999	0	999.00	0.00	0.00
236	237 M048	M-KISKO	1	23350	19.8	11.7	0.54	0.42	999	0	999.00	0.00	0.00
235	238	3X21/4_AL/FE	815	24163	20.9	12.1	0.54	0.40	999	0	999.00	0.00	0.00
238	239	M-KISKO	1	24164	20.9	12.1	0.52	0.40	999	0	999.00	0.00	0.00
239	240 M128	M-KISKO	1	24165	20.9	12.1	0.52	0.40	999	0	999.00	0.00	0.00
238	241	3X21/4_AL/FE	1884	26047	23.7	12.8	0.52	0.36	999	0	999.00	0.00	0.00
241	242	M-KISKO	1	26048	23.7	12.8	0.46	0.36	999	0	999.00	0.00	0.00
242	243 M110	M-KISKO	1	26049	23.7	12.8	0.46	0.36	999	0	999.00	0.00	0.00
12	244	3XV34/6_AL/F	424	5989	3.7	5.2	2.00	1.54	999	0	999.00	0.00	0.00
244	245	M-KISKO	1	5990	3.7	5.2	1.89	1.54	999	0	999.00	0.00	0.00
245	246 M061	M-KISKO	1	5991	3.7	5.2	1.89	1.54	999	0	999.00	0.00	0.00
244	247	3XV34/6_AL/F	1743	7732	5.3	5.8	1.89	1.24	999	0	999.00	0.00	0.00
247	248	M-KISKO	1	7733	5.3	5.8	1.54	1.24	999	0	999.00	0.00	0.00
248	249 M142A	M-KISKO	1	7734	5.3	5.8	1.54	1.24	999	0	999.00	0.00	0.00

## K J - T E H O N J A K O L A S K E N T A - A I K A V Ä L I

L Ä H T Ö: Loue  
 S Ä H K Ö A S E M A: KYTKEMÖ  
 Muuntaja: TVM  
 Mitoitussjännite (kV): 21.0  
 Muuntajan mitoitusteho (MVA): 10

KIRJASTO : SLYIND95  
 OLETUSJOHTOLAJITIE TOJA : Käytettiin  
 TILASTOLLINEN VARMUUS : Laskenta ilman hajontoja (0.000)  
 KUORMITUKSEN KASVUKERROIN : 1.00  
 LASKENTAJÄNNITE : Syöttävältä muuntajalta  
 PÄIVÄTYYPPI : Kalenterin mukaan  
 ENSIMMÄINEN LASKETTU TUNTI : 1.1.2014 13:00  
 VIIMEINEN LASKETTU TUNTI : 14.4.2014 13:00

## 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) (€)	K(Eh) (€)	K(yht) (€)
Verkko		15	19.95	2.67	23.11	17.41	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 1km	Energia (MWh)	A (%)	B (%)	C (%)
Loue	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	48	1652	19.95	424	6125			

JOHTOPITUUDET	Avo	Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
LÄHTÖ: Loue	103970	0	2644	0	1167	0	0	107781
KOKO VERKKO:	103970	0	2644	0	1167	0	0	107781

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

KUORMITUS	JÄNNITE	HUOM	I	K-aste	Ph	Aika	U	Uh	Aika	Uhk
Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	(A)	(%)	(kW/km)	(kV)	(%)	(%/MW) A

L Ä H T Ö : Loue

## VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXAMK-W_3X1	36	36	48	14	1.1	565	20.50	0.0	565	0.0	
2	3	PAS_3X70_REK	428	464	48	15	3.3	565	20.48	0.1	565	0.1	
3	4	E502	3X85/14_AL/F	660	1124	48	13	2.3	565	20.46	0.2	565	0.1
4	E501	5	AA132	3693	4817	48	10	1.5	565	20.37	0.6	565	0.4
5	E153	6	3XV34/6_AL/F	334	5151	1	1	0.0	565	20.37	0.6	565	0.5
6	7	3XV34/6_AL/F	1017	6168	0	0	0.0	565	20.37	0.6	565	0.7	
7	8	M-KISKO	1	6169	0	0	0.0	565	20.37	0.6	565	0.7	
8	9	M056	M-KISKO	1	6170	0	0	0.0	565	20.37	0.6	565	0.7
6	10	M-KISKO	1	5152	1	0	0.0	565	20.37	0.6	565	0.5	
10	11	M153	M-KISKO	1	5153	1	0	0.0	565	20.37	0.6	565	0.5
5	12	AA132	748	5565	46	9	1.4	565	20.36	0.7	565	0.5	
12	13	AA132	14	5579	46	9	1.4	565	20.36	0.7	565	0.5	

13	14	M-KISKO	1	5580	1	0	0.0	565	20.36	0.7	565	0.5
14	15	M232 M-KISKO	1	5581	1	0	0.0	565	20.36	0.7	565	0.5
13	16	AA132	589	6168	45	9	1.3	565	20.34	0.8	565	0.5
16	17	AA132	985	7153	38	8	0.9	565	20.32	0.9	565	0.6
17	18	3XV34/6_AL/F	436	7589	32	15	2.6	565	20.30	1.0	565	0.7
18	19	3XV34/6_AL/F	106	7695	31	15	2.4	565	20.30	1.0	565	0.7
19	20	M-KISKO	1	7696	1	0	0.0	565	20.30	1.0	565	0.7
20	21	M121 M-KISKO	1	7697	1	0	0.0	565	20.30	1.0	565	0.7
19	22	3XV34/6_AL/F	784	8479	30	14	2.3	565	20.26	1.2	565	0.9
22	23	3XV34/6_AL/F	595	9074	1	1	0.0	565	20.26	1.2	565	1.1
23	24	M-KISKO	1	9075	1	0	0.0	565	20.26	1.2	565	1.1
24	25	M185 M-KISKO	1	9076	1	0	0.0	565	20.26	1.2	565	1.1
22	26	3XV34/6_AL/F	813	9292	27	13	1.8	565	20.23	1.3	565	1.1
26	27	3XV34/6_AL/F	1137	10429	21	10	1.1	565	20.19	1.5	565	1.4
27	E012 28	3XV34/6_AL/F	626	11055	2	1	0.0	565	20.19	1.5	565	1.6
28	29	3XV34/6_AL/F	720	11775	0	0	0.0	154	20.19	1.5	565	1.4
29	30	3X42/25_AL/F	317	12092	0	0	0.0		20.19	1.5	565	1.4
28	31	3XV34/6_AL/F	524	11579	2	1	0.0	565	20.19	1.5	565	1.7
31	32	M-KISKO	1	11580	1	0	0.0	565	20.19	1.5	565	1.7
32	33	M012 M-KISKO	1	11581	1	0	0.0	565	20.19	1.5	565	1.7
31	34	3XV34/6_AL/F	379	11958	0	0	0.0	565	20.19	1.5	565	1.8
34	35	M-KISKO	1	11959	0	0	0.0	565	20.19	1.5	565	1.8
35	36	M213 M-KISKO	1	11960	0	0	0.0	565	20.19	1.5	565	1.8
27	37	M-KISKO	1	10430	1	0	0.0	565	20.19	1.5	565	1.4
37	38	M079 M-KISKO	1	10431	1	0	0.0	565	20.19	1.5	565	1.4
27	E079 39	3XV34/6_AL/F	1890	12319	18	9	0.8	565	20.14	1.8	565	1.9
39	40	M-KISKO	1	12320	0	0	0.0	565	20.14	1.8	565	1.9
40	41	M183 M-KISKO	1	12321	0	0	0.0	565	20.14	1.8	565	1.9
39	42	3XV34/6_AL/F	1611	13930	18	9	0.8	565	20.09	2.0	565	2.3
42	43	E083 3XV34/6_AL/F	283	14213	8	4	0.1	500	20.09	2.0	565	2.3
43	44	M-KISKO	1	14214	0	0	0.0	236	20.09	2.0	565	2.3
44	45	M083 M-KISKO	1	14215	0	0	0.0	236	20.09	2.0	565	2.3
43	46	3X54/9_AL/FE	1677	15890	7	3	0.1	500	20.08	2.1	565	2.6
46	47	M-KISKO	1	15891	0	0	0.0	236	20.08	2.1	565	2.6
47	48	M088 M-KISKO	1	15892	0	0	0.0	236	20.08	2.1	565	2.6
46	49	AA132	1851	17741	7	1	0.0	500	20.07	2.1	565	2.8
49	50	M-KISKO	1	17742	0	0	0.0	565	20.07	2.1	565	2.8
50	51	M117 M-KISKO	1	17743	0	0	0.0	565	20.07	2.1	565	2.8
49	52	E049 AA132	1041	18782	7	1	0.0	500	20.07	2.1	565	2.9
52	53	PAS_3X70_REK	192	18974	2	1	0.0	565	20.07	2.1	565	2.9
53	54	PAS_3X70_REK	472	19446	2	1	0.0	565	20.06	2.1	565	2.9
54	55	M-KISKO	1	19447	2	0	0.0	565	20.06	2.1	565	2.9
55	56	M206 M-KISKO	1	19448	2	0	0.0	565	20.06	2.1	565	2.9
53	57	M-KISKO	1	18975	0	0	0.0	565	20.07	2.1	565	2.9
57	58	M207 M-KISKO	1	18976	0	0	0.0	565	20.07	2.1	565	2.9
52	59	PAS_3X70_REK	75	18857	5	2	0.0	601	20.07	2.1	565	2.9
59	60	3XV34/6_AL/F	157	19014	5	2	0.1	502	20.06	2.1	565	2.9
60	61	M-KISKO	1	19015	5	0	0.0	502	20.06	2.1	565	2.9
61	62	M049 M-KISKO	1	19016	5	0	0.0	502	20.06	2.1	565	2.9
59	63	3XV34/6_AL/F	104	18961	1	0	0.0	565	20.07	2.1	565	2.9
63	64	3XV34/6_AL/F	70	19031	1	0	0.0	565	20.07	2.1	565	2.9
64	65	M-KISKO	1	19032	1	0	0.0	565	20.07	2.1	565	2.9
65	66	M212 M-KISKO	1	19033	1	0	0.0	565	20.07	2.1	565	2.9
42	67	3XV34/6_AL/F	1614	15544	11	5	0.3	565	20.07	2.1	565	2.7
67	68	M-KISKO	1	15545	0	0	0.0	236	20.07	2.1	565	2.7
68	69	M195 M-KISKO	1	15546	0	0	0.0	236	20.07	2.1	565	2.7
67	70	E174 3XV34/6_AL/F	1150	16694	11	5	0.3	565	20.05	2.2	565	2.9
70	71	M-KISKO	1	16695	0	0	0.0	565	20.05	2.2	565	2.9
71	72	M174 M-KISKO	1	16696	0	0	0.0	565	20.05	2.2	565	2.9
70	73	3XV34/6_AL/F	1247	17941	10	5	0.3	565	20.03	2.3	565	3.3
73	74	M-KISKO	1	17942	3	0	0.0	565	20.03	2.3	565	3.3
74	75	M074 M-KISKO	1	17943	3	0	0.0	565	20.03	2.3	565	3.3
73	76	3XV34/6_AL/F	823	18764	7	3	0.1	565	20.02	2.3	565	3.5
76	77	3XV34/6_AL/F	1199	19963	0	0	0.0		20.02	2.3	565	3.1
76	78	3XV34/6_AL/F	1114	19878	7	3	0.1	565	20.01	2.4	565	3.7
78	79	3XV34/6_AL/F	173	20051	2	1	0.0	565	20.01	2.4	565	3.8
79	80	M-KISKO	1	20052	2	0	0.0	565	20.01	2.4	565	3.8
80	81	M026 M-KISKO	1	20053	2	0	0.0	565	20.01	2.4	565	3.8
78	E026 82	3XV34/6_AL/F	972	20850	6	3	0.1	565	20.00	2.4	565	4.0
82	83	3XV34/6_AL/F	499	21349	6	3	0.1	565	20.00	2.4	565	4.1
83	84	M-KISKO	1	21350	0	0	0.0	236	20.00	2.4	565	4.1
84	85	M175 M-KISKO	1	21351	0	0	0.0	236	20.00	2.4	565	4.1
83	86	3XV34/6_AL/F	1110	22459	5	3	0.1	565	19.99	2.5	565	4.4
86	87	Bantam_osa	1128	23587	5	2	0.0	565	19.99	2.5	565	4.5
87	88	M-KISKO	1	23588	0	0	0.0	565	19.99	2.5	565	4.5
88	89	M082 M-KISKO	1	23589	0	0	0.0	565	19.99	2.5	565	4.5
87	90	Bantam_osa	434	24021	5	2	0.0	236	19.99	2.5	565	4.5
90	91	Bantam_osa	83	24104	1	1	0.0	236	19.99	2.5	565	4.5
91	E028 92	3X21/4_AL/FE	1618	25722	1	1	0.0	236	19.98	2.5	565	5.1
92	93	E057 3X21/4_AL/FE	3108	28830	1	1	0.0	602	19.98	2.5	565	6.2
93	94	M-KISKO	1	28831	1	0	0.0	604	19.98	2.5	565	6.2
94	95	M-KISKO	1	28832	1	0	0.0	604	19.98	2.5	565	6.2
95	96	M057 M-KISKO	1	28833	1	0	0.0	604	19.98	2.5	565	6.2
94	97	M057 M-KISKO	1	28832	0	0	0.0		19.98	2.5	565	5.4
93	98	3X21/4_AL/FE	1884	30714	0	0	0.0	236	19.98	2.5	565	6.9
98	99	M-KISKO	1	30715	0	0	0.0	236	19.98	2.5	565	6.9
99	100	M150 M-KISKO	1	30716	0	0	0.0	236	19.98	2.5	565	6.9
92	101	3X21/4_AL/FE	394	26116	1	1	0.0	236	19.98	2.5	565	5.2
101	102	M-KISKO	1	26117	1	0	0.0	565	19.98	2.5	565	5.2
102	103	M152 M-KISKO	1	26118	1	0	0.0	565	19.98	2.5	565	5.2
101	104	3X21/4_AL/FE	697	26813	1	1	0.0	236	19.98	2.5	565	5.5
104	105	M-KISKO	1	26814	1	0	0.0	236	19.98	2.5	565	5.5

105		106 M028	M-KISKO	1	26815	1	0	0.0	236	19.98	2.5	565	5.5
90 E093		107	3X21/4_AL/FE	2239	26260	4	2	0.1	565	19.97	2.6	565	5.3
107 E147		108	3X21/4_AL/FE	532	26792	1	1	0.0	565	19.97	2.6	565	5.5
108		109	M-KISKO	1	26793	1	0	0.0	565	19.97	2.6	565	5.5
109		110 M197	M-KISKO	1	26794	1	0	0.0	565	19.97	2.6	565	5.5
108		111	3X21/4_AL/FE	949	27741	1	0	0.0	236	19.96	2.6	565	5.9
111		112	M-KISKO	1	27742	1	0	0.0	236	19.96	2.6	565	5.9
112		113 M147	M-KISKO	1	27743	1	0	0.0	236	19.96	2.6	565	5.9
107		114	AA132	100	26360	3	1	0.0	601	19.97	2.6	565	5.3
114		115	M-KISKO	1	26361	1	0	0.0	602	19.97	2.6	565	5.3
115		116 M093	M-KISKO	1	26362	1	0	0.0	602	19.97	2.6	565	5.3
114		117	3X21/4_AL/FE	1576	27936	2	1	0.0	236	19.96	2.6	565	5.9
117		118	AA132	102	28038	1	0	0.0	235	19.96	2.6	565	5.9
118		119	M-KISKO	1	28039	1	0	0.0	135	19.96	2.6	565	5.9
119		120 M242	M-KISKO	1	28040	1	0	0.0	135	19.96	2.6	565	5.9
118		121	3X21/4_AL/FE	650	28688	0	0	0.0	236	19.96	2.6	565	6.2
121		122	3X21/4_AL/FE	1587	30275	0	0	0.0	236	19.96	2.6	565	6.8
122		123	M-KISKO	1	30276	0	0	0.0	236	19.96	2.6	565	6.8
123		124 M167	M-KISKO	1	30277	0	0	0.0	236	19.96	2.6	565	6.8
121		125	M-KISKO	1	28689	0	0	0.0	565	19.96	2.6	565	6.2
125		126 M058	M-KISKO	1	28690	0	0	0.0	565	19.96	2.6	565	6.2
117 E058		127	3X21/4_AL/FE	477	28413	1	1	0.0	565	19.96	2.6	565	6.1
127		128	3X21/4_AL/FE	1792	30205	1	1	0.0	565	19.96	2.6	565	6.8
128		129	M-KISKO	1	30206	0	0	0.0	565	19.96	2.6	565	6.8
129		130 M259	M-KISKO	1	30207	0	0	0.0	565	19.96	2.6	565	6.8
128		131	3X21/4_AL/FE	1687	31892	1	1	0.0	565	19.95	2.7	565	7.4
131		132	3X21/4_AL/FE	951	32843	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	7.8
132		133	M-KISKO	1	32844	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	7.8
133		134 M226	M-KISKO	1	32845	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	7.8
132		135	3X21/4_AL/FE	955	33798	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	8.1
135		136	M-KISKO	1	33799	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	8.1
136		137 M145	M-KISKO	1	33800	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	8.1
135		138	3X21/4_AL/FE	1424	35222	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	8.6
138		139	M-KISKO	1	35223	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	8.6
139		140 M042	M-KISKO	1	35224	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	8.6
138		141	3X21/4_AL/FE	1489	36711	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	9.2
141		142	M-KISKO	1	36712	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	9.2
142		143 M146	M-KISKO	1	36713	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	9.2
141		144	3X21/4_AL/FE	1216	37927	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	9.6
144		145	M-KISKO	1	37928	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	9.6
145		146 M063	M-KISKO	1	37929	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	9.6
144		147 E063	3X21/4_AL/FE	2085	40012	0	0	0.0	19.95	2.7	565	9.2	
131 E041		148	3X21/4_AL/FE	501	32393	1	0	0.0	565	19.95	2.7	565	7.6
148		149	M-KISKO	1	32394	0	0	0.0	565	19.95	2.7	565	7.6
149		150 M041	M-KISKO	1	32395	0	0	0.0	565	19.95	2.7	565	7.6
148		151	3X21/4_AL/FE	978	33371	0	0	0.0	565	19.95	2.7	565	7.9
151		152	M-KISKO	1	33372	0	0	0.0	565	19.95	2.7	565	7.9
152		153 M227	M-KISKO	1	33373	0	0	0.0	565	19.95	2.7	565	7.9
82 E027		154	3X21/4_AL/FE	1938	22788	0	0	0.0	565	20.00	2.4	565	4.7
154		155	AA132	18	22806	0	0	0.0	565	20.00	2.4	565	4.7
155		156	M-KISKO	1	22807	0	0	0.0	565	20.00	2.4	565	4.7
156		157 M027	M-KISKO	1	22808	0	0	0.0	565	20.00	2.4	565	4.7
26		158	AA132	182	9474	6	1	0.0	565	20.23	1.3	565	1.1
158		159	M-KISKO	1	9475	0	0	0.0	565	20.23	1.3	565	1.1
159		160 M235	M-KISKO	1	9476	0	0	0.0	565	20.23	1.3	565	1.1
158		161	AA132	179	9653	6	1	0.0	565	20.23	1.3	565	1.2
161		162	M-KISKO	1	9654	2	0	0.0	565	20.23	1.3	565	1.2
162		163 M112	M-KISKO	1	9655	2	0	0.0	565	20.23	1.3	565	1.2
161		164	AA132	355	10008	2	0	0.0	565	20.23	1.3	565	1.2
164		165	M-KISKO	1	10009	0	0	0.0	154	20.23	1.3	565	0.9
165		166 M208	M-KISKO	1	10010	0	0	0.0	20.23	1.3	565	0.9	
164		167	AA132	425	10433	2	0	0.0	565	20.23	1.3	565	1.2
167		168	M-KISKO	1	10434	2	0	0.0	565	20.23	1.3	565	1.2
168		169 M169	M-KISKO	1	10435	2	0	0.0	565	20.23	1.3	565	1.2
161 E118		170	3XV34/6_AL/F	997	10650	2	1	0.0	565	20.22	1.3	565	1.4
170		171	M-KISKO	1	10651	1	0	0.0	565	20.22	1.3	565	1.4
171		172 M118	M-KISKO	1	10652	1	0	0.0	565	20.22	1.3	565	1.4
170		173	3XV34/6_AL/F	878	11528	1	0	0.0	565	20.22	1.4	565	1.6
173		174	M-KISKO	1	11529	1	0	0.0	565	20.22	1.4	565	1.6
174		175 M258	M-KISKO	1	11530	1	0	0.0	565	20.22	1.4	565	1.6
22		176	AA132	67	8546	2	0	0.0	565	20.26	1.2	565	0.9
176		177	M-KISKO	1	8547	2	0	0.0	565	20.26	1.2	565	0.9
177		178 M014	M-KISKO	1	8548	2	0	0.0	565	20.26	1.2	565	0.9
18		179	Bantam_osa	963	8552	1	1	0.0	565	20.30	1.0	565	0.8
179		180	3XV34/6_AL/F	194	8746	1	1	0.0	565	20.30	1.0	565	0.8
180		181	M-KISKO	1	8747	1	0	0.0	565	20.30	1.0	565	0.8
181		182 M016	M-KISKO	1	8748	1	0	0.0	565	20.30	1.0	565	0.8
17		183	AA132	471	7624	6	1	0.0	565	20.32	0.9	565	0.7
183		184	M-KISKO	1	7625	6	1	0.0	565	20.32	0.9	565	0.7
184		185 M120	M-KISKO	1	7626	6	1	0.0	565	20.32	0.9	565	0.7
16		186	3XV34/6_AL/F	676	6844	9	4	0.2	235	20.34	0.8	565	0.7
186		187	M-KISKO	1	6845	6	1	0.0	135	20.34	0.8	565	0.7
187		188 M087	M-KISKO	1	6846	6	1	0.0	135	20.34	0.8	565	0.7
186 E		189	3XV34/6_AL/F	6841	13685	5	2	0.1	565	20.28	1.1	565	2.3
189		190	3XV34/6_AL/F	87	13772	5	2	0.1	565	20.28	1.1	565	2.3
190		191	3X21/4_AL/FE	1743	15515	5	3	0.1	565	20.26	1.2	565	3.0
191		192	M-KISKO	1	15516	0	0	0.0	236	20.26	1.2	565	3.0
192		193 M139	M-KISKO	1	15517	0	0	0.0	236	20.26	1.2	565	3.0
191		194	AA132	682	16197	5	1	0.0	565	20.26	1.2	565	3.0
194		195	M-KISKO	1	16198	1	0	0.0	565	20.26	1.2	565	3.0
195		196 M098	M-KISKO	1	16199	1	0	0.0	565	20.26	1.2	565	3.0
194		197	AA132	3068	19265	5	1	0.0	565	20.25	1.2	565	3.3

197	198	M-KISKO	1	19266	0	0	0.0	236	20.25	1.2	565	3.3
198	199 M099	M-KISKO	1	19267	0	0	0.0	236	20.25	1.2	565	3.3
197	200	3X21/4_AL/FE	1629	20894	5	3	0.1	565	20.24	1.3	565	3.9
200 E257	201	3X21/4_AL/FE	320	21214	0	0	0.0	236	20.24	1.3	565	4.0
201	202	M-KISKO	1	21215	0	0	0.0	236	20.24	1.3	565	4.0
202	203 M257	M-KISKO	1	21216	0	0	0.0	236	20.24	1.3	565	4.0
200	204 E047	3X21/4_AL/FE	95	20989	5	3	0.1	565	20.23	1.3	565	3.9
204	205	M-KISKO	1	20990	0	0	0.0	236	20.23	1.3	565	3.9
205	206 M047	M-KISKO	1	20991	0	0	0.0	236	20.23	1.3	565	3.9
204 E046	207	3X21/4_AL/FE	1594	22583	3	2	0.0	565	20.22	1.4	565	4.5
207	208	M-KISKO	1	22584	0	0	0.0	236	20.22	1.4	565	4.5
208	209 M132	M-KISKO	1	22585	0	0	0.0	236	20.22	1.4	565	4.5
207	210	3X21/4_AL/FE	2124	24707	3	2	0.0	565	20.21	1.4	565	5.3
210	211	M-KISKO	1	24708	1	0	0.0	236	20.21	1.4	565	5.3
211	212 M046	M-KISKO	1	24709	1	0	0.0	236	20.21	1.4	565	5.3
210	213	3X21/4_AL/FE	20	24727	3	2	0.0	565	20.21	1.4	565	5.3
213 E127	214	3X21/4_AL/FE	1692	26419	3	2	0.0	565	20.20	1.5	565	5.9
214	215	M-KISKO	1	26420	0	0	0.0	236	20.20	1.5	565	5.9
215	216 M127	M-KISKO	1	26421	0	0	0.0	236	20.20	1.5	565	5.9
214	217	3X21/4_AL/FE	1587	28006	2	1	0.0	565	20.19	1.5	565	6.5
217	218	M-KISKO	1	28007	1	0	0.0	565	20.19	1.5	565	6.5
218	219 M044	M-KISKO	1	28008	1	0	0.0	565	20.19	1.5	565	6.5
217	220	3X21/4_AL/FE	1217	29223	2	1	0.0	565	20.18	1.5	565	6.9
220	221	M-KISKO	1	29224	1	0	0.0	565	20.18	1.5	565	6.9
221	222 M209	M-KISKO	1	29225	1	0	0.0	565	20.18	1.5	565	6.9
220	223	3X21/4_AL/FE	713	29936	0	0	0.0	565	20.18	1.5	565	7.2
223	224	M-KISKO	1	29937	0	0	0.0	565	20.18	1.5	565	7.2
224	225 M043	M-KISKO	1	29938	0	0	0.0	565	20.18	1.5	565	7.2
223	226	3X21/4_AL/FE	1923	31859	0	0	0.0	236	20.18	1.5	565	7.9
226	227	M-KISKO	1	31860	0	0	0.0	236	20.18	1.5	565	7.9
227	228 M111	M-KISKO	1	31861	0	0	0.0	236	20.18	1.5	565	7.9
213	229	3X21/4_AL/FE	1780	26507	0	0	0.0	236	20.21	1.4	565	5.9
229	230	M-KISKO	1	26508	0	0	0.0	236	20.21	1.4	565	5.9
230	231 M126	M-KISKO	1	26509	0	0	0.0	236	20.21	1.4	565	5.9
229	232	AA132	1197	27704	0	0	0.0	235	20.21	1.4	565	6.0
232	233	M-KISKO	1	27705	0	0	0.0	235	20.21	1.4	565	6.0
233	234 M045	M-KISKO	1	27706	0	0	0.0	235	20.21	1.4	565	6.0
204 E048	235	3X21/4_AL/FE	2359	23348	1	1	0.0	565	20.23	1.3	565	4.8
235	236	M-KISKO	1	23349	1	0	0.0	565	20.23	1.3	565	4.8
236	237 M048	M-KISKO	1	23350	1	0	0.0	565	20.23	1.3	565	4.8
235	238	3X21/4_AL/FE	815	24163	1	1	0.0	565	20.22	1.3	565	5.1
238	239	M-KISKO	1	24164	0	0	0.0	236	20.22	1.3	565	5.1
239	240 M128	M-KISKO	1	24165	0	0	0.0	236	20.22	1.3	565	5.1
238	241	3X21/4_AL/FE	1884	26047	1	1	0.0	565	20.22	1.4	565	5.7
241	242	M-KISKO	1	26048	1	0	0.0	565	20.22	1.4	565	5.7
242	243 M110	M-KISKO	1	26049	1	0	0.0	565	20.22	1.4	565	5.7
12	244	3XV34/6_AL/F	424	5989	0	0	0.0	565	20.36	0.7	565	0.6
244	245	M-KISKO	1	5990	0	0	0.0	565	20.36	0.7	565	0.6
245	246 M061	M-KISKO	1	5991	0	0	0.0	565	20.36	0.7	565	0.6
244	247	3XV34/6_AL/F	1743	7732	0	0	0.0	236	20.36	0.7	565	1.0
247	248	M-KISKO	1	7733	0	0	0.0	236	20.36	0.7	565	1.0
248	249 M142A	M-KISKO	1	7734	0	0	0.0	236	20.36	0.7	565	1.0

Huomautuskoodien selitykset

A - I &gt; taloudellinen rajavirta

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

L Ä H T Ö: Itäpuoli

S Ä H K Ö A S E M A: KYTKEMÖ

Muuntaja: TVM

Mitoitusjännite (kV): 21.0

Muuntajan mitoitusaste (MVA): 10

LASKENTAJÄNNITE : Jokaiselta päämuuntajalta  
 JÄNNITEKERROIN IKMIN-LASKENNASSA : 0.95  
 JÄNNITEKERROIN IKMAX-LASKENNASSA : 1.00  
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMAX-LASKENTA : 20  
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMIN-LASKENTA : 40  
 OLETUSJOHTOLAJITIE TOJA : Ei tarvittu

## 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 (%)
Itäpuoli	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	1.764	3.106	3.313	0.858	999		0

## 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)
1														

OIKOSULKUKESTOISUUS YLITETTY (sarake A),

LÄHTÖ: Itäpuoli

YLISUURI I&gt;-ASETTELU IKMIN: IIN NÄHDEN (sarake C),

LÄHTÖ: Itäpuoli

EI LAUKAISUA KAKSIVAIHEISESSA OIKOSULUSSA,

LÄHTÖ: Itäpuoli

JOHTOPITUUDET	Avo Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu Eimäär	Summa		
LÄHTÖ: Itäpuoli	13839	0	1934	0	1850	0	0	17623
KOKO VERKKO:	13839	0	1934	0	1850	0	0	17623

## 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 : Itäpuoli															
VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET															
1	2	AHXAMK-W_3X1	20	20	1.8	3.1	3.31	2.72	999	0			999.00	0.00	0.00
2	3	E016 AA132	1536	1556	2.1	3.6	3.31	2.31	999	0			999.00	0.00	0.00
3	4	AA132	56	1612	2.1	3.7	2.82	2.30	999	0			999.00	0.00	0.00
4	5	E188 3X54/9_AL/FE	194	1806	2.3	3.7	2.80	2.24	999	0			999.00	0.00	0.00
4	6	AA132	305	1917	2.2	3.8	2.80	2.23	999	0			999.00	0.00	0.00
6	7	M-KISKO	1	1918	2.2	3.8	2.72	2.23	999	0			999.00	0.00	0.00
7	8	M233 M-KISKO	1	1919	2.2	3.8	2.72	2.23	999	0			999.00	0.00	0.00
6	9	PAS_3X120_RE	1006	2923	2.5	4.0	2.72	2.04	999	0			999.00	0.00	0.00
9	10	M-KISKO	1	2924	2.5	4.0	2.50	2.04	999	0			999.00	0.00	0.00
10	11	M018 M-KISKO	1	2925	2.5	4.0	2.50	2.04	999	0			999.00	0.00	0.00
9	12	AA132	1036	3959	2.8	4.4	2.50	1.87	999	0			999.00	0.00	0.00
12	13	M-KISKO	1	3960	2.8	4.4	2.29	1.87	999	0			999.00	0.00	0.00
13	14	M204 M-KISKO	1	3961	2.8	4.4	2.29	1.87	999	0			999.00	0.00	0.00
12	15	AA132	55	4014	2.8	4.4	2.29	1.86	999	0			999.00	0.00	0.00
15	16	AHXAMK-W_3X1	103	4117	2.8	4.4	2.28	1.85	999	0			999.00	0.00	0.00
16	17	AHXAMK-W_3X1	246	4363	2.9	4.5	2.27	1.83	999	0			999.00	0.00	0.00
17	18	AHXAMK-W_3X1	266	4629	3.0	4.5	2.25	1.81	999	0			999.00	0.00	0.00
18	19	AA132	46	4675	3.0	4.5	2.22	1.80	999	0			999.00	0.00	0.00
19	20	M-KISKO	1	4676	3.0	4.5	2.21	1.80	999	0			999.00	0.00	0.00
20	21	M116 M-KISKO	1	4677	3.0	4.5	2.21	1.80	999	0			999.00	0.00	0.00
19	22	AA132	176	4851	3.0	4.6	2.21	1.78	999	0			999.00	0.00	0.00
22	23	AA132	156	5007	3.0	4.6	2.18	1.76	999	0			999.00	0.00	0.00
23	24	AHXAMK-W_3X1	53	5060	3.1	4.6	2.16	1.75	999	0			999.00	0.00	0.00
24	25	AA132	553	5613	3.2	4.8	2.15	1.68	999	0			999.00	0.00	0.00
25	26	M-KISKO	1	5614	3.2	4.8	2.07	1.68	999	0			999.00	0.00	0.00
26	27	M017 M-KISKO	1	5615	3.2	4.8	2.07	1.68	999	0			999.00	0.00	0.00
25	28	AA132	490	6103	3.3	5.0	2.07	1.63	999	0			999.00	0.00	0.00
28	29	M-KISKO	1	6104	3.3	5.0	2.00	1.63	999	0			999.00	0.00	0.00
29	30	M193 M-KISKO	1	6105	3.3	5.0	2.00	1.63	999	0			999.00	0.00	0.00
28	31	AA132	69	6172	3.3	5.0	2.00	1.62	999	0			999.00	0.00	0.00
31	32	AHXAMK-W_3X1	145	6317	3.4	5.0	1.99	1.61	999	0			999.00	0.00	0.00
32	33	E193 AHXAMK-W_3X1	129	6446	3.4	5.1	1.98	1.60	999	0			999.00	0.00	0.00
33	34	AA132	233	6679	3.5	5.1	1.96	1.57	999	0			999.00	0.00	0.00
34	35	M-KISKO	1	6680	3.5	5.1	1.93	1.57	999	0			999.00	0.00	0.00
35	36	M151 M-KISKO	1	6681	3.5	5.1	1.93	1.57	999	0			999.00	0.00	0.00
34	37	AA132	707	7386	3.6	5.4	1.93	1.50	999	0			999.00	0.00	0.00
37	38	M-KISKO	1	7387	3.6	5.4	1.85	1.50	999	0			999.00	0.00	0.00
38	39	M011 M-KISKO	1	7388	3.6	5.4	1.85	1.50	999	0			999.00	0.00	0.00
37	40	E011 AA132	285	7671	3.7	5.5	1.85	1.48	999	0			999.00	0.00	0.00
40	41	E089 3X54/9_AL/FE	370	8041	3.9	5.6	1.81	1.42	999	0			999.00	0.00	0.00
41	42	M-KISKO	1	8042	3.9	5.6	1.75	1.42	999	0			999.00	0.00	0.00
42	43	M194 M-KISKO	1	8043	3.9	5.6	1.75	1.42	999	0			999.00	0.00	0.00
41	44	3X54/9_AL/FE	860	8901	4.4	5.9	1.75	1.32	999	0			999.00	0.00	0.00
44	45	M-KISKO	1	8902	4.4	5.9	1.63	1.32	999	0			999.00	0.00	0.00
45	46	M089 M-KISKO	1	8903	4.4	5.9	1.63	1.32	999	0			999.00	0.00	0.00
44	47	3X54/9_AL/FE	750	9651	4.8	6.2	1.63	1.24	999	0			999.00	0.00	0.00
47	48	3X54/9_AL/FE	83	9734	4.9	6.2	1.53	1.23	999	0			999.00	0.00	0.00
48	49	M-KISKO	1	9735	4.9	6.2	1.52	1.23	999	0			999.00	0.00	0.00
49	50	M180 M-KISKO	1	9736	4.9	6.2	1.52	1.23	999	0			999.00	0.00	0.00
48	51	3X54/9_AL/FE	960	10694	5.4	6.6	1.52	1.14	999	0			999.00	0.00	0.00
51	52	M-KISKO	1	10695	5.4	6.6	1.41	1.14	999	0			999.00	0.00	0.00
52	53	M010 M-KISKO	1	10696	5.4	6.6	1.41	1.14	999	0			999.00	0.00	0.00
51	54	3X54/9_AL/FE	656	11350	5.8	6.8	1.41	1.09	999	0			999.00	0.00	0.00
54	55	M-KISKO	1	11351	5.8	6.8	1.35	1.09	999	0			999.00	0.00	0.00
55	56	M198 M-KISKO	1	11352	5.8	6.8	1.35	1.09	999	0			999.00	0.00	0.00
54	57	3X54/9_AL/FE	773	12123	6.3	7.1	1.35	1.03	999	0			999.00	0.00	0.00
57	58	3X54/9_AL/FE	502	12625	6.5	7.3	1.28	0.99	999	0			999.00	0.00	0.00
58	59	M-KISKO	1	12626	6.5	7.3	1.24	0.99	999	0			999.00	0.00	0.00
59	60	M241 M-KISKO	1	12627	6.5	7.3	1.24	0.99	999	0			999.00	0.00	0.00
58	61	3X54/9_AL/FE	369	12994	6.8	7.4	1.24	0.97	999	0			999.00	0.00	0.00
61	62	3X54/9_AL/FE	670	13664	7.1	7.7	1.21	0.93	999	0			999.00	0.00	0.00
62	63	M-KISKO	1	13665	7.1	7.7	1.16	0.93	999	0			999.00	0.00	0.00
63	64	M165 M-KISKO	1	13666	7.1	7.7	1.16	0.93	999	0			999.00	0.00	0.00
62	65	E075 3X54/9_AL/FE	320	13984	7.3	7.8	1.16	0.91	999	0			999.00	0.00	0.00
65	66	PAS_3X70_REK	477	14461	7.6	7.9	1.14	0.89	999	0			999.00	0.00	0.00
66	67	PAS_3X70_REK	220	14681	7.7	8.0	1.11	0.88	999	0			999.00	0.00	0.00
67	68	PAS_3X70_REK	147	14828	7.8	8.1	1.09	0.87	999	0			999.00	0.00	0.00
68	69	M-KISKO	1	14829	7.8	8.1	1.09	0.87	999	0			999.00	0.00	0.00
69	70	M201 M-KISKO	1	14830	7.8	8.1	1.09	0.87	999	0			999.00	0.00	0.00
67	71	E238 3X85/14_AL/F	194	14875	7.8	8.1	1.09	0.87	999	0			999.00	0.00	0.00
71	72	AHXAMK-W_3X1	172	15047	7.8	8.1	1.09	0.86	999	0			999.00	0.00	0.00
72	73	M-KISKO	1	15048	7.8	8.1	1.08	0.86	999	0			999.00	0.00	0.00
73	74	AHXAMK-W_3X1	308	15356	7.9	8.1	1.08	0.86	999	0			999.00	0.00	0.00
74	75	M-KISKO	1	15357	7.9	8.1	1.07	0.86	999	0			999.00	0.00	0.00
75	76	M260 M-KISKO	1	15358	7.9	8.1	1.07	0.86	999	0			999.00	0.00	0.00
73	77	M238 M-KISKO	1	15049	7.8	8.1	1.08	0.86	999	0			999.00	0.00	0.00
66	78	M-KISKO	1	14462	7.6	7.9	1.11	0.89	999	0			999.00	0.00	0.00
78	79	M203 M-KISKO	1	14463	7.6	7.9	1.11	0.89	999	0			999.00	0.00	0.00

65	80	3X54/9_AL/FE	154	14138	7.4	7.9	1.14	0.90	999	0	999.00	0.00	0.00
80	81	M-KISKO	1	14139	7.4	7.9	1.12	0.90	999	0	999.00	0.00	0.00
81	82	M075 M-KISKO	1	14140	7.4	7.9	1.12	0.90	999	0	999.00	0.00	0.00
80	83	3X54/9_AL/FE	41	14179	7.4	7.9	1.12	0.90	999	0	999.00	0.00	0.00
83	84	3X54/9_AL/FE	45	14224	7.5	7.9	1.12	0.90	999	0	999.00	0.00	0.00
84	85	3X54/9_AL/FE	198	14422	7.6	8.0	1.12	0.89	999	0	999.00	0.00	0.00
85	86	AHXAMK-W_3X1	101	14523	7.6	8.0	1.11	0.88	999	0	999.00	0.00	0.00
86	87	M-KISKO	1	14524	7.6	8.0	1.10	0.88	999	0	999.00	0.00	0.00
87	88	M230 M-KISKO	1	14525	7.6	8.0	1.10	0.88	999	0	999.00	0.00	0.00
84	E125 89	AHXAMK-W_3X1	391	14615	7.6	7.9	1.12	0.89	999	0	999.00	0.00	0.00
89	90	M-KISKO	1	14616	7.6	7.9	1.11	0.89	999	0	999.00	0.00	0.00
90	91	M125 M-KISKO	1	14617	7.6	7.9	1.11	0.89	999	0	999.00	0.00	0.00
61	92	3X54/9_AL/FE	101	13095	6.8	7.5	1.21	0.96	999	0	999.00	0.00	0.00
92	93	M-KISKO	1	13096	6.8	7.5	1.20	0.96	999	0	999.00	0.00	0.00
93	94	M054 M-KISKO	1	13097	6.8	7.5	1.20	0.96	999	0	999.00	0.00	0.00
57	95	3X54/9_AL/FE	140	12263	6.3	7.2	1.28	1.02	999	0	999.00	0.00	0.00
95	96	M-KISKO	1	12264	6.3	7.2	1.27	1.02	999	0	999.00	0.00	0.00
96	97	M157 M-KISKO	1	12265	6.3	7.2	1.27	1.02	999	0	999.00	0.00	0.00
54	98	3X54/9_AL/FE	198	11548	5.9	6.9	1.35	1.07	999	0	999.00	0.00	0.00
47	99	3X54/9_AL/FE	298	9949	5.0	6.3	1.53	1.21	999	0	999.00	0.00	0.00
40	100	E010 3X54/9_AL/FE	260	7931	3.8	5.6	1.81	1.44	999	0	999.00	0.00	0.00

## K J - T E H O N J A K O L A S K E N T A - A I K A V Ä L I

L Ä H T Ö: Itäpuoli  
S Ä H K Ö A S E M A: KYTKEMÖ  
Muuntaja: TVM  
Mitoitusjännite (kV): 21.0  
Muuntajan mitoitusaste (MVA): 10

KIRJASTO : SLYIND95  
OLETUSJOHTOLAJITIE TOJA : Käytettiin  
TILASTOLLINEN VARMUUS : Laskenta ilman hajontoja (0.000)  
KUORMITUKSEN KASVUKERROIN : 1.00  
LASKENTAJÄNNITE : Syöttävältä muuntajalta  
PÄIVÄTYYPPI : Kalenterin mukaan  
ENSIMMÄINEN LASKETTU TUNTI : 1.1.2014 13:00  
VIIMEINEN LASKETTU TUNTI : 14.4.2014 13:00

## 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) (€)	K(Eh) (€)	K(yht) (€)
Verkko		25	19.81	3.36	56.97	44.40	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 (%)
Itäpuoli	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	66	2231	19.81	379	9197			

JOHTOPITUUDET	Avo	Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
LÄHTÖ: Itäpuoli	13839	0	1934	0	1850	0	0	17623
KOKO VERKKO:	13839	0	1934	0	1850	0	0	17623

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

KUORMITUS	JÄNNITE	HUOM	I	K-aste (%)	Ph (kW/km)	Aika	U (kV)	Uh (%)	Aika	Uhk (%/MW)
Alkusolmun tunnus	Loppusolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	(A)	(%)	(kW/km)	(kV)	(%)	(%/MW)

L Ä H T Ö : Itäpuoli

## VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXAMK-W_3X1	20	20	66	20	2.2	602	20.50	0.0	602	0.0
2	3	E016 AA132	1536	1556	66	13	2.8	602	20.45	0.3	602	0.1
3	4	AA132	56	1612	66	13	2.8	602	20.44	0.3	602	0.1
4	5	E188 3X54/9_AL/FE	194	1806	0	0	0.0	20.44	0.3	602	0.1	
4	6	AA132	305	1917	66	13	2.8	602	20.43	0.3	602	0.2
6	7	M-KISKO	1	1918	0	0	0.0	236	20.43	0.3	602	0.2
7	8	M233 M-KISKO	1	1919	0	0	0.0	236	20.43	0.3	602	0.2
6	9	PAS_3X120_RE	1006	2923	66	15	3.7	602	20.39	0.5	602	0.2
9	10	M-KISKO	1	2924	1	0	0.0	236	20.39	0.5	602	0.2
10	11	M018 M-KISKO	1	2925	1	0	0.0	236	20.39	0.5	602	0.2
9	12	AA132	1036	3959	65	13	2.7	602	20.36	0.7	602	0.3
12	13	M-KISKO	1	3960	1	0	0.0	565	20.36	0.7	602	0.3
13	14	M204 M-KISKO	1	3961	1	0	0.0	565	20.36	0.7	602	0.3
12	15	AA132	55	4014	65	13	2.7	602	20.35	0.7	602	0.3
15	16	AHXAMK-W_3X1	103	4117	65	24	3.2	602	20.35	0.7	602	0.3
16	17	AHXAMK-W_3X1	246	4363	65	25	3.2	602	20.34	0.8	602	0.4
17	18	AHXAMK-W_3X1	266	4629	65	25	3.2	602	20.33	0.8	602	0.4
18	19	AA132	46	4675	65	13	2.7	602	20.33	0.8	602	0.4
19	20	M-KISKO	1	4676	2	0	0.0	565	20.33	0.8	602	0.4

20	21	M116	M-KISKO	1	4677	2	0	0.0	565	20.33	0.8	602	0.4
19	22		AA132	176	4851	64	13	2.7	602	20.33	0.8	602	0.4
22	23		AA132	156	5007	64	13	2.7	602	20.32	0.9	602	0.4
23	24		AHXAMK-W_3X1	53	5060	64	24	3.1	602	20.32	0.9	602	0.4
24	25		AA132	553	5613	64	13	2.7	602	20.30	1.0	602	0.5
25	26		M-KISKO	1	5614	1	0	0.0	565	20.30	1.0	602	0.5
26	27	M017	M-KISKO	1	5615	1	0	0.0	565	20.30	1.0	602	0.5
25	28		AA132	490	6103	64	13	2.6	602	20.28	1.1	602	0.5
28	29		M-KISKO	1	6104	4	0	0.0	565	20.28	1.1	602	0.5
29	30	M193	M-KISKO	1	6105	4	0	0.0	565	20.28	1.1	602	0.5
28	31		AA132	69	6172	63	13	2.5	602	20.28	1.1	602	0.5
31	32		AHXAMK-W_3X1	145	6317	63	24	2.9	602	20.28	1.1	602	0.5
32	33	E193	AHXAMK-W_3X1	129	6446	63	24	2.9	602	20.27	1.1	602	0.5
33	34		AA132	233	6679	63	13	2.5	602	20.27	1.1	602	0.5
34	35		M-KISKO	1	6680	2	0	0.0	565	20.27	1.1	602	0.5
35	36	M151	M-KISKO	1	6681	2	0	0.0	565	20.27	1.1	602	0.5
34	37		AA132	707	7386	62	13	2.5	602	20.24	1.3	602	0.6
37	38		M-KISKO	1	7387	3	0	0.0	565	20.24	1.3	602	0.6
38	39	M011	M-KISKO	1	7388	3	0	0.0	565	20.24	1.3	602	0.6
37	40	E011	AA132	285	7671	61	12	2.4	602	20.23	1.3	602	0.6
40	E089	41	3X54/9_AL/FE	370	8041	61	22	5.8	602	20.21	1.4	602	0.7
41	42		M-KISKO	1	8042	3	0	0.0	565	20.21	1.4	602	0.7
42	43	M194	M-KISKO	1	8043	3	0	0.0	565	20.21	1.4	602	0.7
41	44		3X54/9_AL/FE	860	8901	60	21	5.6	604	20.16	1.7	602	0.8
44	45		M-KISKO	1	8902	4	0	0.0	565	20.16	1.7	602	0.8
45	46	M089	M-KISKO	1	8903	4	0	0.0	565	20.16	1.7	602	0.8
44	47		3X54/9_AL/FE	750	9651	59	21	5.3	604	20.11	1.9	602	1.0
47	48		3X54/9_AL/FE	83	9734	59	21	5.3	604	20.10	1.9	602	1.0
48	49		M-KISKO	1	9735	1	0	0.0	565	20.10	1.9	602	1.0
49	50	M180	M-KISKO	1	9736	1	0	0.0	565	20.10	1.9	602	1.0
48	51		3X54/9_AL/FE	960	10694	59	21	5.3	604	20.05	2.2	602	1.1
51	52		M-KISKO	1	10695	2	0	0.0	565	20.05	2.2	602	1.1
52	53	M010	M-KISKO	1	10696	2	0	0.0	565	20.05	2.2	602	1.1
51	54		3X54/9_AL/FE	656	11350	58	21	5.1	604	20.01	2.4	602	1.2
54	55		M-KISKO	1	11351	0	0	0.0	236	20.01	2.4	602	1.2
55	56	M198	M-KISKO	1	11352	0	0	0.0	236	20.01	2.4	602	1.2
54	57		3X54/9_AL/FE	773	12123	58	21	5.1	604	19.96	2.6	602	1.4
57	58		3X54/9_AL/FE	502	12625	57	20	4.9	604	19.93	2.8	602	1.5
58	59		M-KISKO	1	12626	1	0	0.0	565	19.93	2.8	602	1.5
59	60	M241	M-KISKO	1	12627	1	0	0.0	565	19.93	2.8	602	1.5
58	61		3X54/9_AL/FE	369	12994	57	20	4.9	604	19.91	2.9	602	1.5
61	62		3X54/9_AL/FE	670	13664	56	20	4.8	604	19.87	3.1	602	1.6
62	63		M-KISKO	1	13665	4	0	0.0	565	19.87	3.1	602	1.6
63	64	M165	M-KISKO	1	13666	4	0	0.0	565	19.87	3.1	602	1.6
62	65	E075	3X54/9_AL/FE	320	13984	55	20	4.6	604	19.85	3.2	604	1.7
65	66		PAS_3X70_REK	477	14461	46	15	3.0	607	19.83	3.3	604	1.8
66	67		PAS_3X70_REK	220	14681	46	15	3.0	607	19.82	3.3	604	1.8
67	68		PAS_3X70_REK	147	14828	2	1	0.0	604	19.82	3.3	604	1.8
68	69		M-KISKO	1	14829	2	0	0.0	604	19.82	3.3	604	1.8
69	70	M201	M-KISKO	1	14830	2	0	0.0	604	19.82	3.3	604	1.8
67	71	E238	3X85/14_AL/F	194	14875	44	12	1.9	607	19.81	3.3	604	1.8
71	72		AHXAMK-W_3X1	172	15047	44	17	1.4	607	19.81	3.4	604	1.8
72	73		M-KISKO	1	15048	44	4	0.0	607	19.81	3.4	604	1.8
73	74		AHXAMK-W_3X1	308	15356	0	0	0.0	154	19.81	3.4	604	1.4
74	75		M-KISKO	1	15357	0	0	0.0	154	19.81	3.4	604	1.4
75	76	M260	M-KISKO	1	15358	0	0	0.0	154	19.81	3.4	604	1.4
73	77	M238	M-KISKO	1	15049	44	4	0.0	607	19.81	3.4	604	1.8
66	78		M-KISKO	1	14462	1	0	0.0	565	19.83	3.3	604	1.8
78	79	M203	M-KISKO	1	14463	1	0	0.0	565	19.83	3.3	604	1.8
65	80		3X54/9_AL/FE	154	14138	12	4	0.2	537	19.85	3.2	604	1.7
80	81		M-KISKO	1	14139	2	0	0.0	236	19.85	3.2	604	1.7
81	82	M075	M-KISKO	1	14140	2	0	0.0	236	19.85	3.2	604	1.7
80	83		3X54/9_AL/FE	41	14179	10	4	0.2	537	19.85	3.2	604	1.7
83	84		3X54/9_AL/FE	45	14224	10	4	0.2	537	19.85	3.2	604	1.7
84	85		3X54/9_AL/FE	198	14422	5	2	0.0	565	19.85	3.2	604	1.8
85	86		AHXAMK-W_3X1	101	14523	5	2	0.0	565	19.85	3.2	604	1.8
86	87		M-KISKO	1	14524	5	0	0.0	565	19.85	3.2	604	1.8
87	88	M230	M-KISKO	1	14525	5	0	0.0	565	19.85	3.2	604	1.8
84	E125	89	AHXAMK-W_3X1	391	14615	8	3	0.0	236	19.85	3.2	604	1.8
89	90		M-KISKO	1	14616	8	1	0.0	236	19.85	3.2	604	1.8
90	91	M125	M-KISKO	1	14617	8	1	0.0	236	19.85	3.2	604	1.8
61	92		3X54/9_AL/FE	101	13095	2	1	0.0	565	19.91	2.9	602	1.5
92	93		M-KISKO	1	13096	2	0	0.0	565	19.91	2.9	602	1.5
93	94	M054	M-KISKO	1	13097	2	0	0.0	565	19.91	2.9	602	1.5
57	95		3X54/9_AL/FE	140	12263	2	1	0.0	565	19.96	2.6	602	1.4
95	96		M-KISKO	1	12264	2	0	0.0	565	19.96	2.6	602	1.4
96	97	M157	M-KISKO	1	12265	2	0	0.0	565	19.96	2.6	602	1.4
54	98		3X54/9_AL/FE	198	11548	0	0	0.0	20.01	2.4	602	1.0	
47	99		3X54/9_AL/FE	298	9949	0	0	0.0	20.11	1.9	602	0.7	
40	100	E010	3X54/9_AL/FE	260	7931	0	0	0.0	20.23	1.3	602	0.5	

Huomautuskoodien selitykset

A - I &gt; taloudellinen rajavirta

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

L Ä H T Ö: Vähäjoki

S Ä H K Ö A S E M A: KYTKEMÖ

Muuntaja: TVM

Mitoitusjännite (kV): 21.0

Muuntajan mitoitus-teho (MVA): 10

LASKENTAJÄNNITE : Jokaiselta pääuuntajalta  
 JÄNNITEKERROIN IKMIN-LASKENNASSA : 0.95  
 JÄNNITEKERROIN IKMAX-LASKENNASSA : 1.00  
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMAX-LASKENTA : 20  
 JOHDINLÄMPÖTILA (°C), IKMIN-LASKENTA : 40  
 OLETUSJOHTOLAJITIEETOJA : Ei tarvittu

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 (%)
Vähäjoki	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	1.764	3.106	3.313	0.208	999	?	0

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	Porras	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)
1	120													

OIKOSULKUKESTOISUUS YLITETTY (sarake A), LÄHTÖ: Vähäjoki  
 YLISUURI I>-ASETTELU IKMIN:IIN NÄHDEN (sarake C), LÄHTÖ: Vähäjoki  
 EI LAUKAISUA KAKSIVAIHEISSESSA OIKOSULUSSA, LÄHTÖ: Vähäjoki

JOHTOPITUUDET	Avo Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu	Eimäär	Summa
LÄHTÖ: Vähäjoki	81261	0	198	0	678	0	0 82137
KOKO VERKKO:	81261	0	198	0	678	0	0 82137

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 : Vähäjoki

VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET

1	2	AHXAMK-W_3X1	22	22	1.8	3.1	3.31	2.72	999	0			999.00	0.00	0.00
2	3	3X85/14_AL/F	1965	1987	2.5	3.8	3.31	2.14	999	0			999.00	0.00	0.00
3	4	3XV34/6_AL/F	131	2118	2.6	3.9	2.62	2.09	999	0			999.00	0.00	0.00
4	5	3XV34/6_AL/F	53	2171	2.7	3.9	2.56	2.07	999	0			999.00	0.00	0.00
5	6	M-KISKO	1	2172	2.7	3.9	2.54	2.07	999	0			999.00	0.00	0.00
6	7	M163 M-KISKO	1	2173	2.7	3.9	2.54	2.07	999	0			999.00	0.00	0.00
4	8	3XV34/6_AL/F	445	2563	3.0	4.0	2.56	1.94	999	0			999.00	0.00	0.00
8	9	3XV34/6_AL/F	122	2685	3.1	4.1	2.38	1.90	999	0			999.00	0.00	0.00
9	E073 10	3XV34/6_AL/F	1201	3886	4.2	4.5	2.33	1.57	999	0			999.00	0.00	0.00
10	11	3X21/4_AL/FE	34	3920	4.3	4.5	1.95	1.56	999	0			999.00	0.00	0.00
11	12	3X21/4_AL/FE	1251	5171	6.1	5.0	1.94	1.23	999	0			999.00	0.00	0.00
12	13	3X21/4_AL/FE	1133	6304	7.7	5.5	1.54	1.03	999	0			999.00	0.00	0.00
13	14	M-KISKO	1	6305	7.7	5.5	1.30	1.03	999	0			999.00	0.00	0.00
14	15	M224 M-KISKO	1	6306	7.7	5.5	1.30	1.03	999	0			999.00	0.00	0.00
13	16	3X21/4_AL/FE	710	7014	8.8	5.8	1.30	0.93	999	0			999.00	0.00	0.00
16	17	3X21/4_AL/FE	49	7063	8.9	5.8	1.17	0.92	999	0			999.00	0.00	0.00
17	18	M-KISKO	1	7064	8.9	5.8	1.17	0.92	999	0			999.00	0.00	0.00
18	19	M029 M-KISKO	1	7065	8.9	5.8	1.17	0.92	999	0			999.00	0.00	0.00
17	20	E133 3X54/9_AL/FE	965	8028	9.4	6.2	1.17	0.87	999	0			999.00	0.00	0.00
20	E034 21	3X21/4_AL/FE	1308	9336	11.3	6.7	1.10	0.74	999	0			999.00	0.00	0.00
21	22	3X21/4_AL/FE	462	9798	12.0	6.9	0.94	0.70	999	0			999.00	0.00	0.00
22	23	M-KISKO	1	9799	12.0	6.9	0.90	0.70	999	0			999.00	0.00	0.00
23	24	M210 M-KISKO	1	9800	12.0	6.9	0.90	0.70	999	0			999.00	0.00	0.00
22	25	3X21/4_AL/FE	1164	10962	13.7	7.3	0.90	0.63	999	0			999.00	0.00	0.00
25	E172 26	3X21/4_AL/FE	2248	13210	17.0	8.2	0.80	0.52	999	0			999.00	0.00	0.00
26	27	M-KISKO	1	13211	17.0	8.2	0.66	0.52	999	0			999.00	0.00	0.00
27	28	M172 M-KISKO	1	13212	17.0	8.2	0.66	0.52	999	0			999.00	0.00	0.00
25	E113 29	3X21/4_AL/FE	27	10989	13.7	7.3	0.80	0.63	999	0			999.00	0.00	0.00
29	30	M-KISKO	1	10990	13.7	7.3	0.80	0.63	999	0			999.00	0.00	0.00
30	31	M113 M-KISKO	1	10991	13.7	7.3	0.80	0.63	999	0			999.00	0.00	0.00
29	32	3X21/4_AL/FE	2199	13188	16.9	8.2	0.80	0.52	999	0			999.00	0.00	0.00
32	33	M-KISKO	1	13189	16.9	8.2	0.66	0.52	999	0			999.00	0.00	0.00
33	34	M123 M-KISKO	1	13190	16.9	8.2	0.66	0.52	999	0			999.00	0.00	0.00
32	35	3X21/4_AL/FE	2787	15975	21.0	9.3	0.66	0.42	999	0			999.00	0.00	0.00
35	36	M-KISKO	1	15976	21.0	9.3	0.55	0.42	999	0			999.00	0.00	0.00
36	37	M035 M-KISKO	1	15977	21.0	9.3	0.55	0.42	999	0			999.00	0.00	0.00
35	38	3X21/4_AL/FE	2372	18347	24.5	10.3	0.55	0.37	999	0			999.00	0.00	0.00
38	39	3X21/4_AL/FE	56	18403	24.5	10.3	0.47	0.37	999	0			999.00	0.00	0.00
39	E159 40	3X21/4_AL/FE	2950	21353	28.8	11.5	0.47	0.31	999	0			999.00	0.00	0.00
40	41	M-KISKO	1	21354	28.8	11.5	0.41	0.31	999	0			999.00	0.00	0.00
41	42	M076 M-KISKO	1	21355	28.8	11.5	0.41	0.31	999	0			999.00	0.00	0.00
39	43	3X21/4_AL/FE	1276	19679	26.4	10.8	0.47	0.34	999	0			999.00	0.00	0.00
43	E080 44	3X54/9_AL/FE	545	20224	26.7	11.0	0.44	0.34	999	0			999.00	0.00	0.00
44	45	M-KISKO	1	20225	26.7	11.0	0.44	0.34	999	0			999.00	0.00	0.00
45	46	M080 M-KISKO	1	20226	26.7	11.0	0.44	0.34	999	0			999.00	0.00	0.00
44	47	3X21/4_AL/FE	1908	22132	29.5	11.7	0.44	0.31	999	0			999.00	0.00	0.00
47	48	M-KISKO	1	22133	29.5	11.7	0.40	0.31	999	0			999.00	0.00	0.00
48	49	M137 M-KISKO	1	22134	29.5	11.7	0.40	0.31	999	0			999.00	0.00	0.00
47	E137 50	3X21/4_AL/FE	969	23101	30.9	12.1	0.40	0.29	999	0			999.00	0.00	0.00
50	E138 51	3X21/4_AL/FE	1600	24701	33.2	12.8	0.38	0.27	999	0			999.00	0.00	0.00



141	144	3X21/4_AL/FE	765	11990	15.2	7.7	0.78	0.57	999	0	999.00	0.00	0.00
144	145	M-KISKO	1	11991	15.2	7.7	0.73	0.57	999	0	999.00	0.00	0.00
145	146 M104	M-KISKO	1	11992	15.2	7.7	0.73	0.57	999	0	999.00	0.00	0.00
144	147	3X21/4_AL/FE	756	12746	16.3	8.0	0.73	0.54	999	0	999.00	0.00	0.00
147	148	M-KISKO	1	12747	16.3	8.0	0.69	0.54	999	0	999.00	0.00	0.00
148	149 M223	M-KISKO	1	12748	16.3	8.0	0.69	0.54	999	0	999.00	0.00	0.00
147	150	3X21/4_AL/FE	800	13546	17.5	8.3	0.69	0.50	999	0	999.00	0.00	0.00
150	151	M-KISKO	1	13547	17.5	8.3	0.65	0.50	999	0	999.00	0.00	0.00
151	152 M031	M-KISKO	1	13548	17.5	8.3	0.65	0.50	999	0	999.00	0.00	0.00
150	153	3X21/4_AL/FE	2151	15697	20.6	9.2	0.65	0.43	999	0	999.00	0.00	0.00
153	154	M-KISKO	1	15698	20.6	9.2	0.56	0.43	999	0	999.00	0.00	0.00
154	155 M187	M-KISKO	1	15699	20.6	9.2	0.56	0.43	999	0	999.00	0.00	0.00
153	156	3X21/4_AL/FE	984	16681	22.0	9.6	0.56	0.41	999	0	999.00	0.00	0.00
156	157	M-KISKO	1	16682	22.0	9.6	0.52	0.41	999	0	999.00	0.00	0.00
157	158 M032	M-KISKO	1	16683	22.0	9.6	0.52	0.41	999	0	999.00	0.00	0.00
156	159	3X21/4_AL/FE	2892	19573	26.2	10.7	0.52	0.34	999	0	999.00	0.00	0.00
159	160	M-KISKO	1	19574	26.2	10.7	0.44	0.34	999	0	999.00	0.00	0.00
160	161 M084	M-KISKO	1	19575	26.2	10.7	0.44	0.34	999	0	999.00	0.00	0.00
159	162	3X21/4_AL/FE	1563	21136	28.5	11.4	0.44	0.32	999	0	999.00	0.00	0.00
162	163	3X21/4_AL/FE	1346	22482	30.5	11.9	0.41	0.30	999	0	999.00	0.00	0.00
163	164	3X21/4_AL/FE	733	23215	31.6	12.2	0.38	0.29	999	0	999.00	0.00	0.00
164	165	M-KISKO	1	23216	31.6	12.2	0.37	0.29	999	0	999.00	0.00	0.00
165	166 M171	M-KISKO	1	23217	31.6	12.2	0.37	0.29	999	0	999.00	0.00	0.00
163	167	M-KISKO	1	22483	30.5	11.9	0.38	0.30	999	0	999.00	0.00	0.00
167	168 M114	M-KISKO	1	22484	30.5	11.9	0.38	0.30	999	0	999.00	0.00	0.00
162	169	M-KISKO	1	21137	28.5	11.4	0.41	0.32	999	0	999.00	0.00	0.00
169	170 M033	M-KISKO	1	21138	28.5	11.4	0.41	0.32	999	0	999.00	0.00	0.00
16	171	3X21/4_AL/FE	1636	8650	11.2	6.4	1.17	0.76	999	0	999.00	0.00	0.00
171	172	M-KISKO	1	8651	11.2	6.4	0.96	0.76	999	0	999.00	0.00	0.00
172	173 M143	M-KISKO	1	8652	11.2	6.4	0.96	0.76	999	0	999.00	0.00	0.00
12	E162	174 AHXAMK-W_3X1	176	5347	6.1	5.1	1.54	1.22	999	0	999.00	0.00	0.00
174	175	M-KISKO	1	5348	6.1	5.1	1.53	1.22	999	0	999.00	0.00	0.00
175	176 M162	M-KISKO	1	5349	6.1	5.1	1.53	1.22	999	0	999.00	0.00	0.00
10	177	3X21/4_AL/FE	86	3972	4.3	4.6	1.95	1.54	999	0	999.00	0.00	0.00
177	178	M-KISKO	1	3973	4.3	4.6	1.92	1.54	999	0	999.00	0.00	0.00
178	179 M073	M-KISKO	1	3974	4.3	4.6	1.92	1.54	999	0	999.00	0.00	0.00
9	180	M-KISKO	1	2686	3.1	4.1	2.33	1.90	999	0	999.00	0.00	0.00
180	181 M019	M-KISKO	1	2687	3.1	4.1	2.33	1.90	999	0	999.00	0.00	0.00
9	E019	182 3X54/9_AL/FE	1204	3889	3.8	4.5	2.33	1.65	999	0	999.00	0.00	0.00
182	183	M-KISKO	1	3890	3.8	4.5	2.04	1.65	999	0	999.00	0.00	0.00
183	184 M173	M-KISKO	1	3891	3.8	4.5	2.04	1.65	999	0	999.00	0.00	0.00
182	185	3X54/9_AL/FE	741	4630	4.2	4.8	2.04	1.52	999	0	999.00	0.00	0.00
185	186	3X54/9_AL/FE	270	4900	4.4	4.9	1.89	1.48	999	0	999.00	0.00	0.00
186	187	M-KISKO	1	4901	4.4	4.9	1.84	1.48	999	0	999.00	0.00	0.00
187	188 M228	M-KISKO	1	4902	4.4	4.9	1.84	1.48	999	0	999.00	0.00	0.00
186	189	3X54/9_AL/FE	671	5571	4.8	5.1	1.84	1.39	999	0	999.00	0.00	0.00
189	190	M-KISKO	1	5572	4.8	5.1	1.72	1.39	999	0	999.00	0.00	0.00
190	191 M066	M-KISKO	1	5573	4.8	5.1	1.72	1.39	999	0	999.00	0.00	0.00
189	192	3X54/9_AL/FE	858	6429	5.3	5.4	1.72	1.28	999	0	999.00	0.00	0.00
192	193	M-KISKO	1	6430	5.3	5.4	1.60	1.28	999	0	999.00	0.00	0.00
193	194 M188	M-KISKO	1	6431	5.3	5.4	1.60	1.28	999	0	999.00	0.00	0.00
3	195	3XV34/6_AL/F	885	2872	3.3	4.1	2.62	1.84	999	0	999.00	0.00	0.00
195	196	M-KISKO	1	2873	3.3	4.1	2.27	1.84	999	0	999.00	0.00	0.00
196	197 M053	M-KISKO	1	2874	3.3	4.1	2.27	1.84	999	0	999.00	0.00	0.00
195	198 E052	AA132	436	3308	3.4	4.3	2.27	1.78	999	0	999.00	0.00	0.00

## K J - T E H O N J A K O L A S K E N T A - A I K A V Ä L I

L Ä H T Ö: Vähäjoki  
S Ä H K Ö A S E M A: KYTKEMÖ  
Muuntaja: TVM  
Mitoitusjännite (kV): 21.0  
Muuntajan mitoitusteho (MVA): 10

KIRJASTO : SLYIND95  
OLETUSJOHTOLAJITTIETOJA : Käytettiin  
TILASTOLLINEN VARMUUS : Laskenta ilman hajontoja (0.000)  
KUORMITUKSEN KASVUKERROIN : 1.00  
LASKENTAJÄNNITE : Syöttävältä muuntajalta  
PÄIVÄTYYPPI : Kalenterin mukaan  
ENSIMMÄINEN LASKETTU TUNTI : 1.1.2014 13:00  
VIIMEINEN LASKETTU TUNTI : 14.4.2014 13:00

## 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) (€)	K(Eh) (€)	K(yht) (€)
Verkko		22	19.81	3.35	21.47	9.42	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 1km (MWh)	Energia (MWh)	A (%)	B (%)	C (%)
Vähäjoki	KYTKEMÖ	TVM	21.0	20.5	40	1361	19.81	248	3407			

JOHTOPITUUDET	Avo Riippu	Maa	Vesi	PAS	Muu Eimäär	Summa
LÄHTÖ: Vähäjoki	81261	0	198	0	678	0 0 82137
KOKO VERKKO:	81261	0	198	0	678	0 0 82137

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

K U O R M I T U S	J Ä N N I T E	H U O M											
Alkusuolmun tunnus	Loppusuolmun tunnus	Johtolaji	Pit (m)	Etäis (m)	I (A)	K-aste (%)	Ph (kw/km)	Aika	U (kV)	Uh (%)	Aika	Uhk (%/MW)	A
L Ä H T Ö : V ä h ä j o k i													
VIIMEISIMMÄN LASKENNAN TULOKSET													
1	2	AHXAMK-W_3X1	22	22	40	12	0.8	565	20.50	0.0	565	0.0	
2	3	3X85/14_AL/F	1965	1987	40	11	1.6	565	20.44	0.3	565	0.2	
3	4	3XV34/6_AL/F	131	2118	38	18	3.7	565	20.44	0.3	565	0.2	
4	5	3XV34/6_AL/F	53	2171	2	1	0.0	565	20.44	0.3	565	0.3	
5	6	M-KISKO	1	2172	2	0	0.0	565	20.44	0.3	565	0.3	
6	7	M163 M-KISKO	1	2173	2	0	0.0	565	20.44	0.3	565	0.3	
4	8	3XV34/6_AL/F	445	2563	37	18	3.4	565	20.41	0.4	565	0.3	
8	9	3XV34/6_AL/F	122	2685	37	18	3.4	565	20.40	0.5	565	0.4	
9	E073 10	3XV34/6_AL/F	1201	3886	34	16	2.9	565	20.34	0.8	565	0.7	
10	11	3X21/4_AL/FE	34	3920	34	22	4.6	565	20.34	0.8	565	0.7	
11	12	3X21/4_AL/FE	1251	5171	34	22	4.5	565	20.23	1.3	565	1.1	
12	13	3X21/4_AL/FE	1133	6304	16	11	1.1	565	20.19	1.5	565	1.6	
13	14	M-KISKO	1	6305	1	0	0.0	236	20.19	1.5	565	1.6	
14	15	M224 M-KISKO	1	6306	1	0	0.0	236	20.19	1.5	565	1.6	
13	16	3X21/4_AL/FE	710	7014	16	10	1.0	565	20.16	1.6	565	1.8	
16	17	3X21/4_AL/FE	49	7063	16	10	1.0	565	20.16	1.7	565	1.8	
17	18	M-KISKO	1	7064	0	0	0.0	565	20.16	1.7	565	1.8	
18	19	M029 M-KISKO	1	7065	0	0	0.0	565	20.16	1.7	565	1.8	
17	20	E133 3X54/9_AL/FE	965	8028	15	6	0.4	565	20.15	1.7	565	2.0	
20	E034 21	3X21/4_AL/FE	1308	9336	10	6	0.4	565	20.12	1.9	565	2.5	
21	22	3X21/4_AL/FE	462	9798	10	6	0.4	565	20.10	1.9	565	2.6	
22	23	M-KISKO	1	9799	0	0	0.0	236	20.10	1.9	565	2.6	
23	24	M210 M-KISKO	1	9800	0	0	0.0	236	20.10	1.9	565	2.6	
22	25	3X21/4_AL/FE	1164	10962	10	6	0.4	565	20.08	2.1	565	3.1	
25	E172 26	3X21/4_AL/FE	2248	13210	2	1	0.0	565	20.07	2.1	565	3.9	
26	27	M-KISKO	1	13211	2	0	0.0	565	20.07	2.1	565	3.9	
27	28	M172 M-KISKO	1	13212	2	0	0.0	565	20.07	2.1	565	3.9	
25	E113 29	3X21/4_AL/FE	27	10989	8	5	0.2	565	20.08	2.1	565	3.1	
29	30	M-KISKO	1	10990	1	0	0.0	565	20.08	2.1	565	3.1	
30	31	M113 M-KISKO	1	10991	1	0	0.0	565	20.08	2.1	565	3.1	
29	32	3X21/4_AL/FE	2199	13188	7	5	0.2	565	20.04	2.2	565	3.9	
32	33	M-KISKO	1	13189	0	0	0.0	236	20.04	2.2	565	3.9	
33	34	M123 M-KISKO	1	13190	0	0	0.0	236	20.04	2.2	565	3.9	
32	35	3X21/4_AL/FE	2787	15975	7	5	0.2	565	19.99	2.5	565	5.0	
35	36	M-KISKO	1	15976	0	0	0.0	236	19.99	2.5	565	5.0	
36	37	M035 M-KISKO	1	15977	0	0	0.0	236	19.99	2.5	565	5.0	
35	38	3X21/4_AL/FE	2372	18347	7	5	0.2	565	19.96	2.7	565	5.9	
38	39	3X21/4_AL/FE	56	18403	7	4	0.2	565	19.95	2.7	565	5.9	
39	E159 40	3X21/4_AL/FE	2950	21353	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	7.0	
40	41	M-KISKO	1	21354	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	7.0	
41	42	M076 M-KISKO	1	21355	0	0	0.0	236	19.95	2.7	565	7.0	
39	43	3X21/4_AL/FE	1276	19679	7	4	0.2	565	19.93	2.8	565	6.4	
43	E080 44	3X54/9_AL/FE	545	20224	7	2	0.1	565	19.93	2.8	565	6.5	
44	45	M-KISKO	1	20225	1	0	0.0	565	19.93	2.8	565	6.5	
45	46	M080 M-KISKO	1	20226	1	0	0.0	565	19.93	2.8	565	6.5	
44	47	3X21/4_AL/FE	1908	22132	6	4	0.1	565	19.90	2.9	565	7.2	
47	48	M-KISKO	1	22133	1	0	0.0	565	19.90	2.9	565	7.2	
48	49	M137 M-KISKO	1	22134	1	0	0.0	565	19.90	2.9	565	7.2	
47	E137 50	3X21/4_AL/FE	969	23101	5	3	0.1	565	19.89	3.0	565	7.6	
50	E138 51	3X21/4_AL/FE	1600	24701	0	0	0.0	236	19.89	3.0	565	8.2	
51	52	M-KISKO	1	24702	0	0	0.0	236	19.89	3.0	565	8.2	
52	53	M138 M-KISKO	1	24703	0	0	0.0	236	19.89	3.0	565	8.2	
50	54	3X21/4_AL/FE	988	24089	5	3	0.1	565	19.88	3.0	565	7.9	
54	55	M-KISKO	1	24090	0	0	0.0	236	19.88	3.0	565	7.9	
55	56	M038 M-KISKO	1	24091	0	0	0.0	236	19.88	3.0	565	7.9	
54	57	3X21/4_AL/FE	273	24362	5	3	0.1	565	19.88	3.0	565	8.1	
57	E148 58	3X21/4_AL/FE	580	24942	1	1	0.0	236	19.88	3.0	565	8.3	
58	59	M-KISKO	1	24943	0	0	0.0	236	19.88	3.0	565	8.3	
59	60	M148 M-KISKO	1	24944	0	0	0.0	236	19.88	3.0	565	8.3	
58	61	3X21/4_AL/FE	1267	26209	1	1	0.0	236	19.87	3.1	565	8.7	
61	62	3X54/9_AL/FE	31	26240	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	8.8	
62	63	M-KISKO	1	26241	0	0	0.0	565	19.87	3.1	565	8.8	
63	64	M039 M-KISKO	1	26242	0	0	0.0	565	19.87	3.1	565	8.8	
62	E149 65	3X21/4_AL/FE	2044	28284	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.5	
65	66	M-KISKO	1	28285	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.5	
66	67	M149 M-KISKO	1	28286	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.5	
65	68	3X21/4_AL/FE	978	29262	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.9	
68	69	M-KISKO	1	29263	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.9	
69	70	M040 M-KISKO	1	29264	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.9	
68	71	PAS_3X70_REK	678	29940	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	10.0	
71	E252 72	3XV34/6_AL/F	631	30571	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	10.1	
72	73	3XV34/6_AL/F	1154	31725	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	10.4	
73	74	M-KISKO	1	31726	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	10.4	
74	75	M252 M-KISKO	1	31727	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	10.4	
61	76	3X21/4_AL/FE	1450	27659	1	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.3	
76	77	M-KISKO	1	27660	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.3	
77	78	M100 M-KISKO	1	27661	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.3	

76	79	3X54/9_AL/FE	63	27722	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.3
79	80	3X21/4_AL/FE	1622	29344	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.9
80	81	M-KISKO	1	29345	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.9
81	82	M115 M-KISKO	1	29346	0	0	0.0	236	19.87	3.1	565	9.9
79	83	3X21/4_AL/FE	1578	29300	0	0	0.0	565	19.87	3.1	565	9.9
83	84	M-KISKO	1	29301	0	0	0.0	565	19.87	3.1	565	9.9
84	85	M109 M-KISKO	1	29302	0	0	0.0	565	19.87	3.1	565	9.9
57	86	3X54/9_AL/FE	63	24425	5	2	0.0	565	19.88	3.0	565	8.1
86	87	M-KISKO	1	24426	0	0	0.0	236	19.88	3.0	565	8.1
87	88	M068 M-KISKO	1	24427	0	0	0.0	236	19.88	3.0	565	8.1
86	89	E069 3X21/4_AL/FE	867	25292	5	3	0.1	565	19.87	3.1	565	8.4
89	90	M-KISKO	1	25293	0	0	0.0	565	19.87	3.1	565	8.4
90	91	M184 M-KISKO	1	25294	0	0	0.0	565	19.87	3.1	565	8.4
89	92	3X21/4_AL/FE	913	26205	4	3	0.1	565	19.86	3.1	565	8.7
92	93	M-KISKO	1	26206	0	0	0.0	236	19.86	3.1	565	8.7
93	94	M229 M-KISKO	1	26207	0	0	0.0	236	19.86	3.1	565	8.7
92	95	3X21/4_AL/FE	1260	27465	4	3	0.1	565	19.84	3.2	565	9.2
95	96	M-KISKO	1	27466	1	0	0.0	565	19.84	3.2	565	9.2
96	97	M069 M-KISKO	1	27467	1	0	0.0	565	19.84	3.2	565	9.2
95	98	3X21/4_AL/FE	1128	28593	4	2	0.0	565	19.84	3.2	565	9.7
98	99	3X54/9_AL/FE	801	29394	4	1	0.0	565	19.83	3.3	565	9.8
99	100	3X21/4_AL/FE	648	30042	3	2	0.0	565	19.83	3.3	565	10.1
100	101	3X54/9_AL/FE	1022	31064	3	1	0.0	565	19.82	3.3	565	10.2
101	102	3X21/4_AL/FE	941	32005	3	2	0.0	565	19.82	3.3	565	10.6
102	103	M-KISKO	1	32006	2	0	0.0	565	19.82	3.3	565	10.6
103	104	M071 M-KISKO	1	32007	2	0	0.0	565	19.82	3.3	565	10.6
102	105	3X21/4_AL/FE	1213	33218	1	1	0.0	565	19.81	3.3	565	11.0
105	106	M-KISKO	1	33219	1	0	0.0	565	19.81	3.3	565	11.0
106	107	M192 M-KISKO	1	33220	1	0	0.0	565	19.81	3.3	565	11.0
101	108	M-KISKO	1	31065	0	0	0.0	565	19.82	3.3	565	10.2
108	109	M190 M-KISKO	1	31066	0	0	0.0	565	19.82	3.3	565	10.2
100	110	M-KISKO	1	30043	0	0	0.0	565	19.83	3.3	565	10.1
110	111	M070 M-KISKO	1	30044	0	0	0.0	565	19.83	3.3	565	10.1
99	112	M-KISKO	1	29395	0	0	0.0	236	19.83	3.3	565	9.8
112	113	M189 M-KISKO	1	29396	0	0	0.0	236	19.83	3.3	565	9.8
98	114	M-KISKO	1	28594	0	0	0.0	236	19.84	3.2	565	9.7
114	115	M256 M-KISKO	1	28595	0	0	0.0	236	19.84	3.2	565	9.7
43	E085 116	3X21/4_AL/FE	546	20225	0	0	0.0	236	19.93	2.8	565	6.6
116	E140 117	3X21/4_AL/FE	677	20902	0	0	0.0	236	19.93	2.8	565	6.8
117	118	3X54/9_AL/FE	1880	22782	0	0	0.0	236	19.93	2.8	565	7.1
118	119	M-KISKO	1	22783	0	0	0.0	236	19.93	2.8	565	7.1
119	120	M037 M-KISKO	1	22784	0	0	0.0	236	19.93	2.8	565	7.1
117	121	M-KISKO	1	20903	0	0	0.0	236	19.93	2.8	565	6.8
121	122	M140 M-KISKO	1	20904	0	0	0.0	236	19.93	2.8	565	6.8
116	123	3X21/4_AL/FE	2523	22748	0	0	0.0	565	19.93	2.8	565	7.5
123	124	M-KISKO	1	22749	0	0	0.0	565	19.93	2.8	565	7.5
124	125	M085 M-KISKO	1	22750	0	0	0.0	565	19.93	2.8	565	7.5
38	126	M-KISKO	1	18348	0	0	0.0	236	19.96	2.7	565	5.9
126	127	M036 M-KISKO	1	18349	0	0	0.0	236	19.96	2.7	565	5.9
21	128	3X21/4_AL/FE	293	9629	0	0	0.0	236	20.12	1.9	565	2.6
128	129	M-KISKO	1	9630	0	0	0.0	236	20.12	1.9	565	2.6
129	130	M034 M-KISKO	1	9631	0	0	0.0	236	20.12	1.9	565	2.6
20	E030 131	3X21/4_AL/FE	1462	9490	6	4	0.1	565	20.13	1.8	565	2.5
131	132	M-KISKO	1	9491	1	0	0.0	565	20.13	1.8	565	2.5
132	133	M030 M-KISKO	1	9492	1	0	0.0	565	20.13	1.8	565	2.5
131	134	3X21/4_AL/FE	464	9954	4	3	0.1	565	20.12	1.8	565	2.7
134	E168 135	3X21/4_AL/FE	470	10424	0	0	0.0	565	20.12	1.8	565	2.9
135	136	3X21/4_AL/FE	1453	11877	0	0	0.0	236	20.12	1.8	565	3.4
136	137	M-KISKO	1	11878	0	0	0.0	236	20.12	1.8	565	3.4
137	138	M168 M-KISKO	1	11879	0	0	0.0	236	20.12	1.8	565	3.4
135	139	M-KISKO	1	10425	0	0	0.0	565	20.12	1.8	565	2.9
139	140	M222 M-KISKO	1	10426	0	0	0.0	565	20.12	1.8	565	2.9
134	141	3X21/4_AL/FE	1271	11225	4	3	0.1	565	20.11	1.9	565	3.2
141	142	M-KISKO	1	11226	0	0	0.0	565	20.11	1.9	565	3.2
142	143	M103 M-KISKO	1	11227	0	0	0.0	565	20.11	1.9	565	3.2
141	144	3X21/4_AL/FE	765	11990	4	2	0.1	565	20.10	1.9	565	3.5
144	145	M-KISKO	1	11991	0	0	0.0	236	20.10	1.9	565	3.5
145	146	M104 M-KISKO	1	11992	0	0	0.0	236	20.10	1.9	565	3.5
144	147	3X21/4_AL/FE	756	12746	4	2	0.1	565	20.10	2.0	565	3.7
147	148	M-KISKO	1	12747	1	0	0.0	565	20.10	2.0	565	3.7
148	149	M223 M-KISKO	1	12748	1	0	0.0	565	20.10	2.0	565	3.7
147	150	3X21/4_AL/FE	800	13546	3	2	0.0	565	20.09	2.0	565	4.0
150	151	M-KISKO	1	13547	0	0	0.0	565	20.09	2.0	565	4.0
151	152	M031 M-KISKO	1	13548	0	0	0.0	565	20.09	2.0	565	4.0
150	153	3X21/4_AL/FE	2151	15697	2	2	0.0	565	20.08	2.1	565	4.8
153	154	M-KISKO	1	15698	0	0	0.0	236	20.08	2.1	565	4.8
154	155	M187 M-KISKO	1	15699	0	0	0.0	236	20.08	2.1	565	4.8
153	156	3X21/4_AL/FE	984	16681	2	2	0.0	565	20.07	2.1	565	5.2
156	157	M-KISKO	1	16682	0	0	0.0	565	20.07	2.1	565	5.2
157	158	M032 M-KISKO	1	16683	0	0	0.0	565	20.07	2.1	565	5.2
156	159	3X21/4_AL/FE	2892	19573	2	1	0.0	565	20.06	2.1	565	6.3
159	160	M-KISKO	1	19574	0	0	0.0	236	20.06	2.1	565	6.3
160	161	M084 M-KISKO	1	19575	0	0	0.0	236	20.06	2.1	565	6.3
159	162	3X21/4_AL/FE	1563	21136	2	1	0.0	565	20.05	2.2	565	6.8
162	163	3X21/4_AL/FE	1346	22482	1	1	0.0	565	20.05	2.2	565	7.3
163	164	3X21/4_AL/FE	733	23215	1	1	0.0	565	20.05	2.2	565	7.6
164	165	M-KISKO	1	23216	1	0	0.0	565	20.05	2.2	565	7.6
165	166	M171 M-KISKO	1	23217	1	0	0.0	565	20.05	2.2	565	7.6
163	167	M-KISKO	1	22483	0	0	0.0	565	20.05	2.2	565	7.3
167	168	M114 M-KISKO	1	22484	0	0	0.0	565	20.05	2.2	565	7.3
162	169	M-KISKO	1	21137	1	0	0.0	565	20.05	2.2	565	6.8
169	170	M033 M-KISKO	1	21138	1	0	0.0	565	20.05	2.2	565	6.8

16	171	3X21/4_AL/FE	1636	8650	0	0	0.0	565	20.16	1.7	565	2.4	
171	172	M-KISKO	1	8651	0	0	0.0	565	20.16	1.7	565	2.4	
172	173 M143	M-KISKO	1	8652	0	0	0.0	565	20.16	1.7	565	2.4	
12	E162	174	AHXAMK-W_3X1	176	5347	18	7	0.2	565	20.23	1.3	565	1.1
174	175	M-KISKO	1	5348	18	2	0.0	565	20.23	1.3	565	1.1	
175	176 M162	M-KISKO	1	5349	18	2	0.0	565	20.23	1.3	565	1.1	
10	177	3X21/4_AL/FE	86	3972	0	0	0.0	565	20.34	0.8	565	0.7	
177	178	M-KISKO	1	3973	0	0	0.0	565	20.34	0.8	565	0.7	
178	179 M073	M-KISKO	1	3974	0	0	0.0	565	20.34	0.8	565	0.7	
9	180	M-KISKO	1	2686	2	0	0.0	565	20.40	0.5	565	0.4	
180	181 M019	M-KISKO	1	2687	2	0	0.0	565	20.40	0.5	565	0.4	
9	E019	182	3X54/9_AL/FE	1204	3889	1	0	0.0	565	20.40	0.5	565	0.6
182	183	M-KISKO	1	3890	1	0	0.0	565	20.40	0.5	565	0.6	
183	184 M173	M-KISKO	1	3891	1	0	0.0	565	20.40	0.5	565	0.6	
182	185	3X54/9_AL/FE	741	4630	1	0	0.0	236	20.40	0.5	565	0.7	
185	186	3X54/9_AL/FE	270	4900	1	0	0.0	236	20.40	0.5	565	0.7	
186	187	M-KISKO	1	4901	0	0	0.0	565	20.40	0.5	565	0.7	
187	188 M228	M-KISKO	1	4902	0	0	0.0	565	20.40	0.5	565	0.7	
186	189	3X54/9_AL/FE	671	5571	0	0	0.0	236	20.40	0.5	565	0.8	
189	190	M-KISKO	1	5572	0	0	0.0	236	20.40	0.5	565	0.8	
190	191 M066	M-KISKO	1	5573	0	0	0.0	236	20.40	0.5	565	0.8	
189	192	3X54/9_AL/FE	858	6429	0	0	0.0	154	20.40	0.5	565	0.8	
192	193	M-KISKO	1	6430	0	0	0.0	154	20.40	0.5	565	0.8	
193	194 M188	M-KISKO	1	6431	0	0	0.0	20.40	0.5	565	0.8		
3	195	3XV34/6_AL/F	885	2872	1	1	0.0	236	20.44	0.3	565	0.4	
195	196	M-KISKO	1	2873	1	0	0.0	236	20.44	0.3	565	0.4	
196	197 M053	M-KISKO	1	2874	1	0	0.0	236	20.44	0.3	565	0.4	
195	198 E052	AA132	436	3308	0	0	0.0	20.44	0.3	565	0.4		

Huomautuskoodien selitykset

A - I > taloudellinen rajavirta