

Henry Glad

# Kiinteistön sähköverkon laskenta ja dokumentointi mitoitusohjelmaa hyödyntäen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

13.9.2013

Tekijä Otsikko	Henry Glad Kiinteistön sähköverkon laskenta ja dokumentointi mitoitusohjelmaa hyödyntäen
Sivumäärä Aika	32 sivua + 4 liitettä 13.9.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennusten sähkö- ja tietotekniikka
Ohjaajat	lehtori Jarno Nurmio sähkösuunnittelija Marko Stenman
<p>Insinöörityön tarkoituksena oli tutustua kiinteistön sähköverkon mitoitukseen siihen tarkoitettulla FebDok-sähköverkon mitoitusohjelmalla. Tavoitteena oli oppia käyttämään ohjelmaa ja pohtia sen soveltuvuutta Pöyry Finland Oy:n Toimisto ja liikerakentaminen -tiimin tarpeisiin. Lisäksi tarkasteltiin ohjelman tuottamia dokumentteja ja pohdittiin mahdollisia kehitysehdotuksia niihin.</p> <p>Insinöörityötä varten FebDokilla mallinnettiin erään suunnittelukohteen sähköverkko, joka oli etukäteen mitoitettu alustavasti. Mallinnuksella tarkasteltiin vaatimusten täyttymistä ja sähköverkon toiminnan tarkoituksenmukaista toimintaa. Tulokset osoittivat, että vaatimukset täyttyvät ja verkko toimii tarkoitettulla tavalla. FebDokin käyttö todettiin selväpiirteiseksi ja helpoksi. Insinöörityötä varten tehdyissä laskelmissa todettiin, että myös käsinlaskentaa joudutaan käyttämään, jotta mitoitus saadaan tehtyä.</p> <p>Ohjelman tuottamien dokumenttien tarkastelun myötä todettiin, että FebDokilla saadaan tuotettua kattavat ja selkeät laskelmat kiinteistön sähköverkon mitoituksesta. Tarkastelun myötä annettiin sähkösuunnittelijan näkemyksiä siihen, miten tulosteista voitaisiin tehdä lukijaa paremmin palvelevat.</p> <p>Lopputuotteena saatiin tuotettua SFS 6000 -standardin vaatimat dokumentit suunnittelukohteen sähköverkon mitoituksesta. Insinöörityö toimii raporttina Pöyry Finland Oy:lle ja sen perusteella tullaan harkitsemaan ohjelman käyttöönottoa yrityksessä. Työssä on pohdittu kehitysehdotuksia ohjelmaan ja sen tuottamiin dokumentteihin, joita Sähköinfo Oy voi huomioida ohjelman kehittämisessä.</p>	
Avainsanat	FebDok, mitoitus, suunnittelu

Author Title	Henry Glad Calculation software in the dimensioning and documentation of electrical installations of a property
Number of Pages Date	32 pages + 4 appendices 13 <sup>th</sup> September 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Jarno Nurmio, Senior Lecturer Marko Stenman, Design Engineer
<p>The purpose of this final year project was to get acquainted with measuring a property's electrical installations with a program designed for the purpose. The goal was to learn to use the programme and to review its suitability for the use of a company. The documents produced by the program were also analysed and improvements suggested.</p> <p>Electrical installations of a project were modeled, on one hand, to learn to use the programme, and on the other hand, to observe if the designed electrical installations fulfilled requirements. The results indicated that the requirements were met. Although the programme was found simple and easy to use, the designer needed to do some manual calculations to be able to dimension the electrical installation.</p> <p>The plans produced by the programme were comprehensive. Suggestions were made about how to make the documents of more service to the reader.</p> <p>As a result, it was established that the documents produced with the programme met the standards. However, several proposals for improvement were noted and sent to the supplier of the programme. This Bachelor's thesis will be used when considering the purchase of the programme for the use of the company.</p>	
Keywords	FebDok, dimensioning, design

## Sisällys

### Käsitteistö

1	Johdanto	1
2	Sähköasennusten mitoitus ja suojaus	2
2.1	Kuormitettavuus ja ylikuormitussuojaus	2
2.2	Oikosulkusuojaus	3
2.3	Vikasuojaus	4
2.4	Jännitteen alenema	5
2.5	Selektiivisyys	6
3	Sähköverkon mallintaminen laskentaohjelmalla	7
3.1	FebDok	7
3.2	Suunnittelukohde	8
3.3	Ohjelman käyttö ja laskelmien teko	8
3.3.1	Mallinnettava verkko	8
3.3.2	Järjestelmäkoonpano	9
3.3.3	Laitteiston perustaminen	9
3.3.4	Edeltävä verkko	10
3.3.5	Jakokeskukset	12
3.3.6	Suojalaitteet	15
4	Tulosten tarkastelu	17
4.1	Mitoitus	17
4.2	Mitoittamisen ja tulosten vertailu taulukkolaskentaohjelmaan	17
4.3	Dokumentit	18
4.3.1	Ohjelman tuottamat dokumentit ja niiden analysointi	18
4.3.2	Dokumentoinnin kehitysehdotuksia	24
5	Suunnitteluvaiheet	25
5.1	Tarveselvitys	25
5.2	Hankesuunnittelu	26
5.3	Luonnossuunnittelu	26
5.4	Toteutussuunnittelu	27
6	FebDokin soveltuvuus Pöyrylle	29

7	Yhteenveto	31
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1. Ratakujan Parkkitalon nousujohtokaavio	
	Liite 2. Ratakujan Parkkitalon leikkaus	
	Liite 3. FebDok -mitoitustulokset	
	Liite 4. Excel-laskelmat	

## Käsitteistö

liittymiskohta	Energiayhtiön sähköverkon ja kiinteistön sähköverkon raja-kohta.
maasulkuvirta	Vaiheen ja PE- tai PEN-johtimen välinen vikavirta.
UPS	Uninterruptible Power System. Katkeamattoman tehonsyötön järjestelmä.

## 1 Johdanto

Sähköverkkoa mitoittaessa on laskelmin tai muilla tavoin osoitettava, että ihmisten, kotieläinten ja omaisuuden suojaus toteutuu ja että sähköasennus toimii tarkoitetulla tavalla käytössä. Laskelmat voidaan tehdä yksinkertaisissa ja suppeissa asennuksessa käsin laskien, mutta laajemmissa tarkastelu on syytä suorittaa mitoittamiseen tarkoitetuilla ohjelmilla. Tämän insinööriyön tarkoituksena on tutkia kiinteistön sähköverkon mitoitusta ja vaadittavien dokumenttien tuottamista FebDok-mitoitusohjelmaa hyödyntäen.

FebDok on laskentaohjelma, joka auttaa suunnittelijaa sähkölaitteiston vaatimustenmukaisessa ja turvallisessa mitoittamisessa. Ohjelman avulla on mahdollista mitoittaa koko sähkölaitteisto tai vain osa siitä. Insinööriyön tarkoituksena on oppia käyttämään FebDokia. Insinööriyössä käytetään ohjelman versiota 5.3.09.

Syksyllä 2012 uudistunut SFS-6000-standardi edellyttää, että vaatimusten täytyminen tulee osoittaa dokumentein. Insinööriyön tarkoituksena on tarkastella FebDokilla tuotettuja dokumentteja ja pohtia mahdollisia kehitysehdotuksia dokumenteille.

Insinööriyö tehdään toimeksiantona Pöyry Finland Oy:lle, ja työn tarkoituksena on tutkia, kuinka FebDok soveltuu Toimisto- ja Liikerakentaminen -tiimin tarpeisiin. Työn tavoitteena on tuottaa yritykselle kirjallinen raportti ohjelman käytöstä. Pöyry on kansainvälinen konsultointi- ja suunnitteluyhtiö, jonka suunnittelukohteet ovat usein vaativia, joten sähköverkon mitoittaminen käsin laskemalla näihin kohteisiin ei ole suositeltavaa.

FebDokia tarkastellaan insinööriyössä siitä syystä, että sitä ei ole virallisesti koekäytetty yrityksessä ja FebDokin vahvuus kilpailijoihinsa nähden on sen laaja komponenttivalikoima. Insinööriyön tarkoituksena on myös pohdiskella laajan tuotevalikoiman etuja ja antaa Sähköinfo Oy:lle FebDokin kehitysehdotuksia. Insinööriyötä varten Sähköinfoilta on saatu määräajaksi käyttöön FebDok-lisenssi.

Insinööriyötä varten sähköverkon mitoitus tehdään käynnissä olevaan sähkösuunnittelukohteeseen. Kohteeseen on alustavasti mitoitettu sähköjakeluverkko ja insinööriyön tarkoituksena on tarkastella vaatimusten täyttymistä ja laitteiden tarkoituksenmukaista toimintaa oikosulkutilanteissa.

## 2 Sähköasennusten mitoitus ja suojaus

Suunniteltaessa sähköverkkoa on varmistettava, että ihmisten, kotieläinten ja omaisuuden suojaus toteutuu. On myös varmistuttava siitä, että sähköasennus toimii tarkoitetussa käytössä sillä tavalla kuin se on tarkoitettukin (1, s. 31–32). Sähköverkon mitoitus ja suunnittelu tehdään näihin vaatimuksiin pohjautuen.

Huolellisella sähköverkon mitoituksella voidaan säästää kustannuksissa. Mikäli sähköverkon suunnittelun ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota, saatetaan vaatimusten täyttämättömyys todeta vasta käyttöönottotarkastuksessa. Muutosten tekeminen jo asennettuihin sähköverkkoihin on huomattavasti kalliimpaa kuin niiden tekeminen suunnitteluvaiheessa.

Sähköverkon mitoittamista varten on tiedettävä sähkönsyöttöjärjestelmän ominaisuudet. Vikasuojauksen toimivuuden kannalta on tiedettävä pienin maasulkuvirta liittymiskohdassa. Oikosulkusuojauksen toiminnan kannalta tulee tietää liittymiskohdan suurin oikosulkuvirta. Johdon mitoitusta varten tulee ottaa selvää odotettavissa olevista kuormitusvirroista. Sähkönsyöttöjärjestelmän perustiedot on selvitettävä jakeluverkon haltijalta tai muulla tavalla.

### 2.1 Kuormitettavuus ja ylikuormitussuojaus

Johdon poikkipintaa valitessa ensisijaisena valintakriteerinä on sen kuormitusvirta. Näin ollen suunnitteluvaiheessa on tärkeätä selvittää suunnittelukohteen sähkölaitteiden mahdollisimman tarkat lähtötiedot. Suunnitellessa tulee määrittää kuormitusvirrat koko kiinteistön osalta aina ryhmäkohtaisiin lähtöihin asti.

Kuormitusvirtojen perusteella varmistetaan riittävät kaapeleiden poikkipinta-alat. Riittävän suurella kaapelilla varmistutaan siitä, ettei kaapeli lämpene normaalikäytössä liikaa. Yliämpötila aiheuttaa tulipalovaaran ja lyhentää johdon käyttöikää, sillä se kiihdyttää eristeiden vanhenemista. Taulukossa 1 on esitetty kaapeleissa käytettävien eristeiden suurimmat sallitut käyttölämpötilat.



Taulukko 1. Eristeaineiden suurimmat sallitut käyttölämpötilat (6, s. 4)

Eristyksen laji	Suurin sallittu lämpötila johtimessa °C
Polyvinyylidikloridi (PVC)	70 (johtimessa)
Silloitettu polyeteeni (PEX) ja eteenipropenikumi (EPR)	90 (johtimessa)
Mineraali (PVC:llä päällystetty ja kosketeltavissa)	70 (vaipassa)
Mineraali (paljas, ei kosketeltavissa, eikä kosketuksissa palaviin materiaaleihin)	105 (vaipassa)

Yleensä tarkkaa kaapelin mitoitusta ei ole perusteltua suorittaa, joten suunnittelijan kaapelinvalintaa helpottamaan on tehty kuormitettavuustaulukkoja. Yksinkertaisen kuormitettavuustaulukko löytyy esimerkiksi D1-käsikirjasta (2, s. 217).

Kaapelikokoa tarkemmin määritettäessä tulee myös ottaa huomioon johdon asennustapa sekä kaapelin asennustilan lämpötila, mikäli se poikkeaa normaalista +25 °C:n lämpötilasta, jonka perusteella kaapelinvalintataulukot on tehty. Erilaisille asennustavoille ja kuormitettavuuteen vaikuttaville tekijöille on annettu erilaisia korjauskertoimia SFS-käsikirja 600-1:ssä (1, s. 244–256).

## 2.2 Oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojausten tarkoituksena on suojata johtimia oikosulkuvirran aiheuttamalta lämpenemiseltä. Tässä luvussa käsitellään ainoastaan samaan virtapiiriin kuuluvien johtimien välistä oikosulkua.

Oikosulkusuojan tulee kytkeä oikosulku pois ennen kuin johtimien eristeet vaurioituvat. Suojauksen tulee toimia oikosulun tapahtuessa asennuksen missä tahansa kohdassa, niin johtimen alku- kuin loppupäässäkin. Oikosulkusuojausten toimivuus tulee tarkastaa jo suunnitteluvaiheessa, sillä suojausten toimivuudesta ei ole vaatimuksia käyttöönottotarkastuksessa. (2, s. 139)

Oikosulkusuojaukselle asetetaan kaksi keskeistä vaatimusta. Suojan tulee kyetä katkaisemaan suurin piirissä esiintyvä oikosulkuvirta ja poiskytkennän tulee tapahtua ennen suojalaitteen suojaamien piirien vahingoittumista.

Sähköasennuksen kaapelit ynnä muut komponentit tulee mitoittaa korkeintaan 5 sekuntia kestäväen oikosulkuvirran aiheuttamaan lämpövaikutukseen perustuen. Oikosulun sallittuun kestoaikaan vaikuttaa johtimen poikkipinta-ala, tehollisarvona ilmoitettava oikosulkuvirta sekä johtimen ominaisuudet.

Oikosulkusuojaus voidaan toteuttaa joko erillisellä oikosulkusuojalla tai yhdistetyllä oikosulku- ja ylikuormitussuojalla. Yhteistä ylikuormitus- ja oikosulkusuojaa käytettäessä voidaan suojalaitteen valinta tehdä sen katkaisukyvyen perusteella. Tällöin laite suojaa sähköasennusta myös oikosulkuvirran lämpövaikutuksilta.

### 2.3 Vikasuojaus

Vikasuojaus koostuu suojaavasta potentiaalintasauksesta ja syötön automaattisesta poiskytkennästä. Tässä opinnäytetyössä keskitytään vain syötön automaattiseen poiskytkentään 230 V:n vaihtosähköjärjestelmässä, sillä se on vikasuojauksen ainoa osio, joka voidaan laskentaohjelmilla määrittää.

Syötön automaattisella poiskytkennällä varmistetaan, että poiskytkentä toimii tarpeeksi nopeasti vaihe- ja suojajohtimen välisessä oikosulussa. Suomen rakennuksissa käytettävässä 230 V:n TN-vaihtosähköjärjestelmässä standardi ilmoittaa suurimmaksi sallituksi poiskytkentääjäksi 0,4 sekuntia (1, s. 93). Tämä poiskytkentäaika koskee korkeintaan 32 A suojalaitteella suojattuja ryhmäjohtoja. Pääjohdoille ja tätä suuremmille ryhmäjohdoille on sallittu TN-järjestelmässä korkeintaan 5 sekunnin poiskytkentäaika.

Syötön automaattinen poiskytkentä toteutetaan käytännössä sulakkeiden tai johdonsoajakatkaisijoiden avulla. Poiskytkentään voidaan käyttää myös vikavirtasuojaa, mikäli oikosulkuvirrat ovat riittämättömiä. Mikäli vaadittuja poiskytkentäaikoja ei voida saavuttaa, tulee käyttää suojaavaa potentiaalintasausta. Lisäpotentiaalintasauksella ei saada lyhennettyä suojalaitteen toiminta-aikaa, mutta sillä saadaan pienennettyä kosketusjännite sellaiseen arvoon, joka ei aiheuta vaaraa (2, s. 109).

## 2.4 Jännitteen alenema

Standardi antaa jännitteenalenemalle suosituksia suurimmista jännitteenalenemista verkossa. Mikäli ei toisin ole sovittu, eivät suositukset ole velvoittavia. FebDok tuottaa laskelmat myös jännitteenalenemista, joten aihe todettiin olennaiseksi osaksi opinnäytetyötä.

Standardi suosittelee sähköasennuksen liittymiskohdan ja sähkölaitteen välille korkeintaan 5 % jännitteenalenemaa verrattuna asennuksen nimellisjännitteeseen. Valaistukseen käytettävissä lähdöissä suositellaan että alenema olisi korkeintaan 3 %. (1, s. 262)

Jännitteenalenema on riippuvainen johtimen pituudesta, kuormasta, sen poikkipinta-alasta ja asennusolosuhteista. Vaihtojännitteellä jännitteenalenema voidaan määrittää käyttämällä kaavoja 1 ja 2.

Jännitteenalenema lasketaan kaavalla 1.

$$u = b\left(\rho_1 \frac{L}{S} \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi\right) I_B \quad (1)$$

$u$  on jännitteenalenema voltteina  
 $b$  on kerroin, joka on 1 kolmivaiheisille ja 2 yksivaiheisille piireille  
 $r_1$  on johdinmateriaalin resistiivisyys normaalikäytössä  
 $L$  on johtojärjestelmän pituus metreinä  
 $S$  on johtimien poikkipinta-ala neliömillimetreinä  
 $\cos \varphi$  on tehokerroin  
 $l$  on johtimen reaktanssi pituusyksikköä kohden  
 $I_B$  on suunniteltu virta ampeereina.

Jännitteenalenema prosentteina lasketaan kaavalla 2.

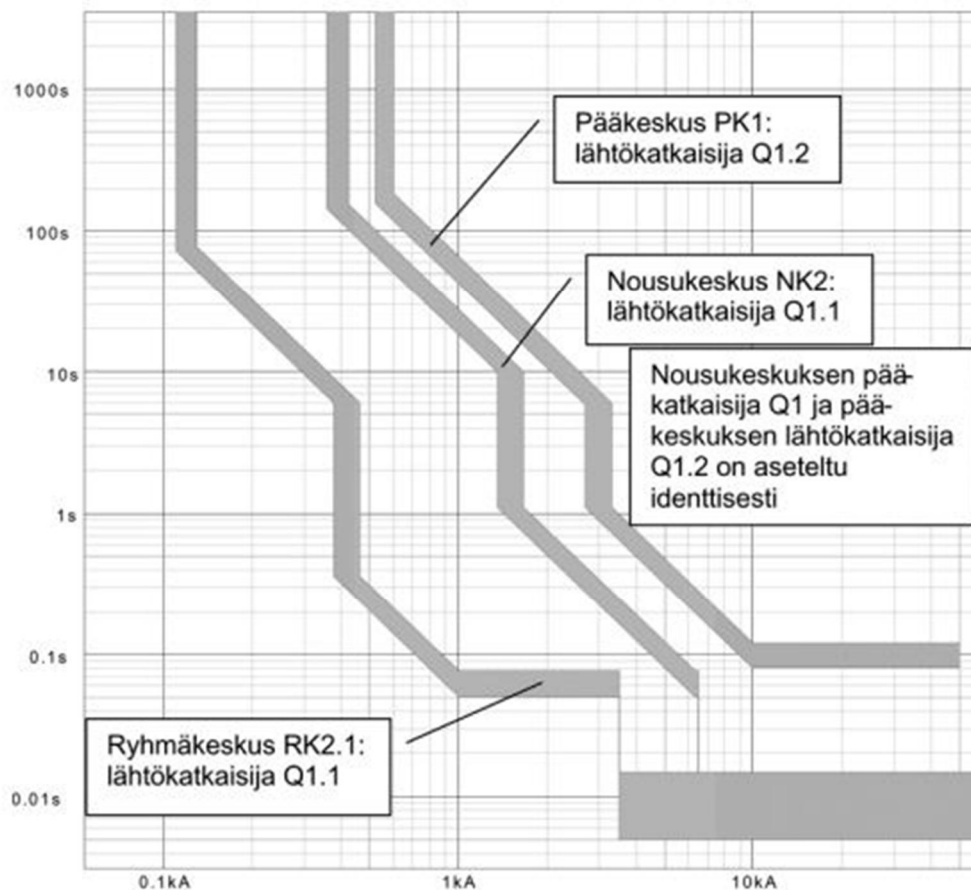
$$\Delta u = 100 \frac{u}{U_0} \quad (2)$$

$U_0$  on vaiheen ja nollan välinen jännite voltteina.

## 2.5 Selektiivisyys

Selektiivisyydellä tarkoitetaan sitä, että oikosulku- tai ylikuormitustilanteessa ylivirtasuojalaite toimii ainoastaan sille tarkoitetulla suojausalueella. Selektiivisyys on mahdollista toteuttaa täydellisenä, mutta se ei aina ole tarpeen. Täydellisen selektiivisyyden tavoittelu voi johtaa laitteiston kohtuuttomaan ylimitoitukseen (4, s. 103). Standardissa suositellaan asennuksen olevan selektiivinen, mutta määräyksenä tulee käsitellä pois-kytkentäaikoja, jotka vaikuttavat suojalaittevalintoihin ja releasetteluihin.

Selektiivisyyttä tarkastellaan vertailemalla suojalaitteiden virranrajoituksen ominaiskäyriä, eli toimintakäyriä. Toimintakäyrät määrittävät laitteen katkaisupisteen ajan ja virran funktiona. Selektiivisyyteen päästään silloin kun jälkimmäisen suojalaitteen toimintakäyrä on sitä edeltävän suojalaitteen käyrän alapuolella, eivätkä käyrät leikkaa toisiaan millään ylivirran arvoilla. Kuvassa 1 on esitetty selektiivisyystarkastelu.



Kuva 1. Esimerkkikuva virtaselektiivisyydestä, ylivirtasuojien toimintakäyrät, käyttöjännite 400 V (5, s. 4)

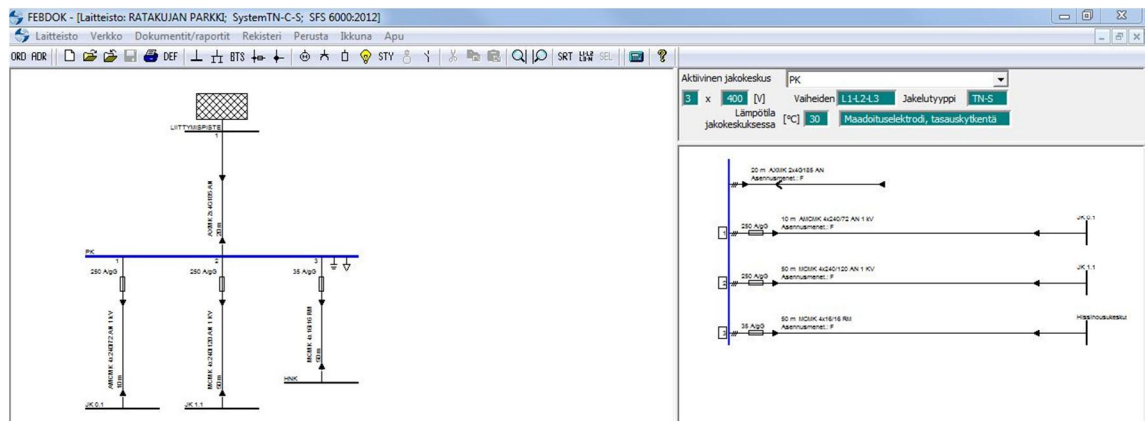
Suojalaitteille määritetään laitevalmistajan toimesta kahdenlaisia toimintakäyriä. Toimintakäyrät määritetään pienen ja suuren koestusvirran mukaan. Vertailu tulee tehdä niin, että jälkimmäisestä suojalaitteesta valitaan ylin toimintakäyrä (suuri koestusvirta) ja edellisestä suojalaitteesta alin (pieni koestusvirta). Tarkat toimintakäyrät saadaan laitetoimittajilta ja mitoitusohjelmissa tiedot on valmiiksi syötettyinä.

### 3 Sähköverkon mallintaminen laskentaohjelmalla

#### 3.1 FebDok

FebDok on Norjassa 90-luvulla kehitetty laskentaohjelma. Tarpeen ohjelmalle loi tuolin kiristyneet vaatimukset sähköasennusten dokumentoinnissa. Norjassa ohjelmalla on yli 6 000 käyttäjää. Kuvassa 2 on esitetty FebDokin käyttäjän päänäkymä.

Suomenkielinen versio ohjelmalle on kehitetty yhteistyössä Sähköinfo Oy:n ja Norjan sähköurakoitsijaliitto NELFO:n kanssa. Yhteistyön myötä on ohjelmaan saatu suomen kielen lisäksi lisätty myös Suomessa käytettävät komponentit.



Kuva 2. FebDokin päänäkymä.

Myyntissä ja tuotannossa olevien tuotteiden lisäksi ohjelmaan on ladattu tuotannosta ja markkinoilta poistuneita komponentteja ja kaapeleita. Tästä voi olla etua, kun tehdään dokumentteja olemassa oleville sähköasennuksille.

FebDokia kehitetään jatkuvasti käyttäjien palautteen perusteella. Tällä hetkellä lähitulevaisuuden kehityskohteita ohjelmaan ovat taajuusmuuttajakäytöt, generaattorilaitteistot, IFC-tiedonsiirtomahdollisuus, ohjelman pilvikäyttömahdollisuus ja erilaisten käyttöliittymien huomiointi (7).

Ohjelman käyttökielenä on suomi. Tulostusvaiheessa on mahdollista valita tulosteet myös englannin kielellä.

### 3.2 Suunnittelukohde

Insinööriyötä varten FebDokilla mallinnetaan sähköverkko Vantaan Tikkurilaan rakennettavaan pysäköintilaitokseen, Ratakujan Parkkitaloon. Kiinteistön bruttopinta-ala on noin 6 950 m<sup>2</sup> ja autopaikkoja kohteessa tulee olemaan noin 212. Parkkihalli koostuu kahdeksasta autotasosta. Liitteessä 2 on esitetty rakennuksen leikkaus.

Hallin valaistuksenohjaus toteutetaan Dali-valaistuksenohjausjärjestelmällä ja valaistuksen energiankulutus mitataan erikseen. Pääkeskusten mitoituksessa otetaan huomioon varaukset sähköautojen latauspisteille. Jokaista tasoa varten varaudutaan yhteen nopeaan ja yhteen hitaaseen latauspisteeseen.

Kohteen sähkönsyöttö tapahtuu pienjänniteliittymänä, ja verkonhaltija on energiayhtiö Vantaan Energia. Sähköurakkaan kuuluu sähköistys muuntajan pienjännitepuolesta eteenpäin, joten laskelmat tehdään tästä pisteestä eteenpäin.

Parkkitalon sähköverkko koostuu pääkeskuksesta PK, joka saa syöttönsä muuntajalta. Pääkeskus syöttää kahta jakokeskusta, -2-tasolla sijaitsevaa JK 0.1:tä ja +2-tasolla sijaitsevaa JK 1.1:tä. Lisäksi pääkeskus syöttää hissinousukeskus HNK:ta ja SPOK-savunpoistokeskusta. Liitteessä 1 on esitetty Ratakujan Parkin nousujohtokaavio.

### 3.3 Ohjelman käyttö ja laskelmien teko

#### 3.3.1 Mallinnettava verkko

Standardin mukaan (1, s. 193) suunnitteludokumenttien tulee sisältää prospektiiviset oikosulkuvirrat ja suojalaitteiden katkaisukyvyt siltä osin kuin ne ovat tarpeellisia. Insi-

nöörityötä varten tarpeelliseksi nähtiin kaikkien keskusten oikosulkuvirtojen, kaukaisimman valaisimen oikosulkuvirtojen ja jännitteenaleneman sekä kaukaisimman autolämmityspistorasian oikosulkuvirtojen ja jännitteenaleneman määrittäminen keskuskohtaisesti.

### 3.3.2 Järjestelmäkoonpano

Uuden laskelman tekeminen aloitetaan syöttämällä ohjelmaan sähköjärjestelmän perusasetukset. Mikäli suunnittelijan kohteet koostuvat yleensä samanlaisista kohteista, ei näihin asetuksiin ole tarvetta puuttua erikseen joka projektissa. Valikossa tehdyt asetukset tallentuvat ohjelmaan vakioasetuksiksi, joilla FebDok käynnistyy joka kerta. Asetuksia voi tarvittaessa muuttaa uutta asennusta perustaessa.

Laitteiston asetuksissa määritetään sähköjakelun järjestelmätyyppi, järjestelmäjännite ja verkkotaajuus. Laskelmia varten voidaan asettaa varoitustasot jännitteenalenemalle. Asetuksissa on oletuksena yleisenä varoitustasona 4 %:n alenema, ja jakokeskusten varoitustasona on oletuksena 2 %. Standardi suosittelee, että jännitteenaleneman ei pitäisi olla liittymispisteen ja minkään kuormituspisteen välillä suurempi kuin 5 %, joten asetukset todettiin sopiviksi.

FebDokin rekisterissä on 27 erilaista kaapelityyppiä, joille on annettu laskentaa varten tarvittavat tiedot. Kaapeleita voi myös itse lisätä, mutta tällöin tulee mitoitus varten tietää ja syöttää ohjelmaan sen vaatimat tiedot. Suunnittelija voi käyttää tarvittaessa kaikkia kaapelityyppejä, mutta työskentelyn nopeuttamiseksi valikosta voi valita ainoastaan tietyt kaapelityypit käytettäväksi projektiin.

Rekisterissä on 29 suojalaittevalmistajaa, yhteensä ohjelmaan on syötetty yli 20 000 suojalaitetyypin tiedot. Kuten kaapelityypeissäkin, voi järjestelmän asetuksista asettaa valittavaksi ainoastaan tietyn valmistajan suojalaitteet käytettäväksi projektiin.

### 3.3.3 Laitteiston perustaminen

Laitteiston perustamisessa määritetään laskettavan kohteen perustiedot. Ohjelma noutaa tiedot edellisessä kappaleessa käsiteltyjen perusasetusten mukaan, mutta tässä vaiheessa voidaan niihin tehdä projektikohtaisia muutoksia, mikäli on tarpeen.

Valikossa voi syöttää myös tarkat tiedot asiakkaasta, laitteiston omistajasta ja lisenssin haltijasta. Nämä tiedot on suositeltavaa syöttää projektin alkuvaiheessa täydellisinä, sillä ne liitetään tulostettaviin dokumentteihin. Insinööriä tehtyissä laskelmissa ohjelma ei tuntemattomasta syystä hyväksy Vantaata kohteen kaupunki-kohtaan, mutta muut tiedot saatiin syötettyä normaalisti.

Jotta ohjelma tuottaa laskelmat oikealla jännitteellä, tulee järjestelmäjännitteenä käyttää pääjännitettä vaihejännitteen sijaan. Kuormitustietojen antamista varten tulee arvioida kohteen sähkökuorma. Ohjelmassa riittää, että on laskettu joko nimellisvirta  $I_B$ , nimellisteho  $P_N$  tai näennäisteho  $S_N$ . Ohjelma laskee automaattisesti kaksi muuta arvoa.

### 3.3.4 Edeltävä verkko

Oikosulkuvirtojen laskentaa varten tulee suunnittelijan selvittää sähköverkon ominaisuudet liittymiskohdassa. Tarvittavat tiedot tulee selvittää verkonhaltijalta, joka suunnittelukohteessa on Vantaan Energia. Liittymiskohta Ratakujan Parkkitalossa on muuntamon pienjännitekeskus.

Ohjelmaan tulee syöttää tiedot suurimmasta kolmivaiheisesta oikosulkuvirrasta, suurimmasta yksivaiheisesta maasulkuvirrasta sekä pienimmästä kaksivaiheisesta ja yksivaiheisesta oikosulkuvirrasta.

Vantaan Energialta saatiin laskelmia varten tiedot suurimmasta kolmivaiheisesta oikosulkuvirrasta ja suurimmasta mahdollisesta yksivaiheisesta maasulkuvirrasta. Vantaan Energia ilmoitti kolmivaiheiseksi oikosulkuvirraksi 22,8 kA ja yksivaiheiseksi maasulkuvirraksi 20,9 kA. Kuvassa 3 on esitetty edeltävän verkon tietojen syöttönäkymä.



Kuva 3. Edeltävän verkon tietojen syöttö.

Oikosulkuvirrat on ilmoitettu pienjännitekeskuksen navoissa tapahtuvana oikosulkuna, eli ne ovat suurimmat mahdolliset oikosulkuvirrat. Liittymispisteen ja pääkeskuksen välinen pienin mahdollinen oikosulkuvirta määriteltiin pääkeskuksen suurimman kolmivaiheisen oikosulkuvirran mukaan. Kahden vaiheen välinen oikosulkuvirta laskettiin kertomalla pääkeskuksen kolmivaiheisen oikosulkuvirta arvolla  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  (8, s. 37). Ohjelma ilmoitti pääkeskuksen suurimmaksi kolmivaiheiseksi oikosulkuvirraksi 19,374 kA, jolloin pienimmäksi kaksivaiheiseksi oikosulkuvirraksi saadaan arvo 16,8 kA.

Pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta tuli myös laskea käsin. Pienimmällä yksivaiheisella oikosulkuvirralla tarkoitetaan johtimen loppupäässä tapahtuvaa oikosulkuvirtaa. Verkonhaltijan ilmoittaman arvon perusteella laskettiin edeltävän verkon impedanssi kaavaa 3 käyttäen.

$$Z = \frac{cU}{I_k \sqrt{3}} = \frac{0,95 * 400V}{20\,900A * \sqrt{3}} = 0,010497 \, \Omega \quad (3)$$

$Z$  on edeltävän verkon kokonaisimpedanssi

$c$  on kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteenaleneman liittimissä, johdoissa ja niin edelleen

$I_k$  on yksivaiheinen oikosulkuvirta (A)

$U$  on pääjännite (V).

Impedanssiin lisättiin johtimien impedanssi kerrottuna kahdella. D1-käsikirjan taulukosta 41.6 saadaan poikkipinta-alaltaan 185 mm<sup>2</sup>:n johtimen resistanssiksi 0,207 ohmia kilometriä kohden, joten verkon silmukkaimpedanssi johtimen päässä voidaan laskea kaavaa 4 käyttäen. Lopputyön tarkistusvaiheessa huomattiin, että taulukosta 41.6 oli poimittu laskuihin väärä luku. Oikea impedanssi olisi 0,222 Ω/km. Lisenssin umpeutumisen vuoksi laskuja ei päästy korjaamaan FebDokissa.

$$0,010497\Omega + 2\left(\frac{0,207\Omega}{km} * 0,02km\right) = 0,018777\Omega \quad (4)$$

Kaavaa 5 käyttäen saadaan laskettua oikosulkuvirta johtimen päässä.

$$I_k = \frac{0,95 * 400V}{\sqrt{3} * 0,018777\Omega} = 11\,684,14\,A = 11,7\,kA \quad (5)$$

Ohjelmaan tulisi syöttää oikosulkuvirtojen tehokertoimien arvot. Jakeluverkon haltijalta ei saatu tätäkään tietoa, joten laskelmissa on käytetty ohjelman oletusarvoja.

### 3.3.5 Jakokeskukset

Laskelmia varten tulee tiedossa olla keskuksen kuormitustiedot. Esimerkkikohteessa kuormitukset oli määritetty etukäteen, joten niitä ei käydä tässä insinööriyössä tarkemmin läpi. Taulukossa 2 on esitetty kohteen jakokeskusten kuormitustiedot.

Taulukko 2. Keskusten kuormitustiedot

Keskus	Ib	Pn	Sn	Un	cos $\phi$	
PK	345	227,1	239	400	0,95	
JK 0.1	151,55	99,7	104,9	400	0,95	
JK 1.1	159,53	105	110,5	400	0,95	
Ib = Kuorman nimellisvirta A						
Pn = Nimellisteho kW						
Sn = Kuorman näennäisteho kVA						
Un = Nimellisjännite V						
cos $\phi$ = Kuorman tehokerroin						

Verkon mallintaminen aloitettiin liittymispisteestä pääkeskukselle lähtevästä kaapelista. Järjestelmänä käytetään TN-C-S-järjestelmää, jossa PE- ja N-johdin erotetaan pääkeskuksessa. Nousukaapelina käytetään nousujohtokaavion mukaisesti kahta AXMK 4x185 Al -kaapelia, jossa neljäs johdin toimii PEN-johdina.

Kaapelivalintaa tehdessä ohjelma ilmoittaa, että AXMK-kaapelissa ei ole riittävää määrää vaihejohtimia. Ohjelman mukana tulevien käyttöohjeiden mukaan tulee vaihejohtimiksi laskea sekä vaihejohtimet, N-johdin että PEN-johdin. Kaikki muut asetukset olivat asetettu oikein, joten virheilmoituksen syyn etsiminen kohdistui ohjelmaan valmiiksi syötettyihin kaapelitietoihin.

Niitä tutkiessa voi huomata, että AXMK 4G 185 AN -kaapelille on merkitty vaihejohtimien määräksi vain kolme, vaikka niitä tulisi käyttöohjeiden mukaan olla neljä. Kuvassa 4 on esitetty ohjelmasta saadut kaapelin tiedot, jossa jännitteisten johtimien lukumääräksi on asetettu kolme.

Ongelman seurauksena ei pääkeskukselle eikä jakokeskuksiin tullut N-johdinta, minkä vuoksi yksivaiheisen kuorman laskeminen jakokeskuksesta eteenpäin ei ollut mahdollista.

Kaapeli: AXMK 4G185 AN

Luett. Tieto Impedanssit

Kaapelityyppi AXMK 4G185 AN

Kaapelityyppi AXMK

Jännitteisten johtimien lkm (myös N-johtin) 3

Jännitteisten johtimien lkm kaapelissa (mvös N-johtin) 3

Mitoitusjännite [V] 1000

Eristysmateriaali XLPE (PEX)

Käytä PVC taulukkoa

Suurin sallittu lämpötila [°C] 90

Suurin sallittu oikosukulämpötila [°C] 250

Sähkönumero

CENELEC koodi

Kaapeli on vanh.

Viimeksi muokattu 27.2.2009

Tyyppi Monijohtiminen

Vaihejohtin Poikkipinta [mm²] 185

Cu  Al

N-johtin  Mukaan lukien

PE-johtin Poikkipinta [mm²] 185

Mukaan lukien  Cu  Al

Ulkoinen (ylim)suojamaad.johtin  Mukaan lukien

Johdinten muoto  Pyöreä johdinmuoto  Sektori johdinmuoto

Kopioi Poista Tulosta Sulje

Kokonaislkm. 11 Aktiivinen alue 9

Kuva 4. AXMK 4G185 AN -kaapelin tiedot.

Ongelma ratkaistiin luomalla valmiin kaapelin tietojen perusteella vastaava kaapeli, mutta asettamalla jännitteisten johtimien lukumääräksi neljä. Kaapelin luonnissa oletin pääseväni helpolla, sillä valikossa on "Kopioi"-painike, jonka painamisella en kuitenkaan huomannut olevan mitään merkitystä.

Seuraavaksi tulostin kaapelin tiedot paperiversiona, jotta voin viedä ne uuden nelijohdimisen kaapelin tietoihin. Tulostusvaiheessa suurin osa teksteistä on kuitenkin norjan kielellä, joten tarvittavat tiedot haettiin internetistä Drakan AXMK-kaapelin tiedoista.

Luodun kaapelin nimen loppuun lisättiin tekijän nimikirjaimet, jotta itse luodun kaapelin tunnistaa rekisterin alkuperäisestä kaapelista. Kaapelin luomisen jälkeen sen lisäys suunnitelmiin on yhtä yksinkertaista kuin rekisteriin luotujenkin.

Uusien jakokeskuksien lisääminen on nopeaa ja yksinkertaista, kun keskuksen kuormat on määritelty etukäteen. Lisäysten myötä ohjelma piirtää käyttäjän perusnäkyymään selkeän pääkaavion, josta käy ilmi syöttävä sulake, kaapelityyppi sekä nousujohton

pituus. Pääkaaviosta voi valita tarkasteltavaksi haluamansa keskuksen, jolloin perusnäkyvän sivussa näkyy aktiivisen keskuksen jakokeskuskaavio. Jakokeskuskaaviosta näkee kyseisen keskuksen syöttävä kaapelin, keskuksen lähdöt ja lähtöjen perustiedot.

### 3.3.6 Suojalaitteet

Verkon mallinnusvaiheessa suunnittelijan tulee määrittellä keskuksessa käytetyt suojalaitteet. Tätä varten ohjelmasta löytyy lukuisia suojalaitteekomponentteja useilta valmistajilta. FebDokin suojalaitetietokannasta löytyy myös IEC-standardissa määriteltyihin arvoihin perustuvat gG- ja aM-sulakkeet nimellisvirraltaan 6 ampeerista 1 250 ampeeriin.

Mikäli urakassa ei ole erikseen sovittu suojalaitteiden toimittajasta, on suunniteltaessa kannattavaa käyttää mahdollisimman paljon IEC-sulakkeita. Johdonsuojakatkaisijoissa on valittavissa ainoastaan valmistajien omia suojalaitteita. Mikäli komponenttien toimittaja ei ole tiedossa, tulee suunnittelijan käyttää harkintansa mukaan sopivia komponentteja.

FebDokin komponenttirekisteristä voi valita keskuksissa käytettäväksi myös yhä yleistyvät suojalaitteet, joissa johdonsuojakatkaisija ja vikavirtasuojaja on yhdistetty. Näitä komponentteja kutsutaan yleensä vikavirtajohdonsuojakatkaisijoiksi, henkilösuojuiksi tai henkilösuoja-automaateiksi.

Henkilösuoja-automaatit yleistyvät, sillä uusitun SFS-6000-standardin myötä yhä useampi lähtö tulee suojata vikavirtasuojalla. Käyttämällä keskuksessa vikavirtasuojan ja johdonsuojakatkaisijan yhdistelmää säästetään tilaa. Markkinoilla on saatavilla jopa yhden moduulin tilan vieviä vikavirtajohdonsuojakatkaisijoita, kun erillinen johdonsuojakatkaisija ja vikavirtasuojaja voivat viedä tilaa yhteensä kolme moduulia.

Suojalaitteita valittaessa on FebDokissa suunnittelijan avuksi kehitetty oivallinen työkalu. Painikkeella ”Tarkista listan suojat” ohjelma tarkastelee listan komponenttien sopivuuden kyseiseen asennuskohtaan. Mikäli laite ei sovellu suojalaitteeksi, tämä näkyy punaisella. Jos asennus on hyvien tapojen vastainen, muttei kuitenkaan määräyksiä rikkova, tai mikäli arvot ovat lähellä suositeltuja rajoja, näkyy suojalaite sinisellä tekstillä. Sopivat komponentit näkyvät mustalla tekstillä ja ohjelma ilmoittaa siitä tekstillä ”Ok”.

Työkalu todettiin hyödylliseksi, kun mitoitin jakokeskuksesta JK 0.1 lähtevää valaistus-  
syöttöä. Jakokeskus sijaitsee pääkeskuksen lähellä, joten siinä on suuret vikavirrat.  
Ensimmäisen valitsemani johdonsuojakatkaisijan katkaisukyky ei ollut riittävä suhteessa  
suurimpaan oikosulkuvirtaan. Komponentin katkaisukyky on 10 kA, kun suurin esiin-  
tyvä vikavirta on hieman yli 17 kA. Tarkastelutyökalulla katsottiin onko rekisterissä so-  
pivia johdonsuojakatkaisijoita, ja ohjelmasta löytyikin 18,7 kA:n katkaisukyvyyn omaava  
johdonsuojakatkaisija. Kuvassa 5 on esitetty erään valmistajan 10 A:n johdonsuojakat-  
kaisijat valaistuslähtöön sopiviksi tarkastettuina.

Ylivirtasuojan valinta oikosulkusuojaukseen

Luettelon hakuehdot

Katkaisijaluokka JOHDONSK..

Laukaisijaluokka JOHDONS.K/EI VVSK

Valmistaja SCHNEIDER

Katk. yksikkö \*

Maksimi mitoitusvirta [A] 10

Katkaisukyky taso \*

Laukaisuyksikkö \*

Tarkennettu haku

Näytä kaikki suojat

Näytä vanh. suojat  Näytä ilman rajoituksia

Nollaa valinta

Mitoituskriteeri

Suojalaitteen näkemä kuorman Ib [A] 3

Virtakapasiteetti (Iz) [A] 13,7

Maks. vikavirta [kA] 17,229

Min. maasulkuvirta [kA] 0,07

Valmistaja	Katkaisuyksikkö	In [A]	Iru [A]	Katkaisukyky taso	Laukaisuyksikkö	In rcd	OK ?	Terminen säätö	Lyhytaikainen säätö	Välitön säätö	V:
SCHNEIDER	C60H_B	10	10	-	C60_B	0	Ei				
SCHNEIDER	C60H_C	10	10	-	C60_C	0	Ei				
SCHNEIDER	C60H_D	10	10	-	C60_D	0	Ei				
SCHNEIDER	C60L_K	10	10	-	C60L_K	0	Ei				
SCHNEIDER	DPN_B	10	10	-	DPN_B	0	Ei				
SCHNEIDER	C60L_B	10	10	-	C60L_B	0	Ok				
SCHNEIDER	C60L_C	10	10	-	C60L_C	0	Ei				
SCHNEIDER	DPN_C	10	10	-	DPN_C	0	Ei				
SCHNEIDER	C120H B	10	10	-	C120 B	0	Ei				
SCHNEIDER	C120H C	10	10	-	C120 C	0	Ei				
SCHNEIDER	C120H D	10	10	-	C120 D	0	Ei				

Kokonaislkm. 11

Yks.koht. tiedot Näytä ilmoitukset suojalaitteista Valitse Keskeytä

Kuva 5. Schneiderin 10 A:n johdonsuojakatkaisijoiden tarkastelu.

Valaistuslähdöt on suojattu etukojeella, jonka katkaisukyky on 20 kA. Etukoje laukeaa  
vikavirtatilanteessa, joten katkaisukyvyltään 10 kA:n suojalaitteen käyttäminen asen-  
nuksissa ei ole turvallisuusriski. Mikäli asennuksessa halutaan päästä täydelliseen se-  
lektiivisyyteen, tulee laskelmien mukaan JK 0.1:n valaistuslähtöjen johdonsuojakat-  
kaisijoina käyttää katkaisukyvyltään suurempaa suojalaitetta.

## 4 Tulosten tarkastelu

### 4.1 Mitoitus

Mallinnettaessa Ratakujan Parkkitalon sähköverkkoa ei ohjelmassa käynyt ilmi asioita, jotka olisivat vaatineet muutoksia alustaviin urakkalaskentaa varten tehtyihin suunnitelmiin. Kaapeleiden kuormitettavuudet eivät ylittyneet, suojaus toteutuu riittävän selektiivisenä, jännitteenalenemat eivät kasva liian suuriksi ja asennus toimii myös vikatilanteissa suunnitellusti. Laskelmista saatiin tuotettua dokumentit sähköverkon mitoituslaskelmista, jotka on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

### 4.2 Mitoittamisen ja tulosten vertailu taulukkolaskentaohjelmaan

Vertailun vuoksi osa verkosta laskettiin Johdon mitoitus ja suojaus -julkaisun ohjeiden mukaisesti. Laskelmat suoritettiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla ja laskut on esitetty liitteessä 4. Taulukkoon 3 on koottu käsin lasketut ja FebDokilla lasketut pienimmät yksivaiheiset oikosulkuvirrat jakokeskuksissa.

Taulukko 3. Käsinlasketut ja FebDokilla lasketut pienimmät yksivaiheiset oikosulkuvirrat

	<b>PK</b>	<b>JK 0.1</b>	<b>JK 1.1</b>	<b>HNK</b>
<b>Oikosulkuvirta FebDokista (kA)</b>	11,700	7,760	4,545	1,382
<b>Oikosulkuvirta Excelillä laskien (kA)</b>	11,684	9,150	4,900	1,366

Taulukosta voidaan todeta, että tulokset eivät vaihteile juurikaan, paitsi JK 0.1:n kohdalla. Lisenssin umpeutumisen vuoksi FebDok-laskelmia ei saa myöhemmin enää avata, joten syytä ei päästy tarkastelemaan.

Excel-taulukkoon verrattuna verkon mitoitus FebDokilla on huomattavasti nopeampaa. FebDokin käyttöliittymä on tehty erittäin yksinkertaiseksi ja selkeäksi. Pikakuvakkeita ja pikanäppäimiä käyttämällä voidaan suunnittelua nopeuttaa vieläkin enemmän.

FebDokin etuna voidaan pitää inhimillisten virheiden mahdollisuuden pienenemistä. Excel-taulukkoa käytettäessä käyttäjän tulee syöttää manuaalisesti kaikki arvot ja kaavat, mikä lisää virheiden riskiä.

Suunnitelmiin jälkikäteen mahdollisesti tehtävät muutokset on helppo tehdä FebDokissa. Esimerkiksi nousujohtojen muuttaminen pienempään tai suurempaan onnistuu muutamalla napinpainalluksella ja ohjelma tekee laskelmat uudestaan itse. Jos taas excel-tiedostoon tulee muuttaa jälkeenpäin kaapeleiden arvoja, tämä voi olla hankalaa, ellei taulukkoa ole tehty huolella.

### 4.3 Dokumentit

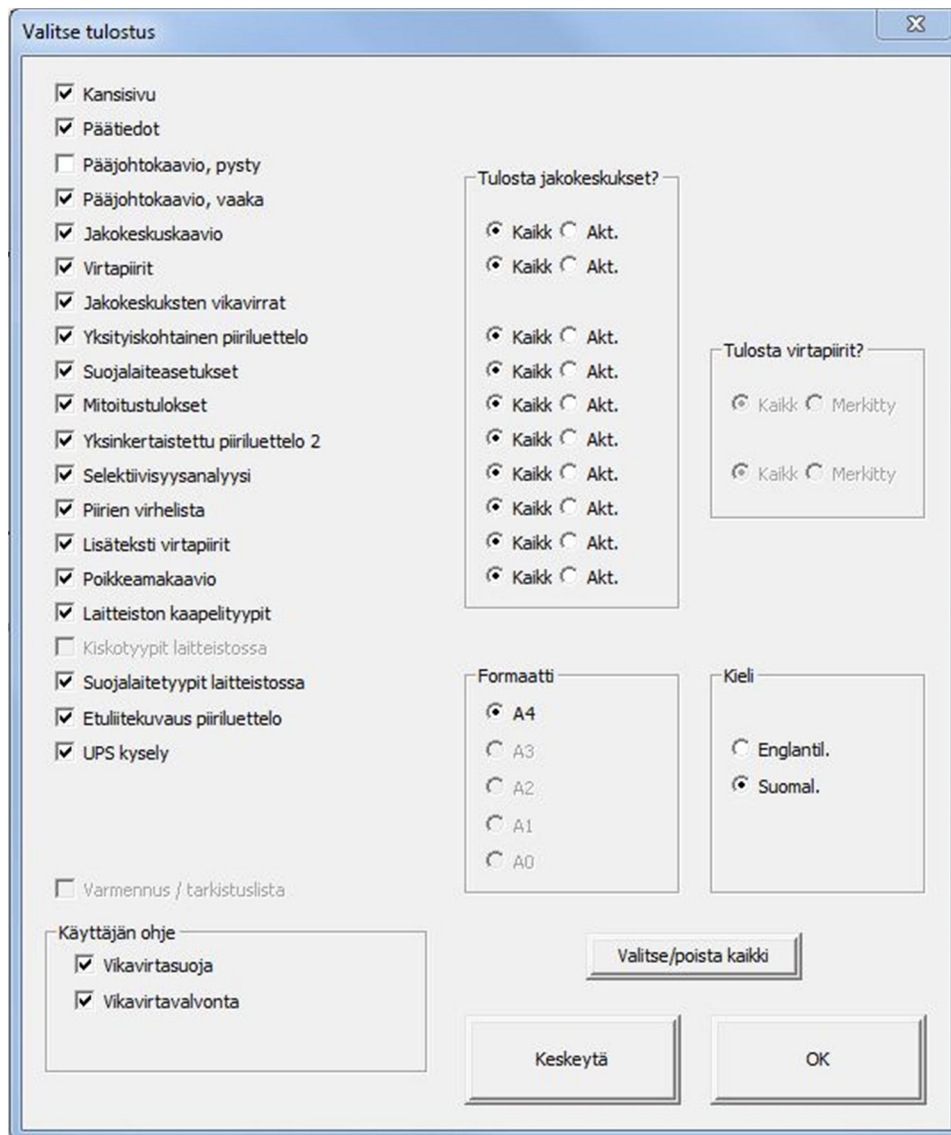
#### 4.3.1 Ohjelman tuottamat dokumentit ja niiden analysointi

Tulostusikkunasta voi valita tulostettavaksi haluamansa dokumentit. Kuvassa 6 on esitetty tulostettavien dokumenttien valintanäkymä. Ohjelma tuottaa valituista tiedostoista yhtenäisen pdf-tiedoston.

Dokumentit voi tulostaa koko asennuksesta, tai jos on tarvetta tuottaa tulosteita jakokeskuskohtaisesti, ohjelmasta on mahdollista tulostaa vain aktiivisen jakokeskuksen dokumentit.

Mikäli kaikki dokumentit haluaa tulostaa yhdeksi pdf-tiedostoksi, määrittää ohjelma automaattisesti paperikooksi A4:n. Tiettyjä dokumentteja on mahdollista tulostaa myös A0-, A1-, A2- tai A3-kokoisina, mutta mikäli käytetään eri paperikokoja, tulee tiedostot tulostaa erillisinä dokumentteina.





Kuva 6. Tulostettavien dokumenttien valintatyökalu.

Seuraavassa käsitellään ohjelmasta saatavat tulosteet dokumentikohtaisesti. Rataku-  
jan parkkitaloa varten tulostettiin vain olennaisimmat tulosteet, jotka on esitetty liittees-  
sä 3.

Kansisivu (liite 3, s. 1)

Kansisivulla ilmoitetaan kohteen perustiedot. Perustietoihin sisältyy kohteen nimi, osoi-  
te, asiakas ja laskelmien tekijän, eli lisenssin haltijan tiedot.

### Pääjohtokaavio (liite 3, s. 2–3)

Pääjohtokaavioon ohjelma mallintaa verkon rakenteen liittymispisteestä jakokeskusiin ja jakokeskusten etukojeiden jälkeisiin kiskoihin. Dokumentissa esitetään keskusten väliset kaapelityypit ja niiden pituudet sekä sähkökeskusta syöttävän sulakkeen nimellvirta ja varoketyyppi.

Pöyryn kohteet ovat usein laajoja kokonaisuuksia, joihin sisältyy monesti kymmeniä jakokeskuksia. Tämän vuoksi sähkönjakelun pääjohtokaavion selkeys on olennainen osa dokumentointia. FebDok tulostaa pääjohtokaavion oletuksena A4-koossa, mutta suuria kaavioita varten ne on mahdollista tulostaa A3-, A2-, A1- ja A0-koossa. Harjoitustyötä varten mallinnettu verkko on yksinkertainen, joten kaavio on A4-koossakin selkeä.

Mikäli keskuksia olisi kymmeniä ja tulostus tapahtuisi A0-koossa, olisi suotavaa, että ohjelmassa olisi mahdollisuus muokata esimerkiksi jakokeskusten tunnuksia muita tekstejä suuremmaksi. Toinen hyvä vaihtoehto voisi olla mahdollisuus viedä pääjohtokaavio .dwg-muodossa AutoCad-sovelluksilla muokattavaksi, jolloin suunnittelija saa kaaviosta haluamansa kaltaisen.

Toisaalta se, ettei dokumentteja pääse käsin muokkaamaan muissa sovelluksissa, on myös ohjelman vahvuus.

### Jakokeskuskaavio (liite 3, s. 4–9)

Jakokeskuskaavioihin on mallinnettu keskuskohtaisesti siihen mitoitettut lähdöt. Mitoitettavia lähtöjä ovat nousujohdot muille keskuksille, jakokeskusten kaukaisimpien pisteiden laskelmat ja tarvittaessa muidenkin lähtöjen mallinnus.

Dokumenteissa ilmoitetaan keskuskohtaisesti niihin mallinnetut lähdöt. FebDok ilmoittaa niistä suojalaitteiden tyypit, kaapelien tyypit ja pituudet sekä kuorman tyypin. Insiinööriä varten suunnittelukohteeseen mallinnettiin keskuskohtaisesti jännitteenaleneman ja automaattisen poiskytkennän toiminnan tarkastelua varten kaukaisimmat valaistus- ja autolämmityspistorasialähdöt.

Kaaviot on suositeltavaa liittää lopullisiin dokumentteihin, sillä niistä ilmenevät selkeästi mallinnetut syötöt.

#### Päätiedot (liite 3, s. 10–11)

Päätiedoissa ilmoitetaan mallinnetun sähköverkon lähtötiedot. Dokumentissa ilmenevät muun muuassa liittymispisteen kuormavirrat ja vikavirrat liittymispisteessä. Nämä tiedot ovat olennainen osa sähköverkon mallinnusta, joten ne on syytä liittää tulosteisiin. Päätietoihin on myös mahdollista laittaa huomautuksia lähtötiedoista.

#### Piiriluettelo (liite 3, s. 12–16)

Keskusten piiriluetteloissa ilmoitetaan jakokeskuskohtaisesti niihin mallinnetut piirit. Tulosteiden olennaisimmat tiedot saadaan vikavirtojen arvoista. Dokumenteissa on ilmoitettu keskuksessa esiintyvät vikavirrat ja lähtökohtaisesti ilmoitetaan lähdössä esiintyvät suurimmat ja pienimmät oikosulkuvirrat.

#### Mitoitustulokset (liite 3, s. 17–38)

Mitoitustuloksissa ilmoitetaan piiriluetteloja tarkemmin keskusten lähtöjen tiedot. Dokumenteista selviää tärkeät tiedot suurimmista sallituista johdinpituuksista erikseen jännitteenaleneman ja syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan kannalta. Sulakekohtaisesti voidaan tarkastella myös kaikkien mahdollisten vikatilanteiden oikosulkuvirta-arvoja johtimen alku- ja loppupäässä.

#### Virtapiirit (liite 3, s. 39–42)

Tulosteissa ilmoitetaan keskuskohtaisesti virtapiirit ja niiden tiedot. Tiedot ilmoitetaan muissakin dokumenteissa, joten virtapiirit-tuloste on tarpeeton.

#### Poikkeamakaavio (liite 3, s. 43–49)

Poikkeamakaaviossa esitetään vastaavat tiedot, kuin piiriluettelodokumentissakin. Mikäli asennuksessa on ongelmakohtia, ongelmat esitetään poikkeamakaaviodokumentissa.

Ratakujan Parkin laskelmissa ei ongelmakohtia esiintynyt, joten testimielessä vaihdettiin autolämmityspistorasioita syöttävä kaapeli 16-neliöisestä 6-neliöiseen. Tällöin kaapelin kuormitettavuus on pienempi kuin syöttävän sulakkeen nimellisvirta.

Tällöin ohjelma huomauttaa ennen valinnan lopullista hyväksymistä useaan kertaan ongelmatilanteesta, mutta ilmoitukset voi halutessaan sivuuttaa. Poikkeamakaaviodokumentissa ilmoitetaan ongelmasta punaisella tekstillä ”Tarkista s.laite”.

### Piirien virhelista

Mikäli asennuksessa esiintyy virheitä, voi ohjelmasta tulostaa dokumentin ”Piirien virhelista”, josta selviävät poikkeamakaaviodokumenttia tarkemmat tiedot ongelmakohdasta. Yllä mainitusta virhekokeilusta saadaan kuvan 7 mukainen virhelista.

#### Piirien virhelista

Jakokeskus :	AUTOLÄMMITYSPR 0.1
Piiri nro. :	2.1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Suojalaitteen mitoitusvirta - In - on liian suuri suhteessa kaapelin virtakapasiteettiin - Iz -.</li> <li>Suojalaite ei kytke pois vikavirtoja sallitussa ajassa suhteessa kaapelin/virtakiskon kuumenemiseen.</li> <li>** Suojalaitteen poiskytkentäaika on pidempi kuin 5s. Yli 5s poiskytkentäajat lisäävät paloriskiä vikakohdassa, eikä niitä suositella.</li> </ul>

Kuva 7. Virhelistan ilmoitus, kun asennus ei ole standardien ja normien mukainen.

Piirien virhelistaa ei ole mahdollista tulostaa, mikäli asennuksessa ei ole virheitä. Virheettömyyden toteamista varten virhelistan tulostaminen voisi olla suotavaa esimerkiksi tekstilä, jossa todetaan ohjelmalla tehdyn mitoituksen virheettömyys.

Asennuksen kaapelityypit (liite 3, s. 50)

Dokumentissa ilmoitetaan sähköverkkoon mallinnettujen kaapeleiden tyypit ja pituudet. Tiedoista saadaan nousukaapeleiden massat, mutta koska sähköverkkoa ei ole syytä mallintaa FebDokilla täydellisesti, ei massoja voi käyttää koko urakan kaapelimäärinä.

### Suojalaitetyypit asennuksessa (liite 3, s. 51)

Tulosteessa on lueteltuna laitteistossa käytettävät suojalaitteet, niiden nimellisvirrat ja katkaisukyvyt. Keskusvalmistaja toimittaa vastaavat tiedot täydellisinä, joten dokumentti jää valmistajan kojeluettelon myötä tarpeettomaksi. Dokumentista kuitenkin nähdään kootusti, mitä suojalaitteita sähköverkon mallintamisessa on käytetty.

### Selektiivisyysanalyysi (liite 3, s. 52–61)

Dokumenteissa esitetään varokekohtaisesti komponentin ja edeltävän suojalaitteen välinen selektiivisyys. Selektiivisyyden tarkastelua varten olisi toivottavaa, että tulosteisiin voisi valita haluamansa suojalaitteet tai piirit, jotta useammankin suojalaitteen välinen selektiivisyys voitaisiin todeta yhdeltä paperilta.

### Vikavirrat laitteistossa (liite 3, s. 62)

Dokumentissa ilmenee kootusti kaikissa jakokeskuksissa esiintyvät pienimmät ja suurimmat oikosulkuvirrat. Tulosteesta saadaan helposti tiedot keskusvalmistajaa varten, jotta sähkökeskusten oikosulkuvirtakestoisuudet saadaan riittäviksi.

### Yksinkertaistettu piiriluentelo (liite 3, s. 63–66)

Nimensä mukaisesti dokumentissa listataan asennuksen piirit piiriluentelotulostetta yksinkertaisempana. Monimutkaisissa ja laajoissa asennuksissa dokumentti voi olla hyödyllinen kokonaisuuden hahmottamista varten.

### Käyttäjän ohjeet vikavirtasuojakytkimeen ja -valvontaan (liite 3, s. 67–68)

FebDokista on myös mahdollista tulostaa käyttäjää varten toimintaohjeet, mikäli vikavirtasuojalaite laukeaa. Vikavirtasuojan käyttöohjeiden toimittaminen ei kuulu sähkösuunnittelijan vastuulle ja vikavirtasuojien laitetoimittajat toimittavat laitekohtaiset toimintaohjeet, joten ohjeiden dokumentointi sähköverkon mitoituslaskelmien mukana on turhaa.

Etuliitekuvaus (liite 3, s. 69)

Etuliitekuvaustulosteessa selitetään dokumenteissa käytettävät lyhenteet. Lyhenteet on kuvailtu kiitettävän tarkasti, ja niistä selviää ilman epäselvyyksiä, mistä lyhenteessä on kysymys.

UPS-kysely (liite 3, s. 70)

UPS kysely-dokumentissa kuvataan tiedot 3-vaiheisen 400 V UPSin laskentaa varten. Suunnittelukohteessa ei ole UPS-järjestelmää, joten dokumentti jäi insinööriyössä tyhjäksi.

#### 4.3.2 Dokumentoinnin kehitysehdotuksia

On hyvä, että suunnittelija voi valita mitkä dokumentit hän haluaa ohjelmasta tulostaa ja millä paperikoolla. Useita dokumentteja samalla kertaa tulostaessa katoaa kuitenkin mahdollisuus määrittää yksittäisten dokumenttien paperikoot. Tulostuksen sujuvoittamiseksi olisi hyvä, jos suunnittelija voisi määrittää kohdekohtaiset tulostusasetukset ja tallentaa ne. Suurissa kohteissa voi tulla suuriakin muutoksia sähköverkon rakentamiseen suunnittelun aikana, joten FebDok-tulosteitakin tulisi tällöin tehdä useita kappaleita. Tallennettavilla tulostusasetuksilla saisi jokaisella tulostuskerralla halutut dokumentit tulostettua ja halutun kokoisina, eikä unohduksia tai vahinkoja pääsisi tapahtumaan. Tulostusasetuksissa voisi määritellä, mitä dokumentteja tulostetaan ja missä paperikoossa kukin dokumentti tulostuu.

Ratakujan parkkitalon suunnitelmista saadaan ohjelmasta tulostettua 70 sivua laskentareportteja. Tämän vuoksi dokumenteilla on tärkeätä olla toimiva ja selkeä sisällysluettelo. FebDokin indeksidokumentti toimittaa sisällysluettelon virkaa, ja se on yleisilmeeltään selkeä. Dokumentissa ilmoitetaan, millä sivulla mikäkin raportin dokumentti sijaitsee. Sisällysluettelon kuitenkin tekee lähes turhaksi se, ettei raportin sivuihin tulostu sivunumeroja eikä sivumäärää koko raportin suhteen. Näin ollen sivunumerot ja kokonaissivumäärät tulisi saada näkyviin laskentadokumenteissa.

Joissakin tilanteissa olisi suotavaa päästä käsin muokkaamaan esimerkiksi pääjohtokaaviota. Tällöin kaaviosta olisi mahdollista tehdä dokumentit nousujohtokaaviota varten. Mahdollisuus viedä suunnitelmia .dwg-tiedostomuotoon olisi erittäin suotava lisäys.

Kun dokumentteja tulostetaan suuremmissa paperikoissa kuin A4, skaalaa ohjelma myös otsikkotaulun suuremmaksi. Yleensä suuret suunnitelmat taitellaan A4-kokoon ja päällimmäiseksi taitokseksi jäävässä sivussa tulisi nähdä suunnitelman sisältö. FebDok skaalaa otsikkotaulun niin, että suunnitelman sisällön kuvaus ei jää ensimmäiselle sivulle. Otsikkotaulun sovittaminen A4-kokoon suuremmilla paperikoilla helpottaisi dokumenttien tunnistusta.

Jakokeskuskaavioihin, pääjohtokaavioon ja yksinkertaistetussa piiriluettelossa olisi suotavaa olla otsikot. Kaavioissa otsikko olisi hyvä sijaita nimiössä edelliseen kappaleeseen viitaten.

## 5 Suunnitteluvaiheet

Tässä luvussa käydään talotekniikan tehtäväluettelon TATE95:n mukaisesti lävitse asioita, joita tulisi ottaa kussakin suunnitteluvaiheessa huomioon, kun sähköverkon mitoitus tehdään FebDok-ohjelmalla.

### 5.1 Tarveselvitys

Tarveselvitysvaiheessa tehdään tilojen ja taloteknisten ratkaisujen selvityksiä, joiden perusteella tehdään hankepäätös. Seuraavassa on esitetty tarveselvitysvaiheen kuvaus.

Tarveselvitysvaiheessa tutkitaan tilanhankinnan tarpeellisuus, kuvataan tarvittavat tilat ja niille asetettavat vaatimukset sekä vertaillaan tilanhankinnan vaihtoehtoja ja edullisuus. Tarveselvityksen pohjalta tehdään hankepäätös. (9, s. 1)

Tarveselvitysvaiheessa sähkösuunnittelijan tulee osallistua tilojen kartoitukseen. Tilojen kartoituksen myötä voidaan selvittää tarvittavien jakokeskusten määrää sekä yleisesti koko sähköverkon rakennetta. Tilojen kartoituksen myötä tarkastellaan myös mahdollisia johtoteitä. Johtojen erilaiset asennustavat vaikuttavat verkon mitoitukseen asennustapojen mukaan määräytyvien korjauskertoimien myötä.

Talotekniikan suunnittelijan tulee myös avustaa taloteknisten suunnittelutavoitteiden määrittelyssä. Suunnittelutavoitteiden määrittelyssä voidaan esimerkiksi määrittellä se, kuinka muuntojoustava sähköverkosta halutaan, tietty ylirajoitus huomioiden.

## 5.2 Hankesuunnittelu

Hankesuunnitteluvaiheessa asetetaan kustannus-, laajuus-, laatu-, ja aikataulutavoitteet investointipäätöksen pohjaksi.

Hankesuunnitteluvaiheessa asetetaan rakennushankkeelle täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet sekä määritellään rakennuspaikka ja hankkeen toteutustapa. Hankesuunnitelmaan sisällytetään myös rakennesuunnittelun tavoitemäärittelyt. Hankesuunnitelman pohjalta tehdään investointipäätös. (9, s.1)

Hankesuunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelija tarkastaa ja ottaa kantaa hankkeen lähtötietoihin sähköisen talotekniikan osalta. Suunnittelija myös esittelee erilaisia ratkaisuja taloteknisille laatutasoille.

FebDokia ajatellen hankesuunnitteluvaiheessa otetaan kantaa tarveselvitysvaihetta tarkemmin sähköverkon muuntojoustavuudelle. Lähtötietojen perusteella saadaan käsitys sähköverkon rakenteesta.

## 5.3 Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnitteluvaiheessa tarkennetaan hankkeen lähtötietoja ja laaditaan ehdotussuunnitelmia sekä periaatekaavioita.

Luonnossuunnittelun tuloksena valitaan ja määritellään kohteen suunnitteluratkaisu, tekniset järjestelmät ja toteutustapa sekä tehdään päätös luonnossuunnitelmien hyväksymisestä (9, s.1).

Kuvassa 8 on esitetty sähkösuunnittelijan velvollisuudet luonnossuunnitteluvaiheessa. Kuvaan on alleviivattu asiat, jotka tulee ottaa huomioon FebDok-ohjelmaa käytettäessä verkon mitoittamiseen.



## SÄH

- määritellään tila- ja suojausluokitukset
- määritellään valaistusratkaisut
- määritellään ryhmitysalueet
- määritellään maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelyt
- lasketaan tehon-, kompensointi- ja suodatustarpeet
- määritellään jakelujärjestelmät ja -ratkaisut
- määritellään varmennetut ja keskeytymättömät käytöt
- määritellään energiamittaukset
- määritellään ohjaustarpeet ja -järjestelmät
- määritellään häiriölähteet ja suojausperiaatteet

Kuva 8. Sähkösuunnittelijan velvollisuudet luonnossuunnitteluvaiheessa (9, s. 7).

Ryhmitysalueiden määrittelyllä saadaan käsitys tarvittavien jakokeskusten määrästä. Maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelyt tulee ottaa myös FebDokilla huomioon. Tehontarpeiden määrittelyllä saadaan käsitys siitä, kuinka suuri liittymä kohteeseen tarvitaan. Jakelujärjestelmät ja ratkaisut vaikuttavat verkon rakenteeseen ja mahdolliset varmennetut käytöt vaikuttavat suuresti oikosulkuvirtojen laskentaan. Näiden tietojen määrittelyn myötä on mahdollista luoda FebDokiin uuden asennuksen ja asettaa perusasetukset valikossa ”Laitteiston perustaminen” oikeiksi.

Luonnossuunnitteluvaiheessa olisi mahdollista myös määritellä se, kuinka tarkasti sähköverkko tullaan mallintamaan, mikäli se tehdään FebDokilla. FebDok mahdollistaa verkon suunnittelun oikeita komponentteja käyttäen, mutta mikäli ennen verkon mallinusta ei ole sovittu kohteessa käytettävien suojalaitteiden toimittajasta mitään, menee tämä etu hukkaan.

### 5.4 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa suunnitellaan järjestelmät ja laitteet yksityiskohtaisesti.

Toteutussuunnitteluvaiheessa määritellään hankintatapa, laaditaan hankinta-asiakirjat ja piirustukset, valmistellaan hankinnat ja tehdään rakentamispäätös (9, s.1).

Sähköverkon mallintaminen FebDokilla on syytä aloittaa toteutuspiirustusvaiheessa. Tällöin määritetään tarkemmin kaikki muutkin sähkösuunnitelmat, kuten teho- ja mitoi-

tuslaskelmat, jakelujärjestelmät ja tarkennetaan jakelualueet. Kuvassa 9 on esitetty TATE95:n mukaiset sähkösuunnittelijan velvollisuudet.

## SÄH

- mitoitetaan jakelureiitit ja -järjestelmät
- määritellään ja sijoitetaan johtotiet ja -järjestelmät
- määritellään jakelujärjestelmät
- laaditaan keskusten pääkaaviot
- tarkennetaan jakelualueet
- tarkennetaan maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelmät
- suoritetaan teho- ja mitoituslaskelmat
- määritellään ohjausratkaisut
- tarkennetaan valaistusratkaisut
- määritellään ja sijoitetaan valaisimet
- tarkennetaan tila- ja suojausluokitukset
- suoritetaan lopullinen pistesijoittelu
- suunnitellaan ryhmytykset ja johdotukset
- laaditaan asennussuunnitelma, (vrt. kohta 7.10)

Kuva 9. Sähkösuunnittelijan velvollisuudet toteutussuunnitteluvaiheessa (9, s. 9).

Luonnossuunnitteluvaiheessa laskettujen tehontarpeiden perusteella suoritetaan teho- ja mitoituslaskelmat. Tämä antaa pohjan koko sähköverkon rakenteen mallintamiselle. Kuormien perusteella määritellään kaapelikoot ja käytettävät komponentit. Verkon mallintamisen myötä saadaan laskelmat sähköverkosta.

Laskelmista saatavia tietoja hyödynnetään sähkökeskusten tilauksessa. Keskussuunnittelua varten ohjelmasta saadaan keskusvalmistajaa varten tiedot oikosulkuvirroista ja suojalaitteiden vaatimista katkaisukyvyistä. Keskusten kokoonpanoa varten Ratakujan sähkökeskuksissa on käytetty mahdollisimman paljon IEC-standardin mukaisia kojeita, sillä keskusten todellisesta kokoonpanosta ei ollut insinööriyön kirjoitusvaiheessa tietoa.

Keskusvalmistajan toimittaessa kojeluettelot on mahdollista päivittää keskusten komponentit vastaamaan todellisuutta. Todellisilla komponenteilla voi varmistaa suojalaitteiden välisen selektiivisyyden, riittävän katkaisukyvyn ja tarvittaessa määritellä suojalaitteille asetteluarvoja. Tämän vuoksi yhteistyötä keskusvalmistajan, suunnittelijan ja keskuksen hankkivan osapuolen, eli yleensä urakoitsijan, kanssa voisi lisätä.

Keskukset yleensä tilataan ja toteutetaan tarjousten mukaan. Tarjoukset tehdään keskustusten pääkaavioiden mukaan, eikä niissä yleensä ole tarkennettu suojalaitteiden valmistajaa.

## 6 FebDokin soveltuvuus Pöyrylle

Opinnäytetyön tekohetkellä työskentelen toimisto- ja liikerakennusten sähkösuunnitteluun keskittyvässä tiimissä, joten opinnäytetyössä arvioidaan FebDokin soveltuvuutta lähinnä toimisto- ja liikerakennuksien sähkösuunnittelussa.


Sähköverkon mallintaminen Ratakujan Parkkitaloon sujui melko sujuvasti. Kohteen sähköverkko on erittäin yksinkertainen, mutta verrattavissa muidenkin suunnittelukohteiden sähköverkon mitoittamiseen. Monimutkaisemmaksi sähköverkko voi muodostua esimerkiksi jos verkkoa syöttää useampi muuntaja, käytetään kiskosiltoja tai jos kohteessa on varmennettu sähköverkko.

Yllä mainitut esimerkit saa kuitenkin FebDokilla mallinnettua. Kaapeleiden sijaan voidaan käyttää kiskostoa, rinnakkaisten muuntajien lukumäärän ja muuntajien tiedot voi ohjelmassa määritellä ja varmennetun verkon suojaus on myös mahdollista mallintaa FebDokilla.

Jotta ohjelmaa oppii varmuudella käyttämään oikeaoppisesti, on Sähköinfon järjestämä FebDok-kurssi suositeltavaa käydä. Oma koulutukseni valitettavasti peruuntui viime hetkellä, mutta Sähköinfon Esa Tiainen piti minulle ystävällisesti pikaisen demoesityksen ohjelman käytöstä ja vastasi tarvittaessa kysymyksiini ohjelmaan liittyen.

FebDokin käyttöliittymä on hyvin samanlainen kuin yrityksessä käytössä olevat suunnitteluohjelmat. Näin ollen ohjelman käyttöön on helppo tottua nopeasti.

FebDokista on saatavilla muutamia eri versioita. Ohjelma on mahdollista tilata yhden käyttäjän versiona, oppilaitosversion tai lähiverkkoversiona. Osastomme käyttöön sopivin versio voisi olla lähiverkkoversio yhdelle tai kahdelle yhtäaikaiselle käyttäjälle. Kuvassa 10 on esitetty FebDokista saatavilla olevat versiot. Ehtona useamman käyttäjän version hankinnalle on tietysti se, että henkilökuntaa koulutettaisiin ohjelman käyttöön.

<u>Nimi</u>	
	<p><b><u>FEBDOK 1 käyttäjä ylläpito</u></b>            Ohjelmiston hankintahinta on vuonna 2013: 1032 € (0% alv            .)Jäsenille 706 e (0 % alv) Hankintahinnan lisäksi k&amp;au...</p>
	<p><b><u>FEBDOK lähiverkkoversio 1 yhtäaikainen käyttäjä ylläpito</u></b>            Ohjelmiston hankintahinta on vuonna 2013: 1032€ (0 alv) (jäsenhinta            706 e (0 alv)) Hintaan lisätään alv. Hankintahinn...</p>
	<p><b><u>FEBDOK lähiverkkoversio 2 yhtäaikaista käyttäjää ylläpito</u></b>            Ohjelmiston hankintahinta on vuonna 2013: 1413€ (0 alv) (jäsenhinta            956 e (0 alv)) Hintaan lisätään alv. Hankintahinn...</p>
	<p><b><u>FEBDOK, oppilaitosversio</u></b>            Ohjelmiston hankintahinta on 1032 € (jäseniltä 706 e) Hintaan            lisätään alv. Hankintahinnan lisäksi k...</p>
	<p><b><u>FEBDOK lähiverkkoversio 3 yhtäaikaista käyttäjää ylläpito</u></b>            Ohjelmiston hankintahinta on vuonna 2013: 1794€ (0 alv) (jäsenhinta            1206 e (0 alv)) Hintaan lisätään alv. Hankintahin...</p>

Kuva 10. FebDokin tilattavissa olevat versiot.

Lähiverkkoversion etuihin kuuluu useamman suunnittelijan mahdollisuus käyttää ohjelmaa omalta koneeltaan, kun taas yhden käyttäjän versio sitoo tietyn suunnittelijan tekemään sähköverkon mitoituksia.

Lähiverkkoversiossa määritellään yksi käyttäjä admin-käyttäjäksi, joka hallinnoi muita käyttäjiä. Admin voi luoda tai poistaa käyttäjiä ja määrittellä käyttäjille projektikohtaiset oikeudet laskelmien muokkaamiseen ja lukemiseen.

FebDokin hankinnan myötä standardin vaatimien laskelmien dokumentointi saataisiin yhtenäiseksi projektista ja suunnitelmamuutoksesta toiseen. Pöyryllä käytössä oleva sähköverkon mitoitusohjelma sitoo käyttäjän suunnittelemaan verkon suojauksen tietyn valmistan tuotteilla. FebDokin myötä tarjottavia suunnittelupalveluja voitaisiin laajentaa, ja sähköverkko olisi mahdollista mallintaa entistä yksityiskohtaisemmin, jolloin välttyään verkon tarpeettomalta ylimitoitukselta ja jälkikäteen kalliiksi tulevilta muutostöiltä.

Ratakujan parkkitalon sähköverkko on hyvin yksinkertainen, mutta tästä huolimatta dokumentteja mitoituksesta kertyi 70 sivua. Laajemmissa kohteissa tulosteita kertyy varmasti huomattavasti enemmän, joten yrityksessä tulisi sopia yhteisesti siitä, mitä mitoistuloksia tulostetaan lopullisiin sähködokumentteihin. Tulosteiden liian suuri määrä voi johtaa siihen, että olennaisimmat tiedot hukkuvat vähemmän tärkeiden tietojen sekaan.

## 7 Yhteenveto

FebDokin käyttöliittymä on tehty yksinkertaiseksi ja ohjelmalla laskeminen ei osoittautunut ylitsepääsemättömäksi ongelmaksi, vaikka käyttäjä ei olekaan käynyt ohjelman käyttöön opastavaa kurssia. Mikäli ohjelma päätetään hankkia Pöyry Finland Oy:n käyttöön, tulisi vähintäänkin yksi ohjelmaa käyttävistä henkilöistä lähettää kurssille, jotta hän osaa varmasti käyttää ohjelmaa oikein ja jotta kaikkia ohjelman ominaisuuksia voidaan hyödyntää ja tarvittaessa toimimaan muiden käyttäjien tukena. Insinööriyön tekemisen myötä sain itselleni hyvän perustan ohjelman käytölle.

Ohjelmalla saadaan tuotettua SFS-6000-standardin vaatimat dokumentit kiinteistön sähköverkon mitoitukselta. Ohjelma tuottaa dokumentit asennuksen prospektiivisista oikosulkuvirroista lähes missä tahansa asennuksen kohdassa. Standardi vaatii tarvittaessa ilmoittamaan myös tiedot johtimien maksimipituuksista, ja ohjelmasta saakin tiedot suurimmista sallituista johdinpituuksista erikseen jännitteenaleneman sekä syötön automaattisen poiskytkennän kannalta. Ohjelma tuottaa myös lukuisia tulosteita, jotka ovat olennaisia sähköverkon mitoitusperusteiden dokumentoinnin kannalta.

Ohjelma tuo jo nykyisessä muodossaan oivallisen työkalun sähkösuunnittelijalle. Kehityksen myötä siitä voisi tulla Pöyry Finland Oy:n tärkein työkalu toimistojen ja liikerakennusten sähköverkon mitoituksessa ja sen toiminnan tarkastelussa. Ohjelmassa ja dokumentoinnissa on pieniä puutteita ja hieman kehitettävää, mutta FebDokin myötä sähköverkon mitoituksen dokumentoinnista saadaan siisti ja yhtenäinen projektista ja muutostyöstä toiseen.

Ohjelman käyttö vaatii suunnittelijalta myös käsin laskentaa. Suunnittelukohteen energiyhtiöltä ei saatu kaksivaiheista oikosulkuvirtaa ja pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta liittymispisteessä tuli myös itse määritellä.

Ohjelman hankinnan myötä tulisi pohtia mahdollisuutta tarjota asiakkaille entistä tarkempia suunnitelmamalleja keskustellen rakenteen kannalta. Tarkoilla suunnitelmilla ja oikeiden komponenttien käytöllä voidaan säästää asennusvaiheen jälkeen kalliiksi tulevilta korjaus- ja muutostöiltä. Tarkempien suunnitelmien myötä tulisi etukäteen sopia käytettävistä komponenteista tai niiden valmistajista.

Laajassa komponenttivalikoimassa on hyötynsä ja haittansa. Oma tietämättömyyteni suojalaitteista ja niiden eroista kävi selväksi laitteiden valintavaiheessa. Ohjelma pakottaa käyttäjän tutustumaan tarkemmin suojalaitteisiin ja niiden ominaisuuksiin, eikä tämä ole huono asia. Mikäli ennen toteutussuunnittelua ei sovita suojalaitteiden toimittajasta mitään, tulee suunnittelijalle päätöksen vaikeus käytettävistä komponenteista, joten yrityksessä voisi olla hyvä sopia yhteisesti mitä suojalaitteita käytetään silloin kun käytettävien laitteiden valmistaja ei ole tiedossa.

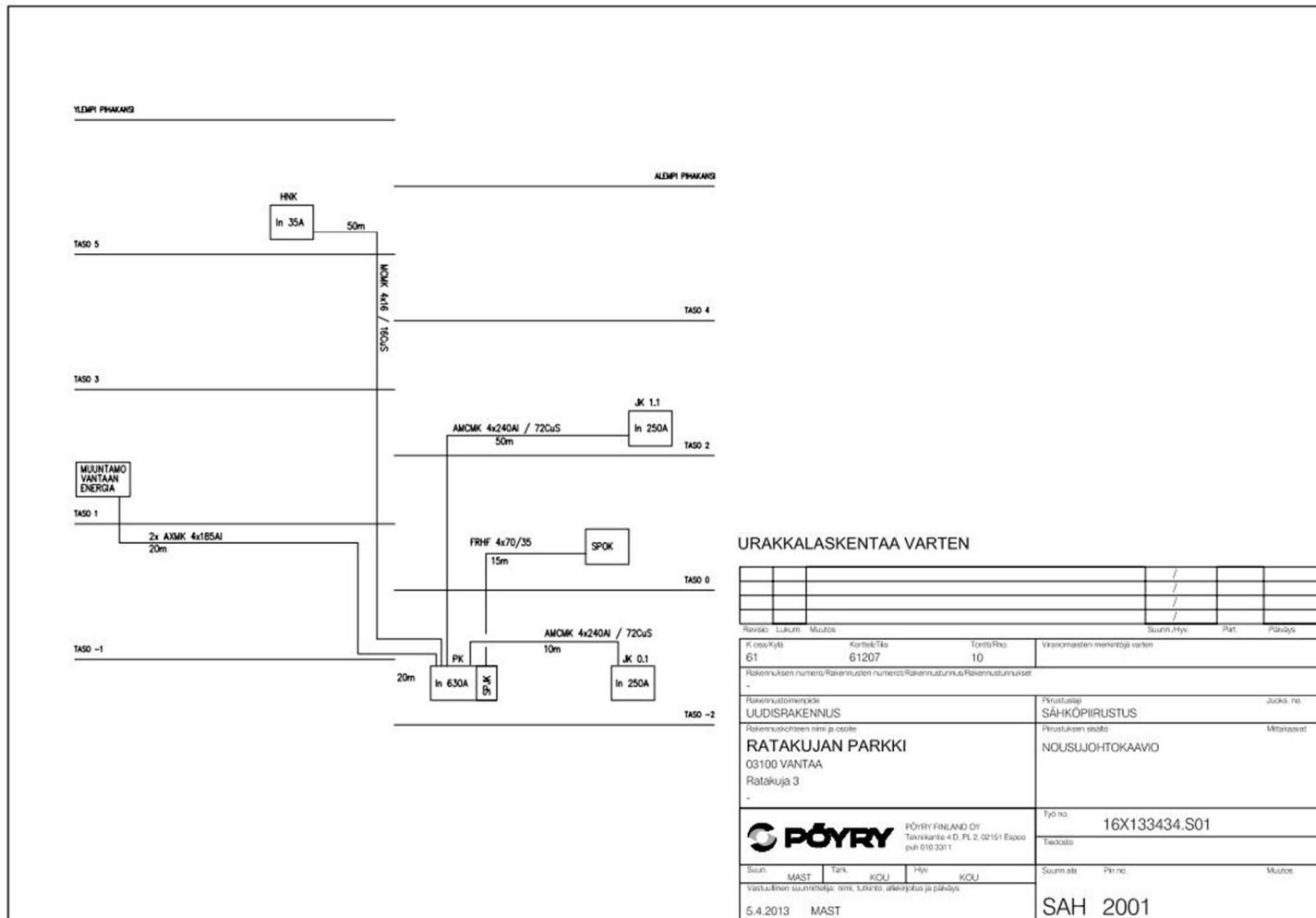
Insinööriyön myötä saatiin Pöyry Finland Oy:lle tuotettua kirjallinen raportti ohjelman käytöstä ja sen soveltuvuudesta yritykselle. Dokumenttien analysoinnin myötä saatiin Sähköinfo Oy:lle koottua sähkösuunnittelijan näkemyksiä siihen, miten dokumentteja voisi kehittää paremmiksi.

Insinööriyössä saatiin tarkasteltua suunnittelukohteen sähköverkon vaatimusten mukainen mitoitus ja toiminta. Lisäksi saatiin tuotettua tarvittavat dokumentit Ratakujan Parkkitalon sähköverkon mitoituksesta.

## Lähteet

- 1 Sähköasennukset. Osa 1: SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. 2012. SFS-käsikirja 600-1. 1. painos. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.
- 2 D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2013. 20. painos. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 3 Tiainen, Esa. 2010. Vikasuojauksen ja oikosulkusuojauksen erot. Sähköala 5/2010, s. 40–41.
- 4 Johdon mitoitus ja suojaus. 2010. 3. uudistettu painos. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 5 ST-kortti ST53.13. Kiinteistön sähköverkon suojauksen selektiivisyys. 2008. Espoo: Sähköinfo ry.
- 6 ST-kortti ST53.24. Ohjeita kiinteistöjen enintään 1000 V johtojen mitoituksesta ja suojauksesta. 2012. Espoo: Sähköinfo ry.
- 7 Tiainen, Esa. 2013. Tekninen johtaja, Sähköinfo Oy, Espoo. Keskustelu 3.5.2013.
- 8 Viilo, Torsti. 2010. Rakennuksen sähköverkon oikosulkuvirtojen laskeminen. Sähkö & Tele, 5/2010, s. 36–39.
- 9 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE95. 1995. Asunto-, toimitila-, ja rakennuttajaliitto RAKLI ry.

### Ratakujan Parkkitalon nousujohtokaavio

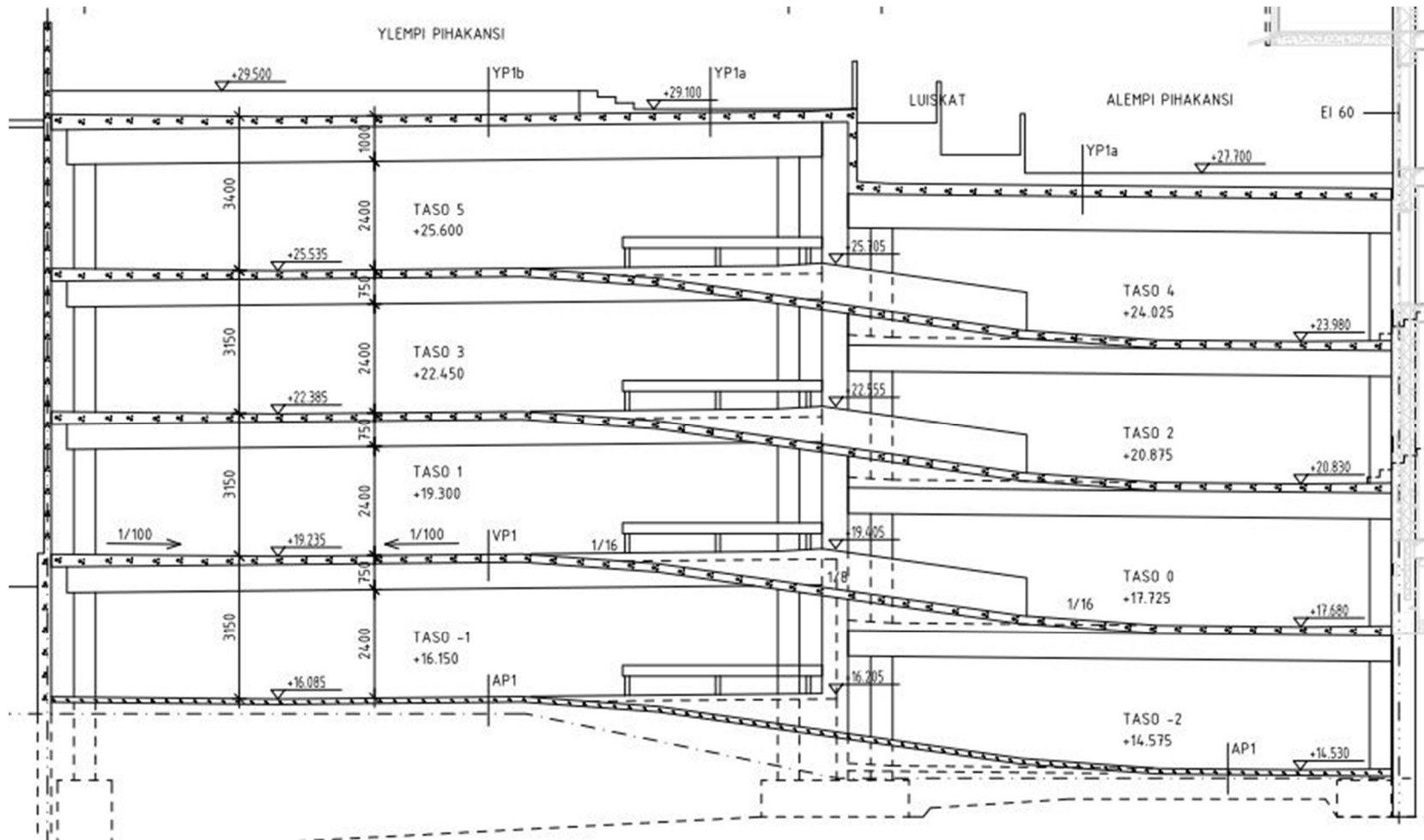


#### URAKKALASKENTAA VARTEN

Revisio	Lukum.	Muutos	Korttel/Tila	Tontti/Rhio	Vianomaston merkintä/varten	
61			61207	10		
Rakennuksen numero/Rakennuksen numero/Rakennustunnus/Rakennustunnukset						
-						
Rakennustomennimi			Päätös		Juokse no	
UUDISRAKENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS			
Rakennuksen nimi ja osoite			Päätöksen sisältö		Mitakaavat	
RATAKUJAN PARKKI 03100 VANTAA Ratakuja 3			NOUSUJOHTOKAAVIO			
-			Työ no.		16X133434.S01	
-			Tiedosto			
Suun.	MAST	Tark.	KOU	Hw	KOU	
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, alkaeväytys ja päiväys					Suunn. alk.	Päiv. no.
5.4.2013 MAST						Muutos
					SAH	2001



Ratakujan parkkitalon leikkaus



# Asennuksen dokumentointi

## RATAKUJAN PARKKI

**Asennus**

RATAKUJAN PARKKI

Ratakuja 3  
01300**Asiakas, omistaja**

Puh:

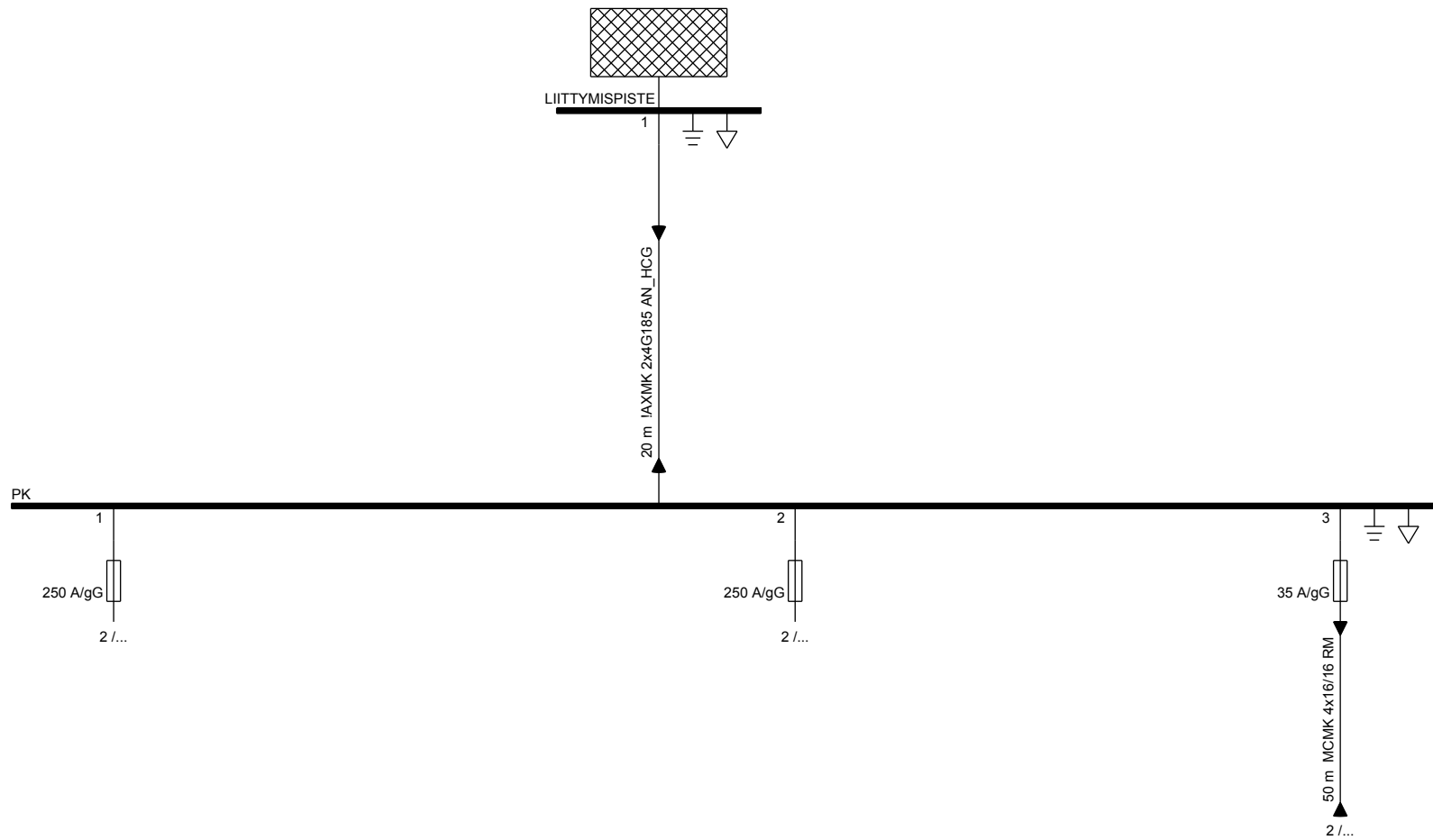
**Valmistellut:**


Sähköinfo Oy

Harakantie 18


02601 Espoo

Puh:




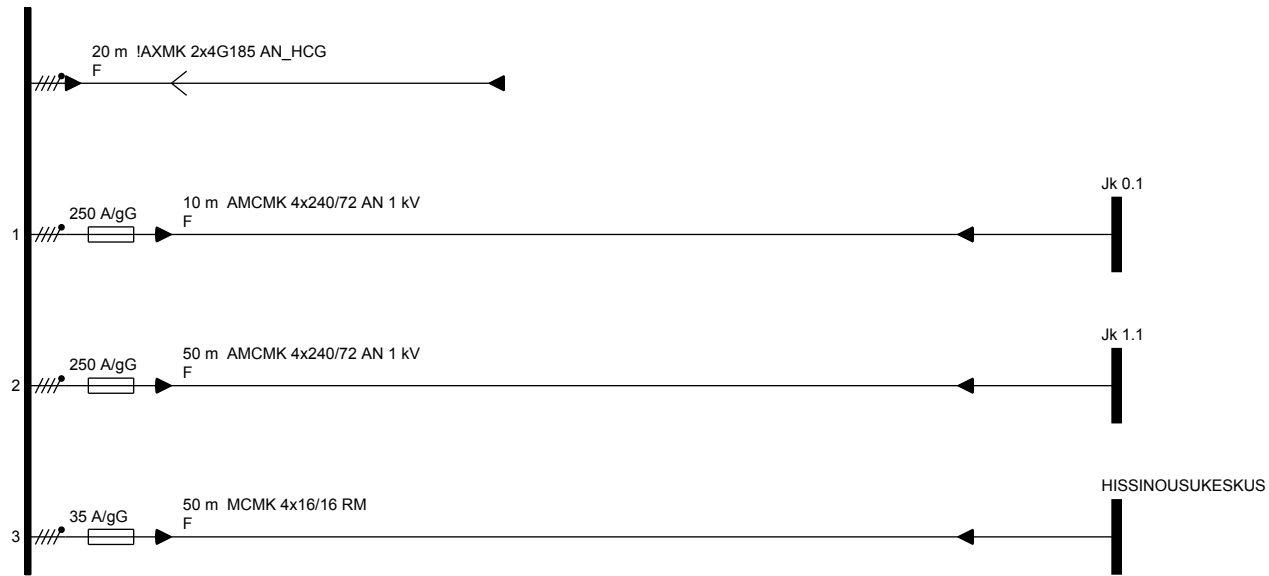
 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:03</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>		<p>400 V TN-C-S</p>
			<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>




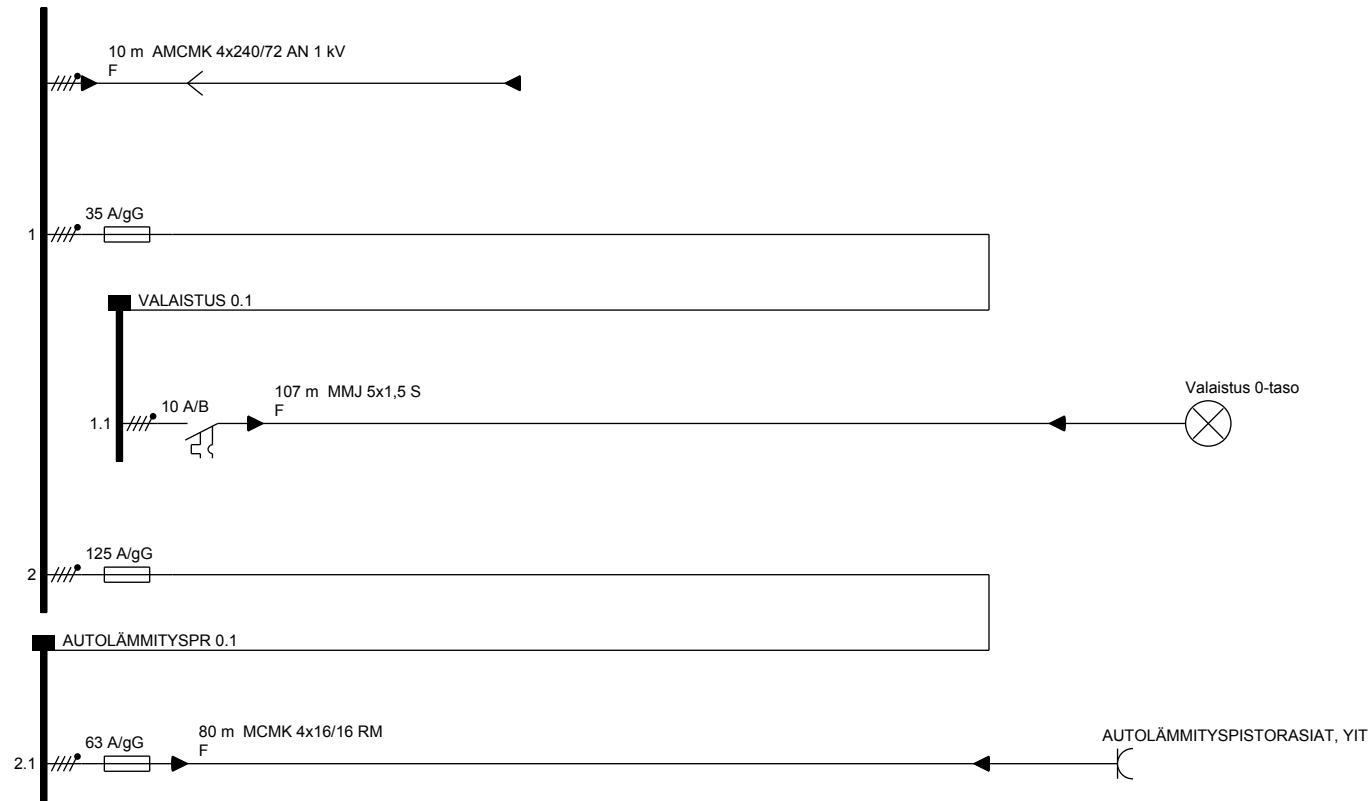
 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:03</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>		<p>400 V TN-C-S</p>
			<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>




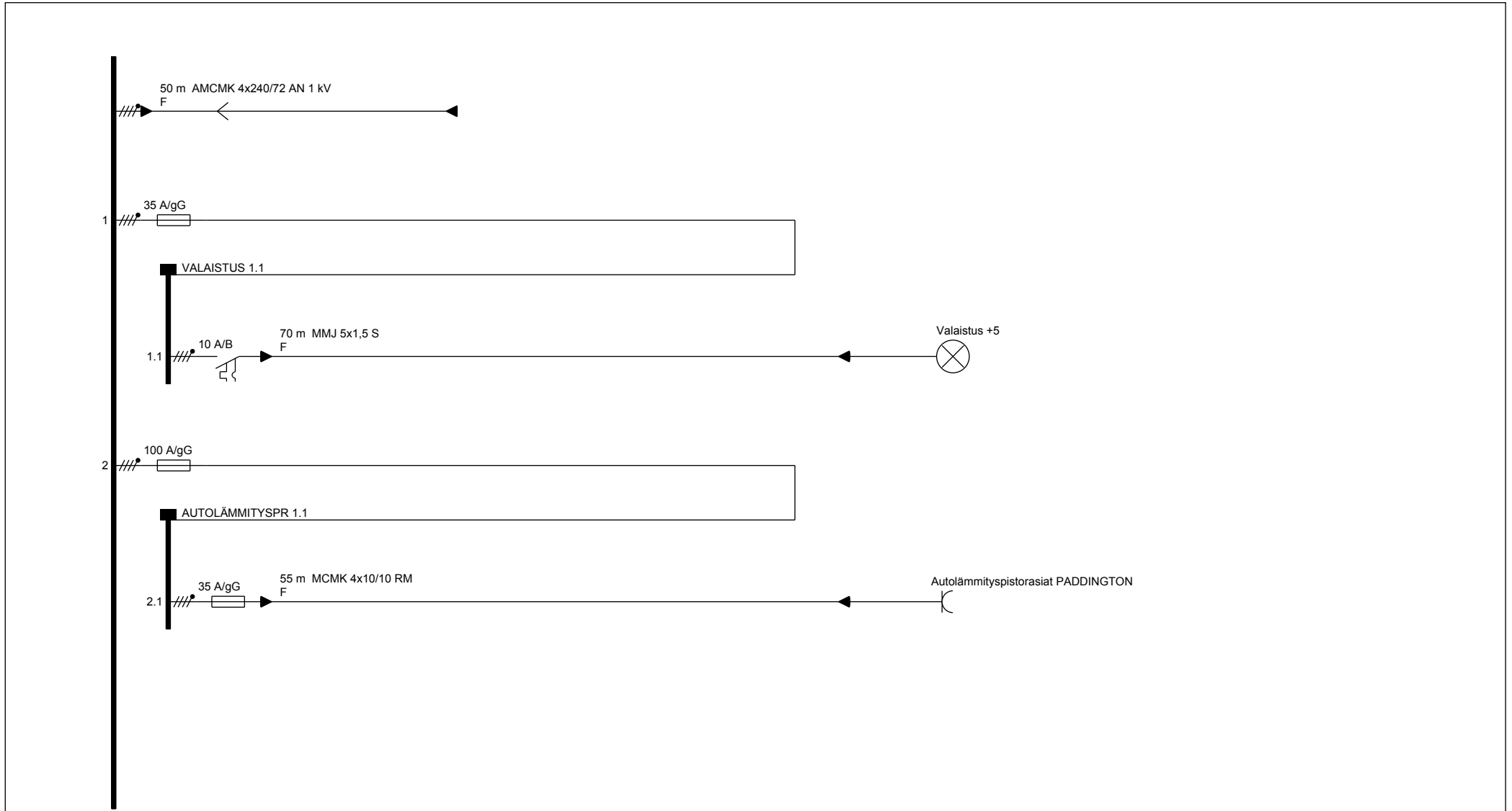
 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:03</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> LIITTYMISPISTE</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-C-S</p>
	<p><b>feb dok</b></p>	<p>Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 1 / 6</p>




 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:03</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> PK</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-C-S</p>
	<p><b>febdok</b></p>	<p>Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 2 / 6</p>

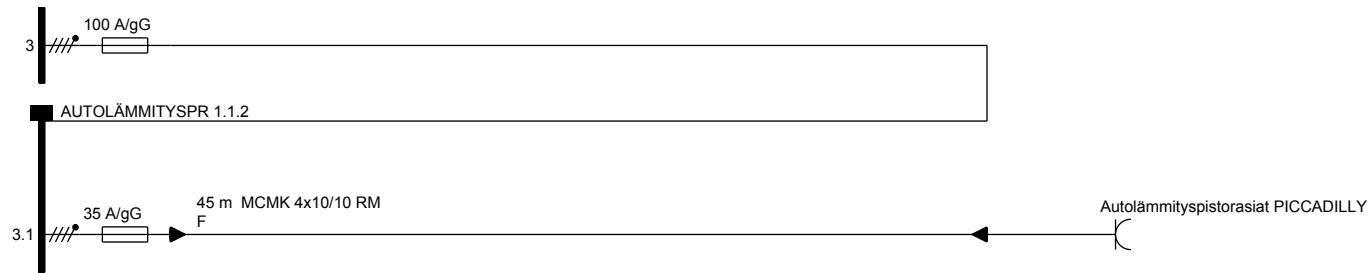



 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:03</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> JK 0.1</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-C-S</p>
	<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 3 / 6</p>	

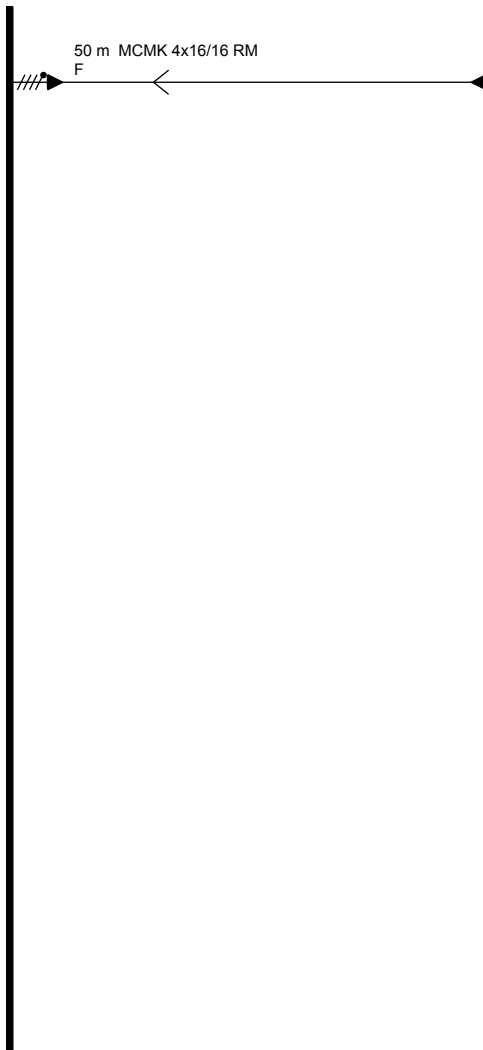



 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:03</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> JK 1.1</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-C-S</p>
	<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 4 / 6</p>	





 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:03</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> JK 1.1</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-C-S</p>
	<p><b>febdok</b></p>	<p>Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 5 / 6</p>



 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI <b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:03</p>	
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> HNK</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-C-S</p>
		<p><b>Febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 6 / 6</p>

## Päätiedot

## ASENNUS/OMISTAJA

Nimi : RATAKUJAN PARKKI  
 Osoite : Ratakuja 3  
 Postinro / -toimip. : 01300  
 Puhelin :

## OMISTAJA/ASIAKAS

Nimi :  
 Osoite :  
 PL :  
 Postinro / -toimip. :  
 Puhelin :  
 Faksi :  
 Yhteyshenkilö :  
 S-posti :

## Vastuullinen lisenssin - omistaja



Nimi : Sähköinfo Oy  
 Osoite : Harakantie 18  
 PL :  
 Postinro / -toimip. : 02601 Espoo  
 Puhelin :  
 Faksi :  
 S-posti :

## Esi- ja lopullisen ilmoituskaavakkeen tiedot

Tilausnumero : 16X133434.S01  
 Asennus perustettu : 25.04.2013  
 Viimeksi muutettu : 28.05.2013  
 Asennustiedosto :  
 Ilmoitus työstä lähetetty :  
 Säännönmukaisuuslausunto lähetetty :

## ASENNUKSEN MÄÄRITTELY

Jakelujärjestelmä : TN-C-S  
 Järjestelmäjännite : 400 V  
 Laskettu tunnisteesta : Laskettu jakokeskuksesta  
 Verkkotaajuus : 50 Hz  
 Jännitteenalenema lasketaan jakokeskuksesta : PK  
 Varoitustaso- koko jännitteenalema : 4 %  
 Varoitustaso- jänn. alenema viim. keskukseen : 2 %  
 Jännitteenalenema jakokeskukseen lasketaan jakokeskuksen mitoitusvirran perusteella.

Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300		Asennus: RATAKUJAN PARKKI	Pvm: 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Päätiedot	SFS 6000:2012 400 V TN-C-S	
	 5.3.09 14.2.2013	Sivu 1 / 2	

## Päätiedot

## Liittymiskohdan jakokeskuksen tiedot (jakopiste, liitäntäpiste)

Tunniste : LIITTYMISPISTE  
 Kuorman kuvaus : Muuntajan PJ-keskus  
 Vaiheiden lkm : 3  
 Vaiheiden kytkentä : L1-L2-L3-N  
 Mitoitettava kuormavirta : 345,00 A  
 Lämpötila jakokeskuksessa : 30,00 °C  
 Maadoitus/tasaus : Johdin/köysi / Tasaus  
 Jakelutyyppe : TN-C-S  
 Summakuormavirta [A] : L1: 106,4 L2: 106,4 L3: 106,4 N: 0,0  
 Totale tap [kW] : 2.63  
 Huomautukset

## EDELTVÄN VERKON TIEDOT

$I_{k3pmax}$	: 22,8	kA	$R_{+max}$	: 0,0085	$\Omega$
$\cos \phi$	: 0,8		$X_{+max}$	: 0,0064	$\Omega$
$I_{k2pmin}$	: 16,8	kA	$R_{+min}$	: 0,0090	$\Omega$
$\cos \phi$	: 0,8		$X_{+min}$	: 0,0068	$\Omega$
$I_{jPENmax}$	: 20,9	kA	$R_{0PENmax}$	: 0,0108	$\Omega$
$\cos \phi$	: 0,8		$X_{0PENmax}$	: 0,0081	$\Omega$
$I_{jPENmin}$	: 11,7	kA	$R_{0PENmin}$	: 0,0269	$\Omega$
$\cos \phi$	: 0,8		$X_{0PENmin}$	: 0,0202	$\Omega$
			$Z_{f\ddot{o}r}$	: 18,752	$\Omega$

Verkonhaltija viite : Pvm annettu : 07.05.2013  
 Huomautukset

## Huomautukset

## Asennuksen osoite:

Ratakuja 3  
01300

## Asennus:

RATAKUJAN PARKKI

Pvm: 28.5.2013 12:42:04



Sähköinfo Oy  
 Harakantie 18  
 02601 Espoo  
 Puh:

## Päätiedot

**febdok** 5.3.09  
14.2.2013

SFS 6000:2012

400 V TN-C-S

Sivu 2  
/ 2


# Piiriluettelo

Jakelutyypit		Maksimi vikavirrat ja impedanssit	Jakokeskus	Min. maasulkuvirrat ja impedanssit	Jakokeskus
Jakelutyypit:	TN-C-S	$I_{k3pmax}$ [kA] : 22,800 $\cos \phi$ : 0,80	R+ [ $\Omega$ ] : 0,0085	$I_{k3pmin}$ [kA] : 19,399 $\cos \phi$ : 0,80	R+ [ $\Omega$ ] : 0,0090
Maadoituselektrodi:	Johdin/köysi	$I_{k2pmax}$ [kA] : 19,745 $\cos \phi$ : 0,80	X+ [ $\Omega$ ] : 0,0064	$I_{k2pmin}$ [kA] : 16,800 $\cos \phi$ : 0,80	X+ [ $\Omega$ ] : 0,0068
Potentiaalintasaukset		$I_{jPENmax}$ [kA] : 20,900 $\cos \phi$ : 0,80	$R_{0PEN}$ [ $\Omega$ ] : 0,0108	$I_{jPENmin}$ [kA] : 11,700 $\cos \phi$ : 0,80	$R_{0PEN}$ [ $\Omega$ ] : 0,0269
Summakuormavirta [A]:	L1: 106,37 A    L2: 106,37 A L3: 106,37 A    N: 0,00 A		$X_{0PEN}$ [ $\Omega$ ] : 0,0081		$X_{0PEN}$ [ $\Omega$ ] : 0,0202

Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppi	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{Im}$ [m]
1	PK PÄÄKESKUS Maadoituselektrodi, potentiaalintasaus	Jakokeskus L1-L2-L3-N TN-S	!AXMK 2x4G185 AN_HCG F	20	1,0 0,8 0,9	533,10 345,00 0,34		22,800 9,409 9,409		


  

 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p>Pvm: 28.5.2013 12:42:04</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> LIITTYMISPISTE</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-C-S</p>
	<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 1 / 1</p>	

# Piiriluettelo

	Maksimi vikavirrat ja impedanssit	Jakokeskus	Min. maasulkuvirrat ja impedanssit	Jakokeskus
Jakelutyyppe: TN-S	$I_{k3pmax}$ [kA] : 19,380 $\cos \phi$ : 0,81	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0101	$I_{k3pmin}$ [kA] : 16,175 $\cos \phi$ : 0,82	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0112
Maadoituselektrodi: Perusta+raudoitus	$I_{k2pmax}$ [kA] : 16,784 $\cos \phi$ : 0,81	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0073	$I_{k2pmin}$ [kA] : 14,008 $\cos \phi$ : 0,82	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0077
Potentiaalintasaukset	$I_{k1pmax}$ [kA] : 15,903 $\cos \phi$ : 0,82	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0174	$I_{k1pmin}$ [kA] : 9,475 $\cos \phi$ : 0,83	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0353
Summakuormavirta [A]: L1: 106,37 A    L2: 106,37 A L3: 106,37 A    N: 0,00 A	$I_{jPEmax}$ [kA] : 15,731 $\cos \phi$ : 0,81	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0113 $R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0174 $X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0122	$I_{jPEmin}$ [kA] : 9,409 $\cos \phi$ : 0,82	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0234 $R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0353 $X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0242

Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppe	Kaapelimerkintä Kaapelityyppe Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{im}$ [m]
1	JK 0.1 Jk 0.1	Jakokeskus L1-L2-L3-N TN-S	AMCMK 4x240/72 AN 1 kV F	10	1,1 0,9 1,0	304,50 151,55 0,11		19,380 8,252 7,760	IEC IEC_gG	250 120 Ic 196,0
2	JK 1.1 Jk 1.1	Jakokeskus L1-L2-L3-N TN-S	AMCMK 4x240/72 AN 1 kV F	50	1,1 0,9 1,0	304,50 159,53 0,59		19,380 5,439 4,545	IEC IEC_gG	250 120 Ic 196,0
3	HNK HISSINOUSUKESKUS	Jakokeskus L1-L2-L3-N TN-S	MCMK 4x16/16 RM F	50	1,1 0,9 1,0	73,80 0,00 0,00		19,380 1,384 1,382	IEC IEC_D_gG	35 20 Ic 389,4

 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> PK</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-S</p>
		<p><b>Febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 1 / 1</p>



## Piiriluettelo

Jakelutyypin tiedot		Maksimi vikavirrat ja impedanssit			Jakokeskus			Min. maasulkuvirrat ja impedanssit			Jakokeskus		
Jakelutyypin tiedot: TN-S		$I_{k3pmax}$ [kA] : 17,229	$\cos \phi$ : 0,81	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0114	$I_{k3pmin}$ [kA] : 14,309	$\cos \phi$ : 0,83	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0127	$I_{k2pmax}$ [kA] : 14,920	$\cos \phi$ : 0,81	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0083	$I_{k2pmin}$ [kA] : 12,392	$\cos \phi$ : 0,83	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0087
Summakuormavirta [A]: L1: 42,89 A L2: 42,89 A L3: 42,89 A N: 0,00 A		$I_{k1pmax}$ [kA] : 13,279	$\cos \phi$ : 0,82	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0224	$I_{k1pmin}$ [kA] : 8,252	$\cos \phi$ : 0,84	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0413	$I_{jPEmax}$ [kA] : 12,295	$\cos \phi$ : 0,83	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0145	$I_{jPEmin}$ [kA] : 7,760	$\cos \phi$ : 0,84	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0265
				$R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0265						$R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0462			$X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0283
				$X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0162									
Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyypin	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{im}$ [m]			
1	VALAISTUS 0.1 VALAISTUSLÄHDÖT 0.1	Ryhmittely L1-L2-L3-N TN-S				0,11		17,229 8,252 7,760	IEC IEC_D_gG	35 20 0,0			
1.1 *	VALAISTUS 0-TASO Valaistus 0-taso	Kiinteä kuorma L1-L2-L3-N	MMJ 5x1,5 S F	107	1,1 1,0 0,7	13,70 3,03 2,04		17,229 0,070 0,070	SCHNEIDER C60L_B	10 18,7 157,0			
2	AUTOLÄMMITYSPR 0.1 AUTOLÄMMITYSPISTORASIA	Ryhmittely L1-L2-L3-N TN-S				0,11		17,229 8,252 7,760	IEC IEC_gG	125 120 0,0			
2.1 *	PR YIT AUTOLÄMMITYSPISTORASIA, YIT	Muuttuva kuorma L1-L2-L3-N	MCMK 4x16/16 RM F	80	1,1 1,0 1,0	84,90 40,00 2,01		17,229 0,898 0,891	IEC IEC_gG	63 120 208,7			
Sähköinfo Oy		Asennuksen osoite:			Asennus:			Pvm: 28.5.2013 12:42:04					
Harakantie 18		Ratakuja 3 01300			RATAKUJAN PARKKI								
02601 Espoo		Asiakas, omistaja:			Jakokeskus			SFS 6000:2012					
Puh:					JK 0.1			400 V TN-S					
					febdok			Sivu 1					
					Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013			/ 1					

# Piiriluettelo


Jakelutyyppi:	Maksimi vikavirrat ja impedanssit	Jakokeskus	Min. maasulkuvirrat ja impedanssit	Jakokeskus
TN-S	$I_{k3pmax}$ [kA] : 11,931 $\cos \phi$ : 0,81	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0164	$I_{k3pmin}$ [kA] : 9,790 $\cos \phi$ : 0,83	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0187
	$I_{k2pmax}$ [kA] : 10,332 $\cos \phi$ : 0,81	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0120	$I_{k2pmin}$ [kA] : 8,478 $\cos \phi$ : 0,83	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0124
	$I_{k1pmax}$ [kA] : 7,999 $\cos \phi$ : 0,83	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0424	$I_{k1pmin}$ [kA] : 5,439 $\cos \phi$ : 0,85	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0654
Summakuormavirta [A]: L1: 63,49 A    L2: 63,49 A L3: 63,49 A    N: 0,00 A	$I_{jPEmax}$ [kA] : 6,547 $\cos \phi$ : 0,86	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0271 $R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0629 $X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0324	$I_{jPEmin}$ [kA] : 4,545 $\cos \phi$ : 0,88	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0392 $R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0899 $X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0444

Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppi	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{im}$ [m]
1	VALAISTUS 1.1 Valaistus 1.1	Ryhmittely L1-L2-L3-N TN-S				0,59		11,931 5,439 4,545	IEC IEC_D_gG	35 20 $I_c$ 0,0
1.1 *	VALAISTUS +5 Valaistus +5	Kiinteä. kuorma L1-L2-L3-N	MMJ 5x1,5 S F	70	1,1 1,0 0,7	13,70 3,03 1,86		11,931 0,106 0,106	SCHNEIDER C60L_B	10 18.7 $I_{cs}$ 156,3
2	AUTOLÄMMITYSPR 1.1 Autolämmitys spr 1.1 PADDINGTON	Ryhmittely L1-L2-L3-N TN-S				0,59		11,931 5,439 4,545	IEC IEC_gG	100 120 $I_c$ 0,0
2.1 *	AUTOLÄMMITYSPR +5 Autolämmityspistorasiat PADDINGTON	Muuttuva kuorma L1-L2-L3-N	MCMK 4x10/10 RM F	55	1,1 1,0 0,7	44,50 30,30 2,17		11,931 0,792 0,768	IEC IEC_D_gG	35 20 $I_c$ 242,2
3	AUTOLÄMMITYSPR 1.1.2 Autolämmityspistorasiat piccadilly	Ryhmittely L1-L2-L3-N TN-S				0,59		11,931 5,439 4,545	IEC IEC_gG	100 120 $I_c$ 0,0
3.1 *	AUTOLÄMMITYSPR PIC Autolämmityspistorasiat PICCADILLY	Muuttuva kuorma L1-L2-L3-N	MCMK 4x10/10 RM F	45	1,1 1,0 0,7	44,50 30,30 1,88		11,931 0,940 0,907	IEC IEC_D_gG	35 20 $I_c$ 242,2

 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300	Asennus: RATAKUJAN PARKKI	Pvm: 28.5.2013 12:42:04
	Asiakas, omistaja:	Jakokeskus JK 1.1	SFS 6000:2012 400 V TN-S
	Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013		Sivu 1 / 1



# Piiriluettelo

Jakelutyyppi: TN-S				Maksimi vikavirrat ja impedanssit		Jakokeskus		Min. maasulkuvirrat ja impedanssit		Jakokeskus	
Summakuormavirta [A]:				L1: 0,00 A	L2: 0,00 A	$I_{k3pmax}$ [kA] : 3,521	$\cos \phi$ : 0,98	R+ [ $\Omega$ ] : 0,0676	$I_{k3pmin}$ [kA] : 2,707	$\cos \phi$ : 0,99	R+ [ $\Omega$ ] : 0,0799
				L3: 0,00 A	N: 0,00 A	$I_{k2pmax}$ [kA] : 3,049	$\cos \phi$ : 0,98	X+ [ $\Omega$ ] : 0,0130	$I_{k2pmin}$ [kA] : 2,344	$\cos \phi$ : 0,99	X+ [ $\Omega$ ] : 0,0134
						$I_{k1pmax}$ [kA] : 1,880	$\cos \phi$ : 0,99	R <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,2474	$I_{k1pmin}$ [kA] : 1,384	$\cos \phi$ : 0,99	R <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,3105
						$I_{jPEmax}$ [kA] : 1,876	$\cos \phi$ : 0,99	X <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0309	$I_{jPEmin}$ [kA] : 1,382	$\cos \phi$ : 0,99	X <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0430
								R <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,2474			R <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,3105
								X <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0362			X <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0482
Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppi	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_C$ [kA] $I_{Im}$ [m]	
 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>			<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakujja 3 01300</p> <p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>			<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p> <p><b>Jakokeskus</b> HNK</p> <p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>			<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04</p> <p>SFS 6000:2012 400 V TN-S</p> <p>Sivu 1 / 1</p>		

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 1

<b>Jakokeskus</b>	: PK	Jakelutyyppi	: TN-S
Kuorman kuvaus	: PÄÄKESKUS		
Maadoituselektrodi	: Perusta+raudoitus	Potentiaalintasaukset	
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 345,0 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0,95	Lämpötila	: 30 °C
Mitoitusteho, Pn	: 227,1 kW	jakokeskuksessa	
Mitoitusteho, Sn	: 239,0 kVA	Kurs nr innmating	
Summakuormavirta	: L1: 106,4 A      L2: 106,4 A      L3: 106,4 A      N: 0,0 A		
Sum nedstrøms tap	: 1,9 [kW]		
	:		

<b>Jännitteenalenema yhteensä</b>	: 1,4 V	0,3 %	Jännite liittimissä	: 398.6
...Viimeiseen jakokeskukseen	: 0,0 V	0,0 %		
...yli edellisen Kaapeli	: 1,4 V	0,3 %	Maksimi pituus	: 116,9 m

<b>Kaapeli</b>	:		
Kaapelityyppi/pinta-ala	: !AXMK 2x4G185 AN_HCG		
Asennusmenetelmä	: F		
Ympäristön lämpötila	: 25,0 °C	2 rinnakkaista piiriä	
Kaapelin pituus	: 20,0 m	Muu korjaustekijä	0.9
Häviö kaapelissa	: 750,80 W      37,54 W/m		
Virtakapasiteetti	: 533,10 A		

## Kaapeli

	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kaapeli t=k²S²/I² [s]	t Irtikykentä [s]
Ik3p max	22,799	0,80	33,466		
Ik3p max loppu	19,379	0,81	28,373		
Ik3p min	16,174	0,82	23,626		
Ik2p max	19,745	0,80	28,983		
Ik2p max loppu	16,783	0,81	24,573		
Ik2p min	14,007	0,82	20,460		
Ik1p max	20,899	0,80	30,677		
Ik1p max loppu	15,731	0,81	23,013		
Ik1p min	9,408	0,82	13,738		
Ij max	20,899	0,80	30,677		
Ij max loppu	15,731	0,81	23,013		
Ij min	9,408	0,82	13,738		

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia  
# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
Sähköinfo Oy  Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	<b>Jakokeskus</b> LIITTYMISPISTE  Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	SFS 6000:2012 400 V TN-C-S Sivu 1 / 22

## Mitoitustulokset



Piiri nro. 1

<b>Jakokeskus</b>	: JK 0.1	Jakelutyyppi	: TN-S
Kuorman kuvaus	: Jk 0.1		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 151,6 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.95	Lämpötila	: 30 °C
Mitoitusteho, Pn	: 99,7 kW	jakokeskuksessa	:
Mitoitusteho, Sn	: 104,9 kVA	Kurs nr innmating	:
Summakuormavirta	: L1: 42,9 A	L2: 42,9 A	L3: 42,9 A
Sum nedstrøms tap	: 0,6 [kW]	N: 0,0 A	
	:		

<b>Jännitteenalenema yhteensä</b>	: 0,5 V	0,1 %	Jännite liittimissä	: 399,5
...Viimeiseen jakokeskukseen	: 0,0 V	0,0 %		
...yli edellisen Kaapeli	: 0,5 V	0,1 %	Maksimi pituus	: 177,3 m

<b>Kaapeli</b>	:		
Kaapelityyppi/pinta-ala	: AMCMK 4x240/72 AN 1 kV		
Asennusmenetelmä	: F		
Ympäristön lämpötila	: 25,0 °C	1 rinnakkainen piiri	
Kaapelin pituus	: 10,0 m	Muu korjaustekijä	1
Häviö kaapelissa	: 103,48 W	10,35 W/m	
Virtakapasiteetti	: 304,50 A		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisuyksikkö	: IEC_gG	EAN-nummer	:
Laukaisuyksiköt	: 250A	Katkaisukyvyt	: 120,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 250,00 A	I2-arvo	: 400,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A
Kaapeli, Suurin pituus, jolloin poiskytkentä maasulussa sallitussa ajassa			: 196,0 m

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	<b>Jakokeskus</b> PK	SFS 6000:2012 400 V TN-S
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 2 / 22

## Mitoitustulokset



Piiri nro.

1

	Yhdistetty suoja				
	Ik [kA]	cos phi	i̇ [kA]	Kaapeli t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s]	t Ir <sup>2</sup> ikytentä [s]
Ik3p max	19,379	0,81	28,373	0,886	0,010
Ik3p max loppu	17,228	0,81	25,231	1,121	0,010
Ik3p min	14,135	0,83	20,616	1,665	0,010
Ik2p max	16,783	0,81	24,573	1,181	0,010
Ik2p max loppu	14,920	0,81	21,851	1,495	0,010
Ik2p min	12,241	0,83	17,854	2,220	0,010
Ik1p max	15,902	0,82	23,220	1,316	0,010
Ik1p max loppu	13,278	0,82	19,385	1,887	0,010
Ik1p min	8,135	0,84	11,842	5,027	0,012
Ij max	15,731	0,81	23,013	0,277	0,010
Ij max loppu	12,295	0,83	17,921	0,454	0,010
Ij min	7,602	0,85	11,049	1,186	0,015

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia

# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300		Mitoitustulokset asennus: RATAKUJAN PARKKI		Pvm: 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Jakokeskus PK	SFS 6000:2012 400 V TN-S		Sivu 3 / 22
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013			

## Mitoitustulokset



Piiri nro. 2

<b>Jakokeskus</b>	: JK 1.1	Jakelutyyppi	: TN-S
Kuorman kuvaus	: Jk 1.1		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 159,5 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.95	Lämpötila	: 30 °C
Mitoitusteho, Pn	: 105,0 kW	jakokeskuksessa	:
Mitoitusteho, Sn	: 110,5 kVA	Kurs nr innmating	:
Summakuormavirta	: L1: 63,5 A	L2: 63,5 A	L3: 63,5 A
Sum nedstrøms tap	: 0,6 [kW]	N: 0,0 A	
	:		

<b>Jännitteenalenema yhteensä</b>	: 2,4 V	0,6 %	Jännite liittimissä	: 397.6
...Viimeiseen jakokeskukseen	: 0,0 V	0,0 %		
...yli edellisen Kaapeli	: 2,5 V	0,6 %	Maksimi pituus	: 168,4 m

<b>Kaapeli</b>	:		
Kaapelityyppi/pinta-ala	: AMCMK 4x240/72 AN 1 kV		
Asennusmenetelmä	: F		
Ympäristön lämpötila	: 25,0 °C	1 rinnakkainen piiri	
Kaapelin pituus	: 50,0 m	Muu korjaustekijä	1
Häviö kaapelissa	: 573,34 W	11,47 W/m	
Virtakapasiteetti	: 304,50 A		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisuyksikkö	: IEC_gG	EAN-nummer	:
Laukaisuyksiköt	: 250A	Katkaisukyvyt	: 120,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 250,00 A	I2-arvo	: 400,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A
Kaapeli, Suurin pituus, jolloin poiskytkentä maasulussa sallitussa ajassa			: 196,0 m

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	<b>Jakokeskus</b> PK	SFS 6000:2012 400 V TN-S
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 4 / 22

## Mitoitustulokset



Piiri nro.

2

	Yhdistetty suoja				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kaapeli t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s]	t Ir <sup>2</sup> kytkentä [s]
Ik3p max	19,379	0,81	28,373	0,886	0,010
Ik3p max loppu	11,930	0,81	17,484	2,338	0,010
Ik3p min	9,390	0,85	13,654	3,773	0,010
Ik2p max	16,783	0,81	24,573	1,181	0,010
Ik2p max loppu	10,332	0,81	15,142	3,117	0,010
Ik2p min	8,132	0,85	11,825	5,031	0,012
Ik1p max	15,902	0,82	23,220	1,316	0,010
Ik1p max loppu	7,999	0,83	11,673	5,200	0,012
Ik1p min	5,189	0,86	7,528	12,356	0,056
Ij max	15,731	0,81	23,013	0,277	0,010
Ij max loppu	6,547	0,86	9,500	1,599	0,025
Ij min	4,274	0,89	6,181	3,753	0,111

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia

# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300		Mitoitustulokset asennus: RATAKUJAN PARKKI		Pvm: 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Jakokeskus PK		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013		Sivu 5 / 22	

## Mitoitustulokset



Piiri nro. 3

<b>Jakokeskus</b>	: HNK	Jakelutyyppi	: TN-S
Kuorman kuvaus	: HISSINOUSUKESKUS		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 0,0 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.9	Lämpötila	: 30 °C
Mitoitusteho, Pn	: 0,0 kW	jakokeskuksessa	:
Mitoitusteho, Sn	: 0,0 kVA	Kurs nr innmating	:
Summakuormavirta	: L1: 0,0 A L2: 0,0 A L3: 0,0 A N: 0,0 A		
Sum nedstrøms tap	: 0,0 [kW]		
	:		

<b>Jännitteenalenema yhteensä</b>	: 0,0 V	0,0 %	Jännite liittimissä	: 400
...Viimeiseen jakokeskukseen	: 0,0 V	0,0 %		
...yli edellisen Kaapeli	: 0,0 V	0,0 %	Maksimi pituus	: 0,0 m

<b>Kaapeli</b>	:		
Kaapelityyppi/pinta-ala	: MCMK 4x16/16 RM		
Asennusmenetelmä	: F		
Ympäristön lämpötila	: 25,0 °C	1 rinnakkainen piiri	
Kaapelin pituus	: 50,0 m	Muu korjaustekijä	1
Häviö kaapelissa	: 0,00 W	0,00 W/m	
Virtakapasiteetti	: 73,80 A		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisuyksikkö	: IEC_D_gG	EAN-nummer	:
Laukaisuyksiköt	: IEC_D_gG_35	Katkaisukyvyt	: 20,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 35,00 A	I2-arvo	: 56,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A
Kaapeli, Suurin pituus, jolloin poiskytkentä maasulussa sallitussa ajassa			: 389,4 m

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
Sähköinfo Oy	<b>Jakokeskus</b> PK	SFS 6000:2012 400 V TN-S
 Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 6 / 22

## Mitoitustulokset



Piiri nro.

3

	Yhdistetty suoja				
	Ik [kA]	cos phi	î [kA]	Kaapeli t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s]	t Ir <sup>2</sup> kytkentä [s]
Ik3p max	19,379	0,81	28,373	0,009	0,100
Ik3p max loppu	3,520	0,98	5,078	0,273	0,100
Ik3p min	2,408	0,99	3,474	0,584	0,100
Ik2p max	16,783	0,81	24,573	0,012	0,100
Ik2p max loppu	3,048	0,98	4,397	0,364	0,100
Ik2p min	2,085	0,99	3,008	0,779	0,100
Ik1p max	15,902	0,82	23,220	0,013	0,100
Ik1p max loppu	1,880	0,99	2,712	0,958	0,100
Ik1p min	1,227	0,99	1,770	2,249	0,100
Ij max	15,731	0,81	23,013	0,014	0,100
Ij max loppu	1,876	0,99	2,706	0,962	0,100
Ij min	1,226	0,99	1,769	2,252	0,100

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia

# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300		Mitoitustulokset asennus: RATAKUJAN PARKKI		Pvm: 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Jakokeskus PK		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013		Sivu 7 / 22	



## Mitoitustulokset



Piiri nro. 1

<b>Ryhmittely</b>	: VALAISTUS 0.1	Jakelutyyppi	: TN-S
Kuorman kuvaus	: VALAISTUSLÄHDÖT 0.1		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 12,1 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.95	Lämpötila	: 30 °C
Mitoitusteho, Pn	: 8,0 kW	jakokeskuksessa	:
Mitoitusteho, Sn	: 8,4 kVA	Kurs nr innmating	:
Summakuormavirta	: L1: 3,0 A L2: 3,0 A L3: 3,0 A N: 0,0 A		
Sum nedstrøms tap	: 0,0 [kW]		
	:		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisuyksikkö	: IEC_D_gG	EAN-nummer	:
Laukaisuyksiköt	: IEC_D_gG_35	Katkaisukyvyt	: 20,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 35,00 A	I2-arvo	: 56,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A

Yhdistetty suoja					
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kaapeli t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s]	t Irtikytkentä [s]
Ik3p max	17,228	0,81	25,231		0,100
Ik3p max loppu	17,228	0,81	25,231		0,100
Ik3p min	14,308	0,83	20,887		0,100
Ik2p max	14,920	0,81	21,851		0,100
Ik2p max loppu	14,920	0,81	21,851		0,100
Ik2p min	12,391	0,83	18,089		0,100
Ik1p max	13,278	0,82	19,385		0,100
Ik1p max loppu	13,278	0,82	19,385		0,100
Ik1p min	8,251	0,84	12,022		0,100
Ij max	12,295	0,83	17,921		0,100
Ij max loppu	12,295	0,83	17,921		0,100
Ij min	7,759	0,84	11,289		0,100

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia  
# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
Sähköinfo Oy	<b>Jakokeskus</b> JK 0.1	SFS 6000:2012 400 V TN-S
 Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 8 / 22

## Mitoitustulokset



Piiri nro. 2

<b>Ryhmittely</b>	: AUTOLÄMMITYSPR 0.1	Jakelutyyppi	: TN-S
Kuorman kuvaus	: AUTOLÄMMITYSPISTORASIA		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 101,0 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 1	Lämpötila	: 30 °C
Mitoitusteho, Pn	: 70,0 kW	jakokeskuksessa	:
Mitoitusteho, Sn	: 70,0 kVA	Kurs nr innmating	:
Summakuormavirta	: L1: 40,0 A	L2: 40,0 A	L3: 40,0 A
Sum nedstrøms tap	: 0,5 [kW]		N: 0,0 A
	:		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisusyksikkö	: IEC_gG	EAN-nummer	:
Laukaisusyksiköt	: 125A	Katkaisukyvyt	: 120,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 125,00 A	I2-arvo	: 200,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A

	Yhdistetty suoja				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kaapeli t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s]	t Irtikytkentä [s]
Ik3p max	17,228	0,81	25,231		0,010
Ik3p max loppu	17,228	0,81	25,231		0,010
Ik3p min	14,308	0,83	20,887		0,010
Ik2p max	14,920	0,81	21,851		0,010
Ik2p max loppu	14,920	0,81	21,851		0,010
Ik2p min	12,391	0,83	18,089		0,010
Ik1p max	13,278	0,82	19,385		0,010
Ik1p max loppu	13,278	0,82	19,385		0,010
Ik1p min	8,251	0,84	12,022		0,010
Ij max	12,295	0,83	17,921		0,010
Ij max loppu	12,295	0,83	17,921		0,010
Ij min	7,759	0,84	11,289		0,010

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia  
# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakujan 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
Sähköinfo Oy	<b>Jakokeskus</b> JK 0.1	SFS 6000:2012 400 V TN-S
 Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 9 / 22

## Mitoitustulokset



Piiri nro. 1.1

<b>Kiinteä. kuorma</b>	: VALAISTUS 0-TASO		
Kuorman kuvaus	: Valaistus 0-taso		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 3,03 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.95		
Mitoitusteho, Pn	: 2,0 kW	Hyödyntämisaste	: 1
Mitoitusteho, Sn	: 2,1 kVA	Samanaikaisuuskerroin	: 1

<b>Jännitteenalenema yhteensä</b>	: 8,2 V	2,0 %	Jännite liittimissä	: 391.8
...Viimeiseen jakokeskukseen	: 0,5 V	0,1 %		
...yli edellisen Kaapeli	: 8,1 V	2,0 %	Maksimi pituus	: 215,2 m

<b>Kaapeli</b>	:		
Kaapelityyppi/pinta-ala	: MMJ 5x1,5 S		
Asennusmenetelmä	: F		
Ympäristön lämpötila	: 25,0 °C	Ei rinnakkaisia piirejä	
Kaapelin pituus	: 107,0 m	Muu korjaustekijä	0.7
Häviö kaapelissa	: 42,67 W	0,40 W/m	
Virtakapasiteetti	: 13,70 A		

<b>Oikosulkusuoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: SCHNEIDER	Tuotenumero	: 25384
Katkaisuyksikkö	: C60L_B	EAN-nummer	:
Laukaisuyksiköt	: C60L_B	Katkaisukyvyt	: 18,70 kA Ics
Mitoitusvirta	: 10,00 A	I2-arvo	: 13,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 48,00 A
Kaapeli, pisin matka joka aiheuttaa pikalaukaisun vikatilanteessa			157,0 m

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	<b>Ryhmittely</b> VALAISTUS 0.1	SFS 6000:2012 400 V TN-S
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 10 / 22

## Mitoitustulokset


Piiri nro.

1.1

Oikosulkusuoja					
	Ik [kA]	cos phi	i̇ [kA]	Kaapeli t=k²S²/I² [s]	t Ir tikytkentä [s]
Ik3p max	17,228	0,81	25,231	0,000	0,011
Ik3p max loppu	0,185	1,00	0,267	0,869	0,016
Ik3p min	0,140	1,00	0,202	1,518	0,017
Ik2p max	14,920	0,81	21,851	0,000	0,011
Ik2p max loppu	0,160	1,00	0,231	1,162	0,016
Ik2p min	0,121	1,00	0,175	2,032	0,017
Ik1p max	13,278	0,82	19,385	0,000	0,011
Ik1p max loppu	0,093	1,00	0,134	3,440	0,018
Ik1p min	0,070	1,00	0,101	6,073	0,019
Ij max	12,295	0,83	17,921	0,000	0,011
Ij max loppu	0,093	1,00	0,134	3,440	0,018
Ij min	0,070	1,00	0,101	6,073	0,019

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia

# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300		Mitoitustulokset asennus: RATAKUJAN PARKKI		Pvm: 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Ryhmittely VALAISTUS 0.1		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013		Sivu 11 / 22	

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 2.1

<b>Muuttuva kuorma</b>	: PR YIT		
Kuorman kuvaus	: AUTOLÄMMITYSPISTORASIAT, YIT		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 40,00 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 1		
Mitoitusteho, Pn	: 27,7 kW	Hyödyntämisaste	: 1
Mitoitusteho, Sn	: 27,7 kVA	Samanaikaisuuskerroin	: 1

<b>Jännitteenalenema yhteensä</b>	: 8,1 V	2,0 %	Jännite liittimissä	: 391.9
...Viimeiseen jakokeskukseen	: 0,5 V	0,1 %		
...yli edellisen Kaapeli	: 7,7 V	1,9 %	Maksimi pituus	: 163,1 m

<b>Kaapeli</b>	:		
Kaapelityyppi/pinta-ala	: MCMK 4x16/16 RM		
Asennusmenetelmä	: F		
Ympäristön lämpötila	: 25,0 °C	Ei rinnakkaisia piirejä	
Kaapelin pituus	: 80,0 m	Muu korjaustekijä	1
Häviö kaapelissa	: 528,37 W	6,60 W/m	
Virtakapasiteetti	: 84,90 A		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisuyksikkö	: IEC_gG	EAN-nummer	:
Laukaisuyksiköt	: 63A	Katkaisukyvyt	: 120,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 63,00 A	I2-arvo	: 100,80 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A
Kaapeli, Suurin pituus, jolloin poiskytkentä maasulussa sallitussa ajassa			208,7 m

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	<b>Ryhmittely</b> AUTOLÄMMITYSPR 0.1  Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	SFS 6000:2012 400 V TN-S Sivu 12 / 22

## Mitoitustulokset

Piiri nro.

2.1

	Yhdistetty suoja				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kaapeli t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s]	t Ir <sup>2</sup> kytkentä [s]
Ik3p max	17,228	0,81	25,231	0,011	0,010
Ik3p max loppu	2,313	0,99	3,336	0,633	0,010
Ik3p min	1,565	0,99	2,258	1,382	0,012
Ik2p max	14,920	0,81	21,851	0,015	0,010
Ik2p max loppu	2,003	0,99	2,889	0,844	0,010
Ik2p min	1,355	0,99	1,955	1,844	0,019
Ik1p max	13,278	0,82	19,385	0,019	0,010
Ik1p max loppu	1,207	0,99	1,741	2,324	0,028
Ik1p min	0,793	0,99	1,144	5,384	0,108
Ij max	12,295	0,83	17,921	0,022	0,010
Ij max loppu	1,196	0,99	1,725	2,367	0,028
Ij min	0,853	0,99	1,230	4,653	0,085

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia

# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300		Mitoitustulokset asennus: RATAKUJAN PARKKI		Pvm: 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Ryhmittely AUTOLÄMMITYSPR 0.1	SFS 6000:2012 400 V TN-S		
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 13 / 22		

## Mitoitustulokset



Piiri nro. 1

<b>Ryhmittely</b>	: VALAISTUS 1.1	Jakelutyyppi	: TN-S
Kuorman kuvaus	: Valaistus 1.1		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 12,1 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.95	Lämpötila	: 30 °C
Mitoitusteho, Pn	: 8,0 kW	Jakokeskuksessa	:
Mitoitusteho, Sn	: 8,4 kVA	Kurs nr innmating	:
Summakuormavirta	: L1: 3,0 A L2: 3,0 A L3: 3,0 A N: 0,0 A		
Sum nedstrøms tap	: 0,0 [kW]		
	:		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisuyksikkö	: IEC_D_gG	EAN-nummer	:
Laukaisuyksiköt	: IEC_D_gG_35	Katkaisukyvyt	: 20,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 35,00 A	I2-arvo	: 56,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A

	Yhdistetty suoja				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kaapeli t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s]	t Irtikytkentä [s]
Ik3p max	11,930	0,81	17,484		0,100
Ik3p max loppu	11,930	0,81	17,484		0,100
Ik3p min	9,789	0,83	14,270		0,100
Ik2p max	10,332	0,81	15,142		0,100
Ik2p max loppu	10,332	0,81	15,142		0,100
Ik2p min	8,478	0,83	12,359		0,100
Ik1p max	7,999	0,83	11,673		0,100
Ik1p max loppu	7,999	0,83	11,673		0,100
Ik1p min	5,439	0,85	7,907		0,100
Ij max	6,547	0,86	9,500		0,100
Ij max loppu	6,547	0,86	9,500		0,100
Ij min	4,545	0,88	6,582		0,100

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia  
# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
Sähköinfo Oy	<b>Jakokeskus</b> JK 1.1	SFS 6000:2012 400 V TN-S
 Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 14 / 22

## Mitoitustulokset



Piiri nro. 2

<b>Ryhmittely</b>	: AUTOLÄMMITYSPR 1.1	Jakelutyyppi	: TN-S
Kuorman kuvaus	: Autolämmityspr 1.1 PADDINGTON		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 82,3 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 1	Lämpötila	: 30 °C
Mitoitusteho, Pn	: 57,0 kW	jakokeskuksessa	:
Mitoitusteho, Sn	: 57,0 kVA	Kurs nr innmating	:
Summakuormavirta	: L1: 30,3 A	L2: 30,3 A	L3: 30,3 A
Sum nedstrøms tap	: 0,3 [kW]	N: 0,0 A	
	:		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisusyksikkö	: IEC_gG	EAN-nummer	:
Laukaisusyksiköt	: 100A	Katkaisukyvyt	: 120,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 100,00 A	I2-arvo	: 160,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A

	Yhdistetty suoja				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kaapeli t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s]	t Irtikytkentä [s]
Ik3p max	11,930	0,81	17,484		0,010
Ik3p max loppu	11,930	0,81	17,484		0,010
Ik3p min	9,789	0,83	14,270		0,010
Ik2p max	10,332	0,81	15,142		0,010
Ik2p max loppu	10,332	0,81	15,142		0,010
Ik2p min	8,478	0,83	12,359		0,010
Ik1p max	7,999	0,83	11,673		0,010
Ik1p max loppu	7,999	0,83	11,673		0,010
Ik1p min	5,439	0,85	7,907		0,010
Ij max	6,547	0,86	9,500		0,010
Ij max loppu	6,547	0,86	9,500		0,010
Ij min	4,545	0,88	6,582		0,010

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia  
# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
Sähköinfo Oy	<b>Jakokeskus</b> JK 1.1	SFS 6000:2012 400 V TN-S
 Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 15 / 22



## Mitoitustulokset



Piiri nro. 3

<b>Ryhmittely</b>	: AUTOLÄMMITYSPR 1.1.2	Jakelutyyppi	: TN-S
Kuorman kuvaus	: Autolämmityspistorasiat piccadilly		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 77,9 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 1	Lämpötila	: 30 °C
Mitoitusteho, Pn	: 54,0 kW	Jakokeskuksessa	:
Mitoitusteho, Sn	: 54,0 kVA	Kurs nr innmating	:
Summakuormavirta	: L1: 30,3 A	L2: 30,3 A	L3: 30,3 A N: 0,0 A
Sum nedstrøms tap	: 0,3 [kW]		
	:		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisusyksikkö	: IEC_gG	EAN-nummer	:
Laukaisusyksiköt	: 100A	Katkaisukyvyt	: 120,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 100,00 A	I2-arvo	: 160,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A

	Yhdistetty suoja				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kaapeli t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s]	t Irtikytkentä [s]
Ik3p max	11,930	0,81	17,484		0,010
Ik3p max loppu	11,930	0,81	17,484		0,010
Ik3p min	9,789	0,83	14,270		0,010
Ik2p max	10,332	0,81	15,142		0,010
Ik2p max loppu	10,332	0,81	15,142		0,010
Ik2p min	8,478	0,83	12,359		0,010
Ik1p max	7,999	0,83	11,673		0,010
Ik1p max loppu	7,999	0,83	11,673		0,010
Ik1p min	5,439	0,85	7,907		0,010
Ij max	6,547	0,86	9,500		0,010
Ij max loppu	6,547	0,86	9,500		0,010
Ij min	4,545	0,88	6,582		0,010

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia  
# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
Sähköinfo Oy	<b>Jakokeskus</b> JK 1.1	SFS 6000:2012 400 V TN-S
 Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 16 / 22

## Mitoitustulokset


Piiri nro. 1.1

<b>Kiinteä. kuorma</b>	: VALAISTUS +5		
Kuorman kuvaus	: Valaistus +5		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 3,03 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.95		
Mitoitusteho, Pn	: 2,0 kW	Hyödyntämisaste	: 1
Mitoitusteho, Sn	: 2,1 kVA	Samanaikaisuuskerroin	: 1

<b>Jännitteenalenema yhteensä</b>	: 7,4 V	1,9 %	Jännite liittimissä	: 392.5
...Viimeiseen jakokeskukseen	: 2,4 V	0,6 %		
...yli edellisen Kaapeli	: 5,3 V	1,3 %	Maksimi pituus	: 188,4 m

<b>Kaapeli</b>	:		
Kaapelityyppi/pinta-ala	: MMJ 5x1,5 S		
Asennusmenetelmä	: F		
Ympäristön lämpötila	: 25,0 °C	Ei rinnakkaisia piirejä	
Kaapelin pituus	: 70,0 m	Muu korjaustekijä	0.7
Häviö kaapelissa	: 27,91 W	0,40 W/m	
Virtakapasiteetti	: 13,70 A		

<b>Oikosulkusuoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: SCHNEIDER	Tuotenumero	: 25384
Katkaisuyksikkö	: C60L_B	EAN-nummer	:
Laukaisuyksiköt	: C60L_B	Katkaisukyvyt	: 18,70 kA Ics
Mitoitusvirta	: 10,00 A	I2-arvo	: 13,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 48,00 A
Kaapeli, pisin matka joka aiheuttaa pikalaukaisun vikatilanteessa			156,3 m

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakujan 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	<b>Ryhmittely</b> VALAISTUS 1.1	SFS 6000:2012 400 V TN-S
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 17 / 22

## Mitoitustulokset

Piiri nro.

1.1

	Oikosulkusuoja				
	Ik [kA]	cos phi	i̇ [kA]	Kaapeli t=k²S²/I² [s]	t Ir tikytkentä [s]
Ik3p max	11,930	0,81	17,484	0,000	0,011
Ik3p max loppu	0,280	1,00	0,404	0,380	0,015
Ik3p min	0,212	1,00	0,306	0,662	0,015
Ik2p max	10,332	0,81	15,142	0,000	0,011
Ik2p max loppu	0,243	1,00	0,351	0,504	0,015
Ik2p min	0,184	1,00	0,265	0,879	0,016
Ik1p max	7,999	0,83	11,673	0,000	0,011
Ik1p max loppu	0,141	1,00	0,203	1,497	0,017
Ik1p min	0,106	1,00	0,153	2,648	0,018
Ij max	6,547	0,86	9,500	0,001	0,011
Ij max loppu	0,140	1,00	0,202	1,518	0,017
Ij min	0,106	1,00	0,153	2,648	0,018

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia

# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300		Mitoitustulokset asennus: RATAKUJAN PARKKI		Pvm: 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Ryhmittely VALAISTUS 1.1		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013		Sivu 18 / 22	

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 2.1

<b>Muuttuva kuorma</b>	: AUTOLÄMMITYSPR +5		
Kuorman kuvaus	: Autolämmityspistorasiat PADDINGTON		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 30,30 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 1		
Mitoitusteho, Pn	: 21,0 kW	Hyödyntämisaste	: 1
Mitoitusteho, Sn	: 21,0 kVA	Samanaikaisuuskerroin	: 1

<b>Jännitteenalenema yhteensä</b>	: 8,7 V	2,2 %	Jännite liittimissä	: 391.3
...Viimeiseen jakokeskukseen	: 2,4 V	0,6 %		
...yli edellisen Kaapeli	: 6,3 V	1,6 %	Maksimi pituus	: 118,5 m

<b>Kaapeli</b>	:		
Kaapelityyppi/pinta-ala	: MCMK 4x10/10 RM		
Asennusmenetelmä	: F		
Ympäristön lämpötila	: 25,0 °C	Ei rinnakkaisia piirejä	
Kaapelin pituus	: 55,0 m	Muu korjaustekijä	0.7
Häviö kaapelissa	: 331,69 W	6,03 W/m	
Virtakapasiteetti	: 44,50 A		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisuyksikkö	: IEC_D_gG	EAN-nummer	:
Laukaisuyksiköt	: IEC_D_gG_35	Katkaisukyvyt	: 20,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 35,00 A	I2-arvo	: 56,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A
Kaapeli, Suurin pituus, jolloin poiskytkentä maasulussa sallitussa ajassa			242,2 m

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300		<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI		<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
 PÖYRY Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	<b>Ryhmittely</b> AUTOLÄMMITYSPR 1.1		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013		Sivu 19 / 22	

## Mitoitustulokset

Piiri nro.

2.1

	Yhdistetty suoja				
	Ik [kA]	cos phi	î [kA]	Kaapeli t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s]	t Ir <sup>2</sup> kytkentä [s]
Ik3p max	11,930	0,81	17,484	0,009	0,100
Ik3p max loppu	2,047	0,99	2,953	0,316	0,100
Ik3p min	1,388	0,99	2,002	0,686	0,100
Ik2p max	10,332	0,81	15,142	0,012	0,100
Ik2p max loppu	1,772	0,99	2,556	0,421	0,100
Ik2p min	1,202	0,99	1,734	0,915	0,100
Ik1p max	7,999	0,83	11,673	0,021	0,100
Ik1p max loppu	1,062	0,99	1,532	1,173	0,100
Ik1p min	0,702	0,99	1,013	2,684	0,100
Ij max	6,547	0,86	9,500	0,031	0,100
Ij max loppu	1,030	0,99	1,486	1,247	0,100
Ij min	0,737	0,99	1,063	2,435	0,100

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia

# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300		Mitoitustulokset asennus: RATAKUJAN PARKKI		Pvm: 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Ryhmittely AUTOLÄMMITYSPR 1.1		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013		Sivu 20 / 22	

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 3.1

<b>Muuttuva kuorma</b>	: AUTOLÄMMITYSPR PIC		
Kuorman kuvaus	: Autolämmityspistorasiat PICCADILLY		
Mitoitusjännite	: 400 V	Vaiheiden lkm	: 3
Kuormavirta	: 30,30 A	Vaiheiden kytkentä	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 1		
Mitoitusteho, Pn	: 21,0 kW	Hyödyntämisaste	: 1
Mitoitusteho, Sn	: 21,0 kVA	Samanaikaisuuskerroin	: 1

<b>Jännitteenalenema yhteensä</b>	: 7,6 V	1,9 %	Jännite liittimissä	: 392.4
...Viimeiseen jakokeskukseen	: 2,4 V	0,6 %		
...yli edellisen Kaapeli	: 5,2 V	1,3 %	Maksimi pituus	: 118,5 m

<b>Kaapeli</b>	:		
Kaapelityyppi/pinta-ala	: MCMK 4x10/10 RM		
Asennusmenetelmä	: F		
Ympäristön lämpötila	: 25,0 °C	Ei rinnakkaisia piirejä	
Kaapelin pituus	: 45,0 m	Muu korjaustekijä	0.7
Häviö kaapelissa	: 271,38 W	6,03 W/m	
Virtakapasiteetti	: 44,50 A		

<b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>	:		
Valmistaja	: IEC	Tuotenumero	:
Katkaisuyksikkö	: IEC_D_gG	EAN-nummer	:
Laukaisuyksiköt	: IEC_D_gG_35	Katkaisukyvyt	: 20,00 kA Ic
Mitoitusvirta	: 35,00 A	I2-arvo	: 56,00 A
		I5- (Im-) arvo	: 0,00 A
Kaapeli, Suurin pituus, jolloin poiskytkentä maasulussa sallitussa ajassa			242,2 m

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Mitoitustulokset asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	<b>Ryhmittely</b> AUTOLÄMMITYSPR 1.1.2	SFS 6000:2012 400 V TN-S
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013	Sivu 21 / 22

## Mitoitustulokset

Piiri nro.

3.1

	Yhdistetty suoja				
	Ik [kA]	cos phi	i̇ [kA]	Kaapeli t=k²S²/I² [s]	t Iririkyöntä [s]
Ik3p max	11,930	0,81	17,484	0,009	0,100
Ik3p max loppu	2,419	0,99	3,489	0,226	0,100
Ik3p min	1,650	0,99	2,380	0,486	0,100
Ik2p max	10,332	0,81	15,142	0,012	0,100
Ik2p max loppu	2,095	0,99	3,022	0,301	0,100
Ik2p min	1,429	0,99	2,061	0,648	0,100
Ik1p max	7,999	0,83	11,673	0,021	0,100
Ik1p max loppu	1,265	0,99	1,825	0,826	0,100
Ik1p min	0,836	0,99	1,206	1,892	0,100
Ij max	6,547	0,86	9,500	0,031	0,100
Ij max loppu	1,219	0,99	1,758	0,890	0,100
Ij min	0,872	0,99	1,258	1,739	0,100

@ = Suojalaite ei täytä kaikkia normien vaatimuksia



# = Laite ei täytä standardin vaatimuksia

Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300		Mitoitustulokset asennus: RATAKUJAN PARKKI		Pvm: 28.5.2013 12:42:04
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Ryhmittely AUTOLÄMMITYSPR 1.1.2		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
	 Ver. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013		Sivu 22 / 22	

## Virtapiirit

<b>Oikosulkuvirrät</b>			<b>ASENNUKSEN TIEDOT</b>		
Jakokeskus: LIITTYMISPISTE			Järjestelmäjännite / Verkkotaajuus: 400 [V] 50 [Hz]		
Syöttö: .		<b>Tärkeää: Käyttäjä on vastuussa sähkölaitteistosta ja sen käytöstä</b>	Syöttökaapeli:		
Ik Maks: 22,800	[kA]		Jakelujärjestelmä: TN-C-S		
Ik Maks: 11,700	[kA]		Edeltävä suojalaite		
Ij Maks: 20,900	[kA]		Maadoituselektrodi (Tyyppi): Johdin/köysi		
Ij Min: 11,700	[kA]		Kytetty maadoituselektrodi:		

Piiri nro.	Kuorman kuvaus/laitteisto	Suojalaite			Kaapeli			Riviliitin	Vvsk
		Tyyppi	In [A]	Omin.	S [mm <sup>2</sup> ]	L [m]	Asenn. menet.	Nro	[mA]
1	PÄÄKESKUS				185	20	F		



<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakujja 3 01300		<b>Asennus:</b> Pvm: 28.5.2013 12:42:05 RATAKUJAN PARKKI	
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Piiriluettelo		SFS 6000:2012 400 V TN-C-S
	 5.3.09 14.2.2013		Sivu 1 / 4



## Virtapiirit

<b>Oikosulkuvirrät</b>			<b>Asennuksen tiedot</b>		
Jakokeskus: PK			Järjestelmäjännite / Verkkotaajuus: 400 [V] 50 [Hz]		
Syöttö: .		<b>Tärkeää: Käyttäjä on vastuussa sähkölaitteistosta ja sen käytöstä</b>	Syöttökaapeli:		
Ik Maks: 19,380	[kA]		Jakelujärjestelmä: TN-S		
Ik Maks: 9,475	[kA]		Edeltävä suojalaite		
Ij Maks: 15,731	[kA]		Maadoituselektrodi (Tyyppi): Perusta+raudoi		
Ij Min: 9,409	[kA]		Kytetty maadoituselektrodi:		

Piiri nro.	Kuorman kuvaus/laitteisto	Suojalaite			Kaapeli			Riviliitin	Vvsk
		Tyyppi	In [A]	Omin.	S [mm²]	L [m]	Asenn. menet.	Nro	[mA]
1	Jk 0.1	SUL.	250	gG	240	10	F		
2	Jk 1.1	SUL.	250	gG	240	50	F		
3	HISSINOUSUKESKUS	SUL.	35	gG	16	50	F		



<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakujja 3 01300		<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI		<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:05	
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Piiriluettelo		SFS 6000:2012 400 V TN-C-S		
	 5.3.09 14.2.2013		Sivu 2 / 4		

## Virtapiirit

Oikosulkuvirrät			
Jakokeskus: JK 0.1			
Syöttö: .	<b>Tärkeää: Käyttäjä on vastuussa sähkölaitteistosta ja sen käytöstä</b>		
Ik Maks: 17,229			[kA]
Ik Maks: 8,252			[kA]
Ij Maks: 12,295			[kA]
Ij Min: 7,760	[kA]		

ASENNUKSEN TIEDOT	
Järjestelmäjännite / Verkkotaajuus: 400 [V] 50 [Hz]	
Syöttökaapeli:	
Jakelujärjestelmä:	TN-S
Edeltävä suojalaite	
Maadoituselektrodi (Tyyppi):	
Kytkeyty maadoituselektrodi:	



Piiri nro.	Kuorman kuvaus/laitteisto	Suojalaite			Kaapeli			Riviliitin	Vvsk
		Tyyppi	In [A]	Omin.	S [mm²]	L [m]	Asenn. menet.	Nro	[mA]
1	VALAISTUSLÄHDÖT 0.1	SUL.	35	gG					
1.1	Valaistus 0-taso	JSK.	10	B	1.5	107	F		
2	AUTOLÄMMITYSPISTORASIAAT	SUL.	125	gG					
2.1	AUTOLÄMMITYSPISTORASIAAT, YIT	SUL.	63	gG	16	80	F		

Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300	Asennus: Pvm: 28.5.2013 12:42:05 RATAKUJAN PARKKI
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Piiriluettelo SFS 6000:2012 400 V TN-C-S
	 5.3.09 14.2.2013

## Virtapiirit

<b>Oikosulkuvirrät</b>			<b>Asennuksen tiedot</b>		
Jakokeskus: JK 1.1			Järjestelmäjännite / Verkkotaajuus: 400 [V] 50 [Hz]		
Syöttö: .		<b>Tärkeää: Käyttäjä on vastuussa sähkölaitteistosta ja sen käytöstä</b>	Syöttökaapeli:		
Ik Maks: 11,931	[kA]		Jakelujärjestelmä: TN-S		
Ik Maks: 5,439	[kA]		Edeltävä suojalaite		
Ij Maks: 6,547	[kA]		Maadoituselektrodi (Tyyppi):		
Ij Min: 4,545	[kA]		Kytkeyty maadoituselektrodi:		

Piiri nro.	Kuorman kuvaus/laitteisto	Suojalaite			Kaapeli			Riviliitin	Vvsk
		Tyyppi	In [A]	Omin.	S [mm²]	L [m]	Asenn. menet.	Nro	[mA]
1	Valaistus 1.1	SUL.	35	gG					
1.1	Valaistus +5	JSK.	10	B	1.5	70	F		
2	Autolämmityspr 1.1 PADDINGTON	SUL.	100	gG					
2.1	Autolämmityspistorasiat PADDINGTON	SUL.	35	gG	10	55	F		
3	Autolämmityspistorasiat piccadilly	SUL.	100	gG					
3.1	Autolämmityspistorasiat PICCADILLY	SUL.	35	gG	10	45	F		

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300		<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI		<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:05	
Sähköinfo Oy		Piiriluettelo		SFS 6000:2012 400 V TN-C-S	
 Harakantie 18 02601 Espoo Puh:		 5.3.09 14.2.2013		Sivu 4 / 4	

## Poikkeamakaavio

		Maksimi vikavirrat ja impedanssit		Jakokeskus		Min. maasulkuvirrat ja impedanssit		Jakokeskus		
Jakelutyyppi: TN-C-S		$I_{k3pmax}$ [kA] : 22,800	$\cos \phi$ : 0,80	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0085		$I_{k3pmin}$ [kA] : 19,399	$\cos \phi$ : 0,80	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0090		
Maadoituselektrodi: Johdin/köysi		$I_{k2pmax}$ [kA] : 19,745	$\cos \phi$ : 0,80	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0064		$I_{k2pmin}$ [kA] : 16,800	$\cos \phi$ : 0,80	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0068		
Potentiaalintasaukset										
Summakuormavirta [A]: L1: 106,37 A L2: 106,37 A L3: 106,37 A N: 0,00 A		$I_{jPENmax}$ [kA] : 20,900 $\cos \phi$ : 0,80		$R_{0PEN}$ [ $\Omega$ ] : 0,0108 $X_{0PEN}$ [ $\Omega$ ] : 0,0081		$I_{jPENmin}$ [kA] : 11,700 $\cos \phi$ : 0,80		$R_{0PEN}$ [ $\Omega$ ] : 0,0269 $X_{0PEN}$ [ $\Omega$ ] : 0,0202		
Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppi	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{Im}$ [m]
1	PK PÄÄKESKUS Maadoituselektrodi, potentiaalintasaus	Jakokeskus L1-L2-L3-N TN-S	!AXMK 2x4G185 AN_HCG F	20	1,0 0,8 0,9	533,10 345,00 0,34		22,800 9,409 9,409		
<p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p> <p><b>PÖYRY</b></p>										
Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300			Asennus: RATAKUJAN PARKKI			Pvm: 28.5.2013 12:42:06				
Asiakas, omistaja:			Jakokeskus LIITTYMISPISTE			SFS 6000:2012 400 V TN-C-S				
			<b>Febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013			Sivu 1 / 1				

## Poikkeamakaavio


		Maksimi vikavirrat ja impedanssit		Jakokeskus		Min. maasulkuvirrat ja impedanssit		Jakokeskus		
Jakelutyyppi: TN-S		$I_{k3pmax}$ [kA] : 19,380	$\cos \phi$ : 0,81	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0101		$I_{k3pmin}$ [kA] : 16,175	$\cos \phi$ : 0,82	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0112		
Maadoituselektrodi: Perusta+raudoitus		$I_{k2pmax}$ [kA] : 16,784	$\cos \phi$ : 0,81	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0073		$I_{k2pmin}$ [kA] : 14,008	$\cos \phi$ : 0,82	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0077		
Potentiaalintasaukset		$I_{k1pmax}$ [kA] : 15,903	$\cos \phi$ : 0,82	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0174		$I_{k1pmin}$ [kA] : 9,475	$\cos \phi$ : 0,83	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0353		
Summakuormavirta [A]: L1: 106,37 A L2: 106,37 A L3: 106,37 A N: 0,00 A		$I_{jPEmax}$ [kA] : 15,731	$\cos \phi$ : 0,81	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0113		$I_{jPEmin}$ [kA] : 9,409	$\cos \phi$ : 0,82	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0234		
				$R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0174				$R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0353		
				$X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0122				$X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0242		
Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppi	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{im}$ [m]
	JK 0.1 Jk 0.1	Jakokeskus L1-L2-L3-N TN-S	AMCMK 4x240/72 AN 1 kV F	10	1,1 0,9 1,0	304,50 151,55 0,11		19,380 8,252 7,760	IEC IEC_gG	250 120 Ic 196,0
2	JK 1.1 Jk 1.1	Jakokeskus L1-L2-L3-N TN-S	AMCMK 4x240/72 AN 1 kV F	50	1,1 0,9 1,0	304,50 159,53 0,59		19,380 5,439 4,545	IEC IEC_gG	250 120 Ic 196,0
3	HNK HISSINOUSUKESKUS	Jakokeskus L1-L2-L3-N TN-S	MCMK 4x16/16 RM F	50	1,1 0,9 1,0	73,80 0,00 0,00		19,380 1,384 1,382	IEC IEC_D_gG	35 20 Ic 389,4
Sähköinfo Oy		Asennuksen osoite:			Asennus:			Pvm: 28.5.2013 12:42:06		
Harakantie 18		Ratakuja 3 01300			RATAKUJAN PARKKI					
02601 Espoo		Asiakas, omistaja:			Jakokeskus PK			SFS 6000:2012 400 V TN-S		
Puh:					Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013			Sivu 1 / 1		



## Poikkeamakaavio

Jakelutyyppi:	Maksimi vikavirrat ja impedanssit	Jakokeskus	Min. maasulkuvirrat ja impedanssit	Jakokeskus
TN-S	$I_{k3pmax}$ [kA] : 17,229 $\cos \phi$ : 0,81	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0114	$I_{k3pmin}$ [kA] : 14,309 $\cos \phi$ : 0,83	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0127
	$I_{k2pmax}$ [kA] : 14,920 $\cos \phi$ : 0,81	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0083	$I_{k2pmin}$ [kA] : 12,392 $\cos \phi$ : 0,83	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0087
	$I_{k1pmax}$ [kA] : 13,279 $\cos \phi$ : 0,82	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0224	$I_{k1pmin}$ [kA] : 8,252 $\cos \phi$ : 0,84	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0413
Summakuormavirta [A]: L1: 42,89 A    L2: 42,89 A L3: 42,89 A    N: 0,00 A	$I_{jPEmax}$ [kA] : 12,295 $\cos \phi$ : 0,83	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0145 $R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0265 $X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0162	$I_{jPEmin}$ [kA] : 7,760 $\cos \phi$ : 0,84	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0265 $R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0462 $X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0283

Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppi	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{lm}$ [m]
1	VALAISTUS 0.1 VALAISTUSLÄHDÖT 0.1	Ryhmittely L1-L2-L3-N TN-S				0,11		17,229 8,252 7,760	IEC IEC_D_gG	35 20 $I_c$ 0,0
1.1	VALAISTUS 0-TASO Valaistus 0-taso	Kiinteä. kuorma L1-L2-L3-N	MMJ 5x1,5 S F	107	1,1 1,0 0,7	13,70 3,03 2,04		17,229 0,070 0,070	SCHNEIDER C60L_B	10 18.7 $I_{cs}$ 157,0
2	AUTOLÄMMITYSPR 0.1 AUTOLÄMMITYSPISTORASIA	Ryhmittely L1-L2-L3-N TN-S				0,11		17,229 8,252 7,760	IEC IEC_gG	125 120 $I_c$ 0,0

 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:06</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> JK 0.1</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-S</p>
	<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 1 / 2</p>	


## Poikkeamakaavio

Jakelutyyppi: TN-S		Maksimi vikavirrat ja impedanssit			Jakokeskus			Min. maasulkuvirrat ja impedanssit			Jakokeskus																					
Summakuormavirta [A]:		L1: 42,89 A	L2: 42,89 A	N: 0,00 A	$I_{k3pmax}$ [kA] : 17,229	$\cos \phi$ : 0,81	R+ [ $\Omega$ ] : 0,0114	$I_{k3pmin}$ [kA] : 14,309	$\cos \phi$ : 0,83	R+ [ $\Omega$ ] : 0,0127	$I_{k2pmax}$ [kA] : 14,920	$\cos \phi$ : 0,81	X+ [ $\Omega$ ] : 0,0083	$I_{k2pmin}$ [kA] : 12,392	$\cos \phi$ : 0,83	X+ [ $\Omega$ ] : 0,0087	$I_{k1pmax}$ [kA] : 13,279	$\cos \phi$ : 0,82	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0224	$I_{k1pmin}$ [kA] : 8,252	$\cos \phi$ : 0,84	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0413	$I_{jPEmax}$ [kA] : 12,295	$\cos \phi$ : 0,83	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0145	$I_{jPEmin}$ [kA] : 7,760	$\cos \phi$ : 0,84	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0265	$R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0265	$R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0462	$X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0162	$X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0283
Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppi	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{Im}$ [m]																						
2.1 *	PR YIT AUTOLÄMMITYSPISTORASIA, YIT	Muuttuva kuorma L1-L2-L3-N	MCMK 4x16/16 RM F	80	1,1 1,0 1,0	84,90 40,00 2,01		17,229 0,898 0,891	IEC IEC_gG	63 120 Ic 208,7																						
2.1 *	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.																						
Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:		Asennuksen osoite: Ratakuja 3 01300 Asiakas, omistaja:			Asennus: RATAKUJAN PARKKI Jakokeskus JK 0.1 <b>Febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013			Pvm: 28.5.2013 12:42:06 SFS 6000:2012 400 V TN-S Sivu 2 / 2																								

# Poikkeamakaavio

Jakelutyyppi:	Maksimi vikavirrat ja impedanssit	Jakokeskus	Min. maasulkuvirrat ja impedanssit	Jakokeskus
TN-S	$I_{k3pmax}$ [kA] : 11,931 $\cos \phi$ : 0,81	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0164	$I_{k3pmin}$ [kA] : 9,790 $\cos \phi$ : 0,83	$R_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0187
	$I_{k2pmax}$ [kA] : 10,332 $\cos \phi$ : 0,81	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0120	$I_{k2pmin}$ [kA] : 8,478 $\cos \phi$ : 0,83	$X_+$ [ $\Omega$ ] : 0,0124
	$I_{k1pmax}$ [kA] : 7,999 $\cos \phi$ : 0,83	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0424	$I_{k1pmin}$ [kA] : 5,439 $\cos \phi$ : 0,85	$R_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0654
Summakuormavirta [A]: L1: 63,49 A    L2: 63,49 A L3: 63,49 A    N: 0,00 A	$I_{jPEmax}$ [kA] : 6,547 $\cos \phi$ : 0,86	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0271 $R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0629 $X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0324	$I_{jPEmin}$ [kA] : 4,545 $\cos \phi$ : 0,88	$X_{0N}$ [ $\Omega$ ] : 0,0392 $R_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0899 $X_{0PE}$ [ $\Omega$ ] : 0,0444

Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppi	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{lm}$ [m]
1	VALAISTUS 1.1 Valaistus 1.1	Ryhmittely L1-L2-L3-N TN-S				0,59		11,931 5,439 4,545	IEC IEC_D_gG	35 20 $I_c$ 0,0
1.1	VALAISTUS +5 Valaistus +5	Kiinteä. kuorma L1-L2-L3-N	MMJ 5x1,5 S F	70	1,1 1,0 0,7	13,70 3,03 1,86		11,931 0,106 0,106	SCHNEIDER C60L_B	10 18.7 $I_{cs}$ 156,3
2	AUTOLÄMMITYSPR 1.1 Autolämmityspr 1.1 PADDINGTON	Ryhmittely L1-L2-L3-N TN-S				0,59		11,931 5,439 4,545	IEC IEC_gG	100 120 $I_c$ 0,0


 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:06</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> JK 1.1</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-S</p>
	<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 1 / 2</p>	



# Poikkeamakaavio

Jakelutyyppi:	Maksimi vikavirrat ja impedanssit	Jakokeskus	Min. maasulkuvirrat ja impedanssit	Jakokeskus
TN-S	$I_{k3pmax}$ [kA] : 11,931 $\cos \phi$ : 0,81	R+ [ $\Omega$ ] : 0,0164	$I_{k3pmin}$ [kA] : 9,790 $\cos \phi$ : 0,83	R+ [ $\Omega$ ] : 0,0187
	$I_{k2pmax}$ [kA] : 10,332 $\cos \phi$ : 0,81	X+ [ $\Omega$ ] : 0,0120	$I_{k2pmin}$ [kA] : 8,478 $\cos \phi$ : 0,83	X+ [ $\Omega$ ] : 0,0124
	$I_{k1pmax}$ [kA] : 7,999 $\cos \phi$ : 0,83	R <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0424	$I_{k1pmin}$ [kA] : 5,439 $\cos \phi$ : 0,85	R <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0654
Summakuormavirta [A]: L1: 63,49 A    L2: 63,49 A L3: 63,49 A    N: 0,00 A	$I_{jPEmax}$ [kA] : 6,547 $\cos \phi$ : 0,86	X <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0271 R <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0629 X <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0324	$I_{jPEmin}$ [kA] : 4,545 $\cos \phi$ : 0,88	X <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0392 R <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0899 X <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0444

Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppi	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{lm}$ [m]
2.1 *	AUTOLÄMMITYSPR +5 Autolämmityspistorasiat PADDINGTON	Muuttuva kuorma L1-L2-L3-N	MCMK 4x10/10 RM F	55	1,1 1,0 0,7	44,50 30,30 2,17		11,931 0,792 0,768	IEC IEC_D_gG	35 20 Ic 242,2
2.1 *	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	AUTOLÄMMITYSPR 1.1.2 Autolämmityspistorasiat piccadilly	Ryhmittely L1-L2-L3-N TN-S				0,59		11,931 5,439 4,545	IEC IEC_gG	100 120 Ic 0,0
3.1 *	AUTOLÄMMITYSPR PIC Autolämmityspistorasiat PICCADILLY	Muuttuva kuorma L1-L2-L3-N	MCMK 4x10/10 RM F	45	1,1 1,0 0,7	44,50 30,30 1,88		11,931 0,940 0,907	IEC IEC_D_gG	35 20 Ic 242,2
3.1 *	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.


 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:06</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus</b> JK 1.1</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-S</p>
		<p><b>febdoc</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 2 / 2</p>

## Poikkeamakaavio

Jakelutyyppi: TN-S				Maksimi vikavirrat ja impedanssit		Jakokeskus		Min. maasulkuvirrat ja impedanssit		Jakokeskus	
Summakuormavirta [A]:				L1: 0,00 A	L2: 0,00 A	$I_{k3pmax}$ [kA] : 3,521	$\cos \phi$ : 0,98	R+ [ $\Omega$ ] : 0,0676	$I_{k3pmin}$ [kA] : 2,707	$\cos \phi$ : 0,99	R+ [ $\Omega$ ] : 0,0799
				L3: 0,00 A	N: 0,00 A	$I_{k2pmax}$ [kA] : 3,049	$\cos \phi$ : 0,98	X+ [ $\Omega$ ] : 0,0130	$I_{k2pmin}$ [kA] : 2,344	$\cos \phi$ : 0,99	X+ [ $\Omega$ ] : 0,0134
						$I_{k1pmax}$ [kA] : 1,880	$\cos \phi$ : 0,99	R <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,2474	$I_{k1pmin}$ [kA] : 1,384	$\cos \phi$ : 0,99	R <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,3105
						$I_{jPEmax}$ [kA] : 1,876	$\cos \phi$ : 0,99	X <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0309	$I_{jPEmin}$ [kA] : 1,382	$\cos \phi$ : 0,99	X <sub>0N</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0430
								R <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,2474			R <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,3105
								X <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0362			X <sub>0PE</sub> [ $\Omega$ ] : 0,0482
Piiri nro.	Tunniste Kuvaus Maadoitus	Kuormatyyppi Vaiheiden kytkentä Jakelutyyppi	Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä	Pituus [m]	$k_t$ $k_p$ $k_f$	$I_z$ [A] $I_b$ [A] $\Delta U$ [%]	Laitteisto	$I_{kmax}$ [kA] $I_{kmin}$ [kA] $I_{jmin}$ [kA]	Suojalaite tunniste Valmistaja Tyyppi	$I_N$ [A] $I_c$ [kA] $I_{Im}$ [m]	
Sähköinfo Oy			Asennuksen osoite:			Asennus:			Pvm: 28.5.2013 12:42:06		
Harakantie 18			Ratakujja 3 01300			RATAKUJAN PARKKI					
02601 Espoo			Asiakas, omistaja:			Jakokeskus			SFS 6000:2012		
Puh:						HNK			400 V TN-S		
						<b>Febdok</b> Vs. 5.3.09			Sivu 1		
						Pvm. 14.2.2013			/ 1		

## Asennuksen kaapelityypit



Kaapelityyppi/pinta-ala	Piirien pituus	Tuotenumero
IAXMK 4G185 AN_HCG	40	
AMCMK 4x240/72 AN 1 kV	60	
MCMK 4x10/10 RM	100	
MCMK 4x16/16 RM	130	
MMJ 5x1,5 S	177	

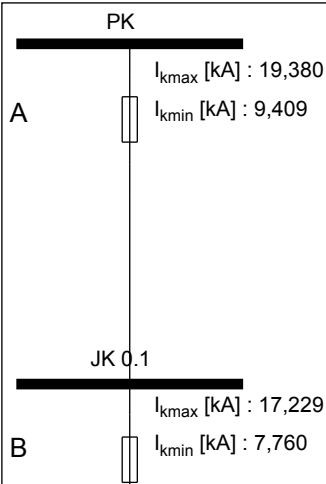
<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Dato:</b> 28.5.2013 12:42:06
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Asennuksen kaapelityypit <b>febdok</b>	SFS 6000:2012 400 V TN-C-S Sivu 1 / 1

## Suojalaitetyypit asennuksessa

Valmistaja	Katkaisuyksikkö	$I_n$ [A]	Katkaisukyky tasc	$I_n$ [A]	Laukaisuyksiköt	$I_{\Delta n}$ [mA]		Tuotenumero	EAN-numero	Määrä
IEC	IEC_D_gG	35	B	35	IEC_D_gG_35		1p			15
IEC	IEC_gG	63	B	63	63A		1p			3
IEC	IEC_gG	100	B	100	100A		1p			6
IEC	IEC_gG	125	B	125	125A		1p			3
IEC	IEC_gG	250	B	250	250A		1p			6
SCHNEIDER	C60L_B	10	B	10	C60L_B		4p	25384		2

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300				<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI			<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:06		
	<b>Asiakas, omistaja:</b>				Suojalaitetyypit asennuksessa			SFS 6000:2012 400 V TN-C-S		
					 Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013			Sivu 1 / 1		

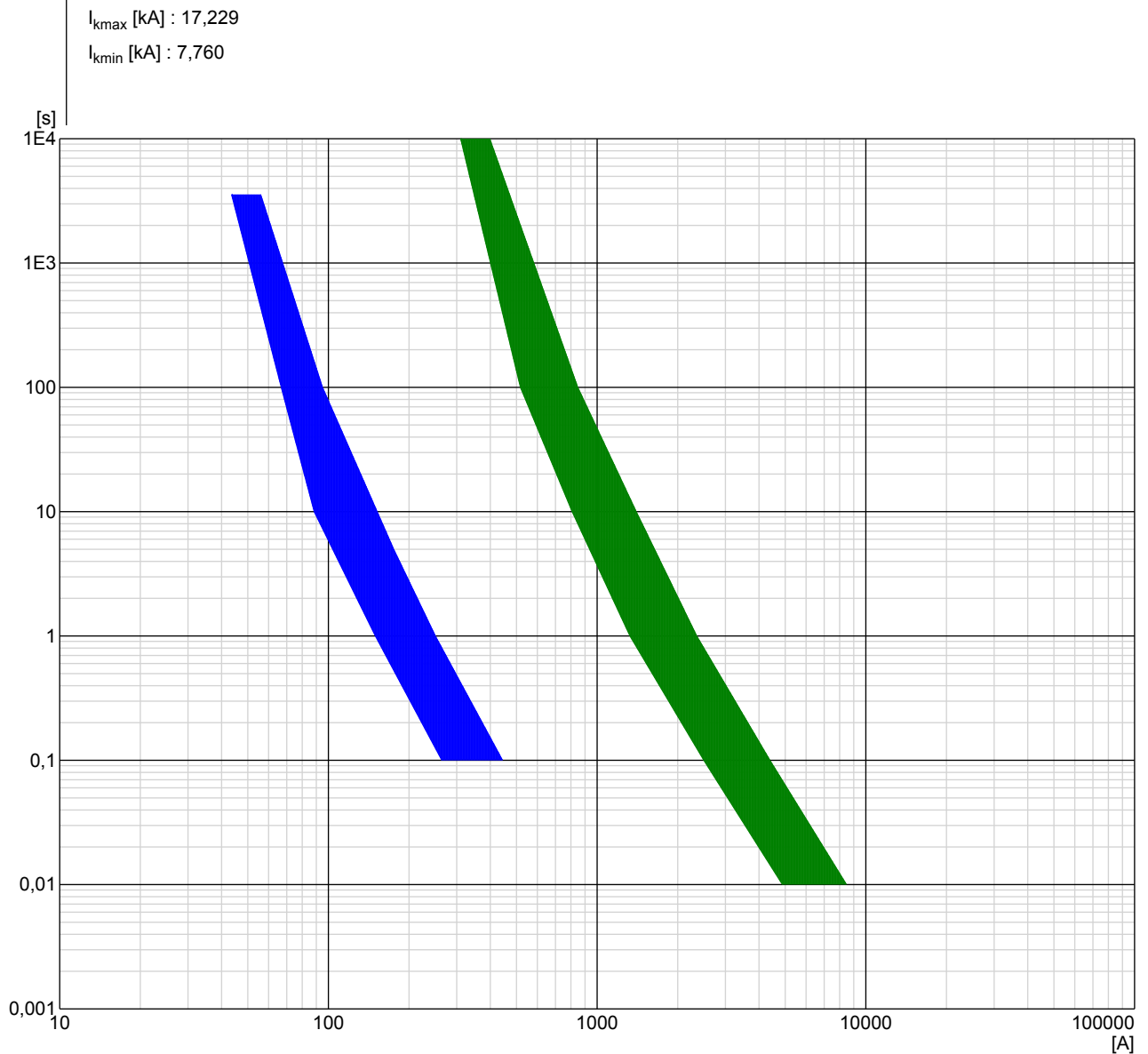


## Selektiivisyyshanalyysi

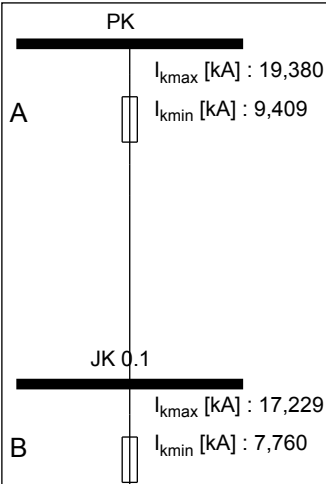
Piiri nro.: 1

Suojalaite	Valmistaja	Tyyppi	$I_n$ [A]
A	IEC	IEC_gG	250
B	IEC	IEC_D_gG	35

Suojalaite	Selektiivisyys [A]	Selektiivisyyskriteeri	Suojalaitteen määrään
A - B	20000	Katkaisukyvyt	B



<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300		<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI		<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:06	
Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:		<b>Jakokeskus</b> JK 0.1		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
		5.3.09 14.2.2013		Sivu 1 / 10	

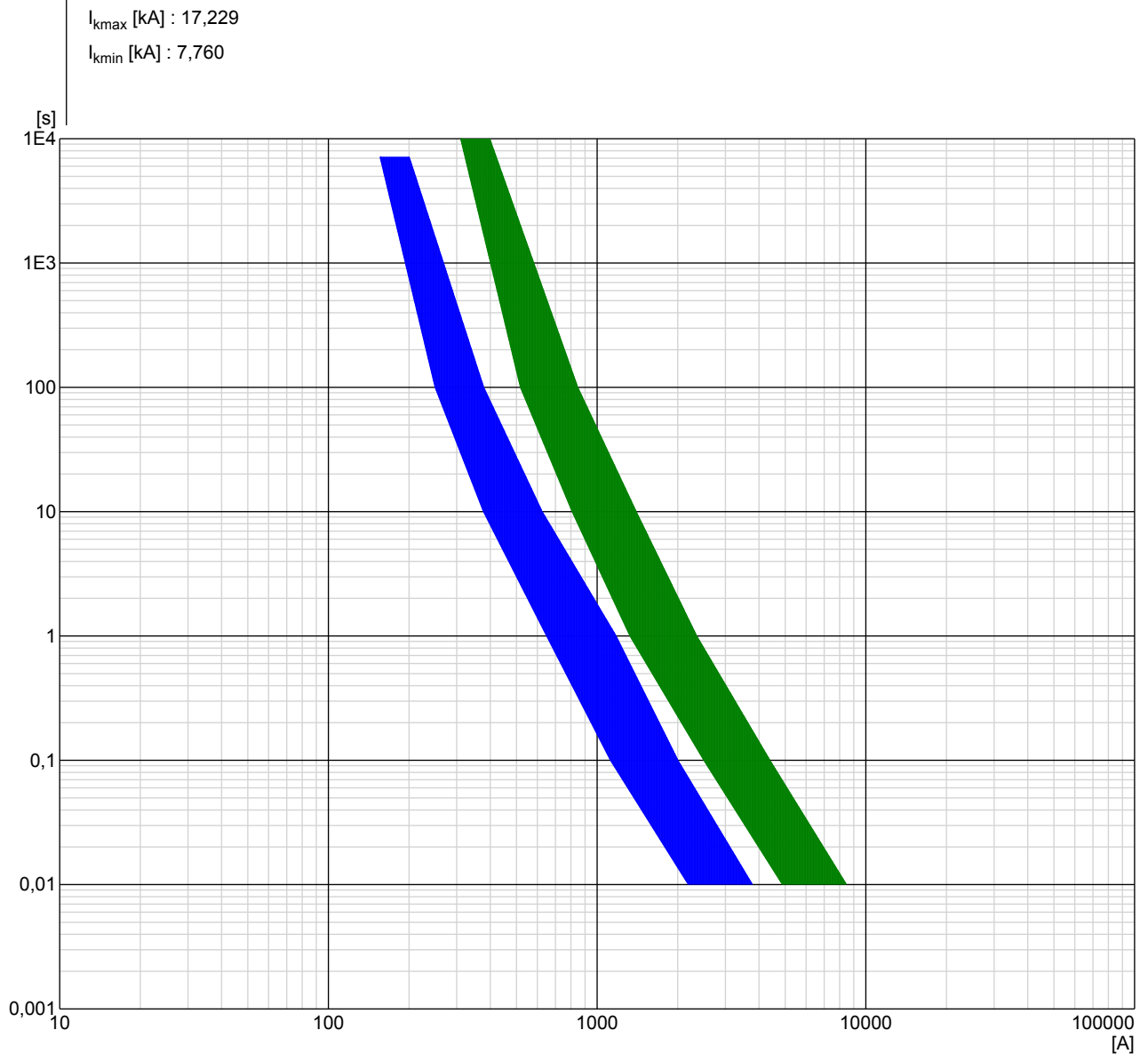




## Selektiivisyysanalyysi

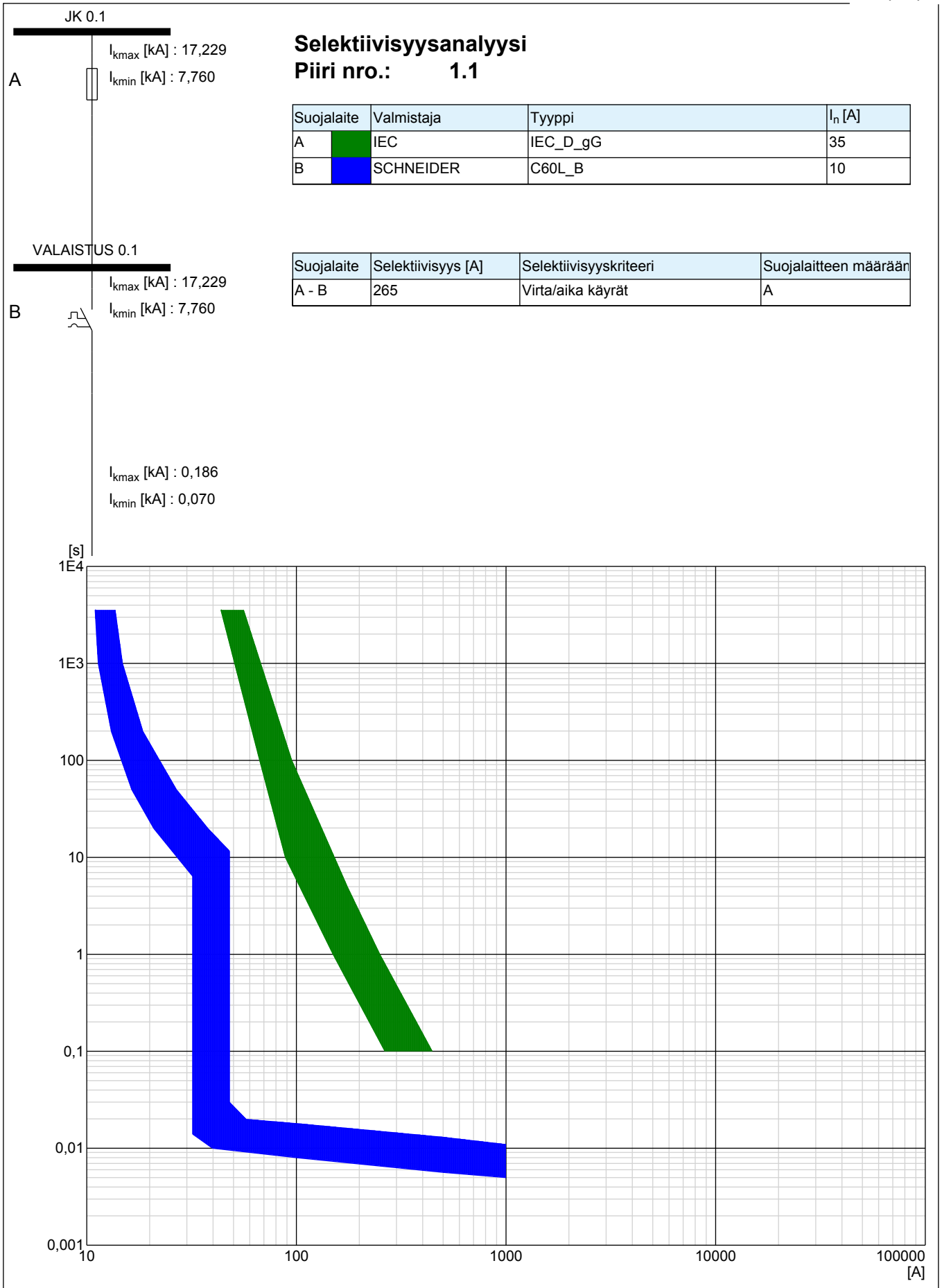
Piiri nro.: 2



Suojalaite	Valmistaja	Tyyppi	$I_n$ [A]
A	IEC	IEC_gG	250
B	IEC	IEC_gG	125

Suojalaite	Selektiivisyys [A]	Selektiivisyyskriteeri	Suojalaitteen määrään
A - B	120000	Katkaisukyvyt	A



<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300		<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI		<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:06	
Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:		<b>Ryhmittely</b> JK 0.1		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
		 5.3.09 14.2.2013		Sivua 2 / 10	



<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300		<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI		<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:06	
Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:		<b>Ryhmittely</b> VALAISTUS 0.1		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
		 5.3.09 14.2.2013		Sivua 3 / 10	

JK 0.1

A

$I_{kmax}$  [kA] : 17,229  
 $I_{kmin}$  [kA] : 7,760

**Selektiivisyysanalyysi****Piiri nro.: 2.1**

Suojalaite	Valmistaja	Tyyppi	$I_n$ [A]
A	IEC	IEC_gG	125
B	IEC	IEC_gG	63

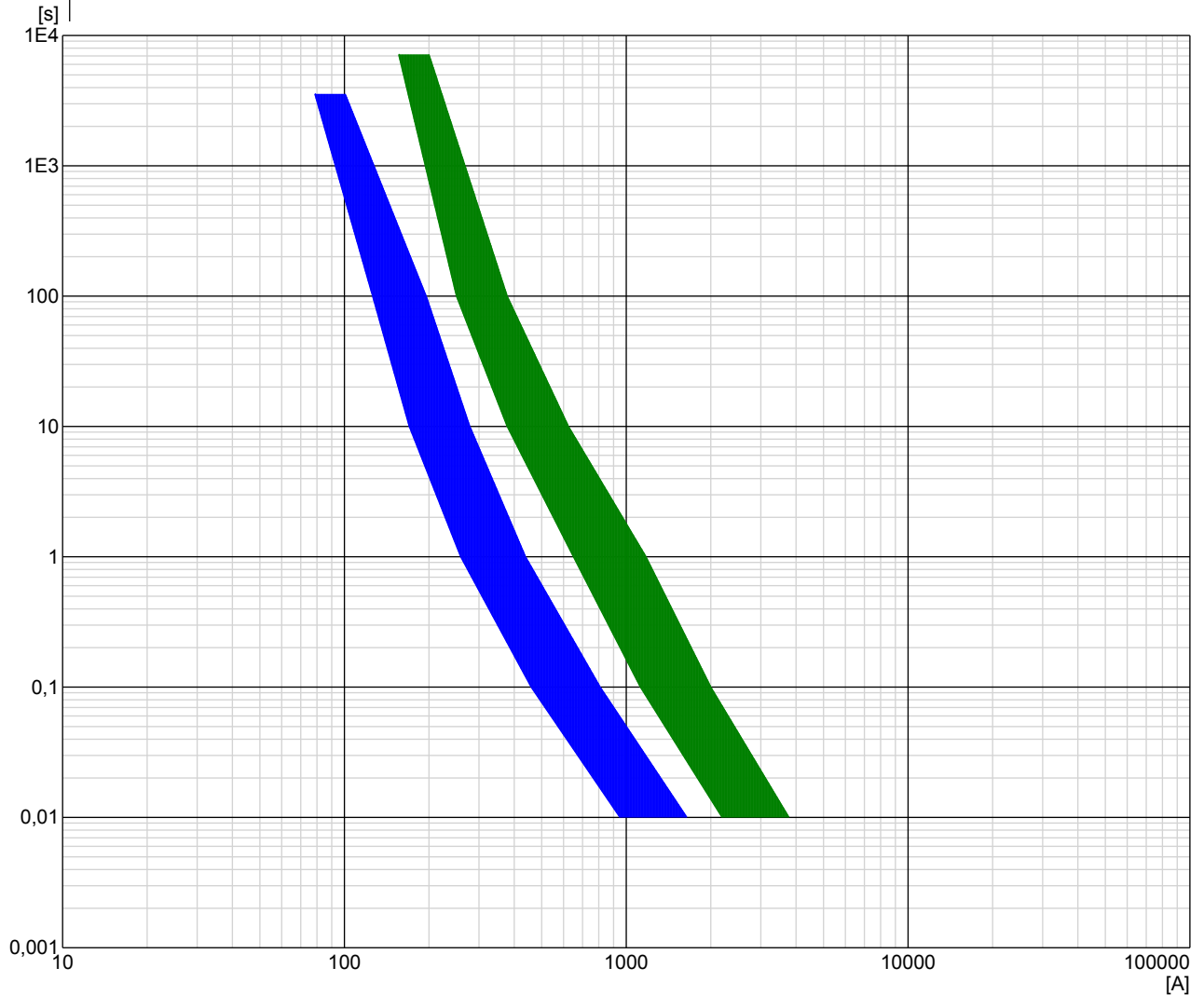
AUTOLÄMMITYSPR 0.

B

$I_{kmax}$  [kA] : 17,229  
 $I_{kmin}$  [kA] : 7,760

Suojalaite	Selektiivisyys [A]	Selektiivisyyskriteeri	Suojalaitteen määrään
A - B	120000	Katkaisukyvyt	A

$I_{kmax}$  [kA] : 2,313  
 $I_{kmin}$  [kA] : 0,891

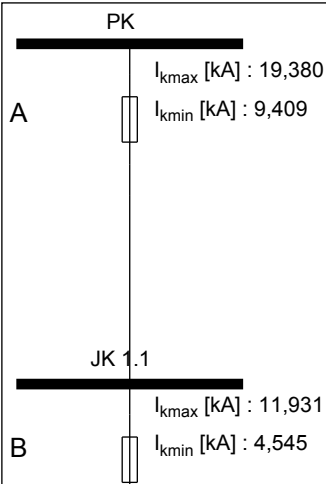
**Asennuksen osoite:**Ratakuja 3  
01300**Asennus:**

RATAKUJAN PARKKI

Pvm: 28.5.2013 12:42:06

Sähköinfo Oy  
Harakantie 18  
02601 Espoo  
Puh:Jakokeskus  
AUTOLÄMMITYSPR 0.1
 5.3.09  
14.2.2013
SFS 6000:2012  
400 V TN-SSivu 4  
/ 10



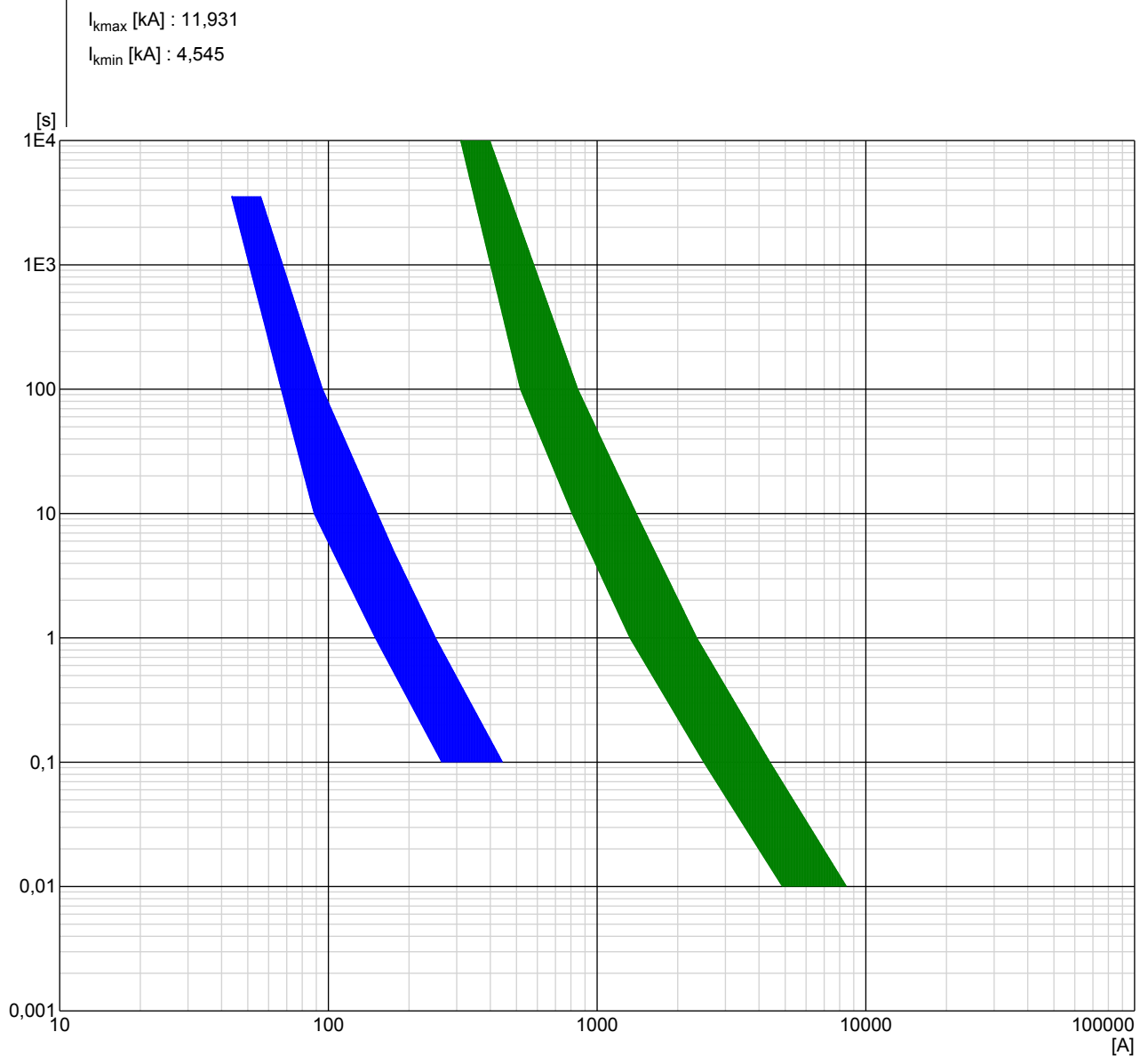




## Selektiivisyysanalyysi

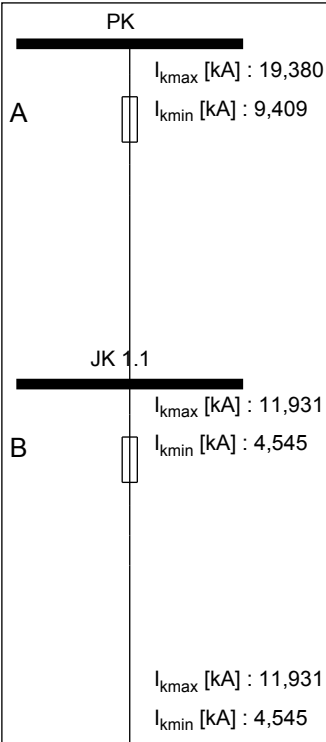
Piiri nro.: 1

Suojalaite	Valmistaja	Tyyppi	$I_n$ [A]
A	IEC	IEC_gG	250
B	IEC	IEC_D_gG	35

Suojalaite	Selektiivisyys [A]	Selektiivisyyskriteeri	Suojalaitteen määrään
A - B	20000	Katkaisukyvyt	B



<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300		<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI		<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:06	
Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:		<b>Jakokeskus</b> JK 1.1		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
		 5.3.09 14.2.2013		Sivua 5 / 10	

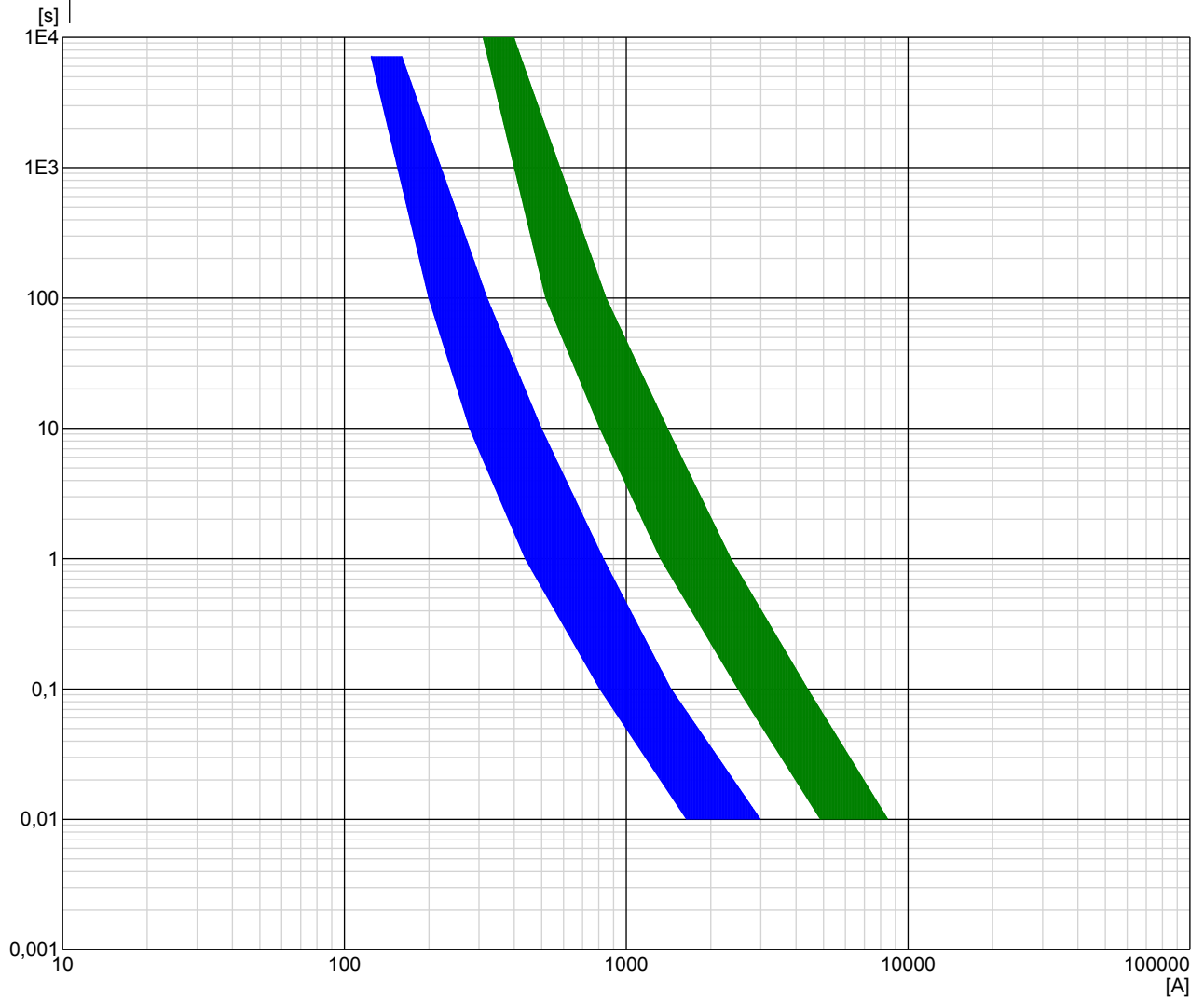




## Selektiivisyysanalyysi

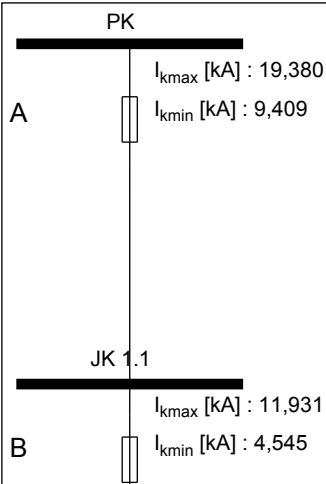
Piiri nro.: 2

Suojalaite	Valmistaja	Tyyppi	I <sub>n</sub> [A]
A	IEC	IEC_gG	250
B	IEC	IEC_gG	100

Suojalaite	Selektiivisyys [A]	Selektiivisyyskriteeri	Suojalaitteen määrään
A - B	120000	Katkaisukyvyt	A



<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakujä 3 01300		<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI		<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:06	
Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:		<b>Jakokeskus</b> JK 1.1		SFS 6000:2012 400 V TN-S	
				5.3.09 14.2.2013	
				Sivu 6 / 10	

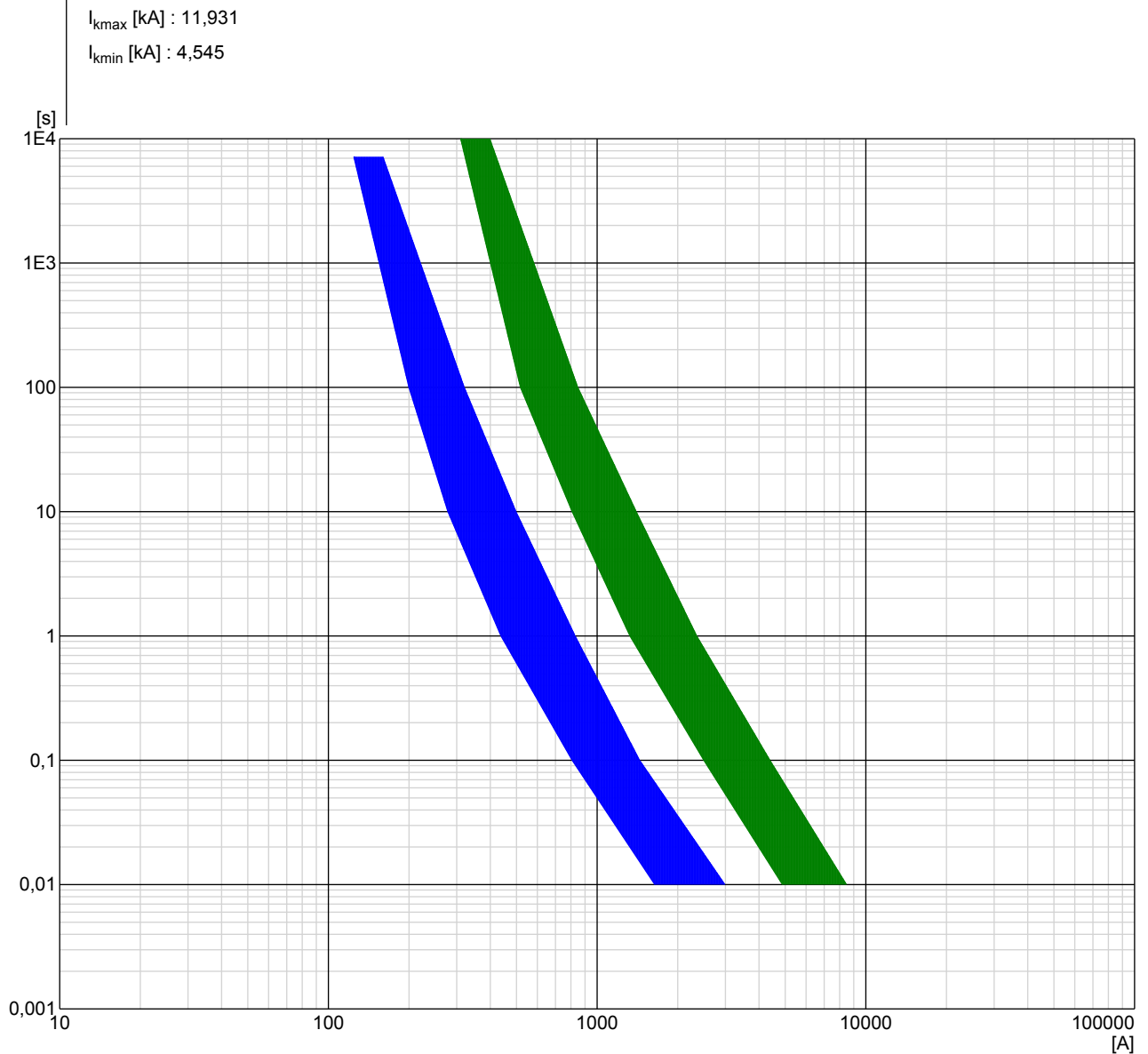




### Selektiivisyysanalyysi

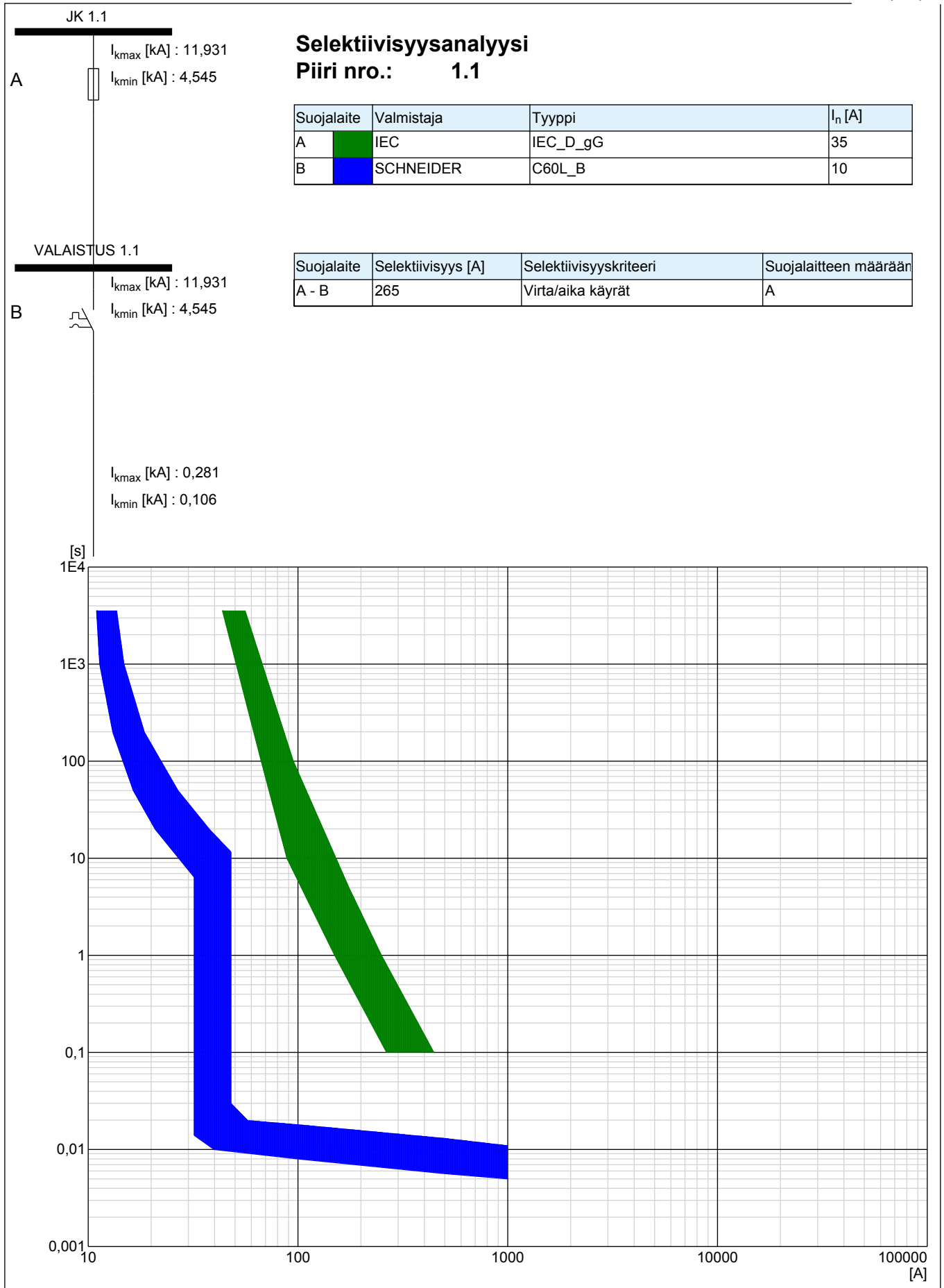
Piiri nro.: 3

Suojalaite	Valmistaja	Tyyppi	$I_n$ [A]
A	IEC	IEC_gG	250
B	IEC	IEC_gG	100

Suojalaite	Selektiivisyys [A]	Selektiivisyyskriteeri	Suojalaitteen määrään
A - B	120000	Katkaisukyvyt	A



<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:06
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	<b>Ryhmittely</b> JK 1.1  5.3.09 14.2.2013	SFS 6000:2012 400 V TN-S Sivu 7 / 10



## Asennuksen osoite:

Ratakuja 3  
01300

## Asennus:

RATAKUJAN PARKKI

Pvm: 28.5.2013 12:42:06

Sähköinfo Oy  
Harakantie 18  
02601 Espoo  
Puh:Ryhmittely  
VALAISTUS 1.1
 5.3.09  
14.2.2013

SFS 6000:2012

400 V TN-S

Sivu 8  
/ 10

JK 1.1

A

$I_{kmax}$  [kA] : 11,931  
 $I_{kmin}$  [kA] : 4,545

## Selektiivisyysanalyysi

Piiri nro.: 2.1

Suojalaite	Valmistaja	Tyyppi	$I_n$ [A]
A	IEC	IEC_gG	100
B	IEC	IEC_D_gG	35

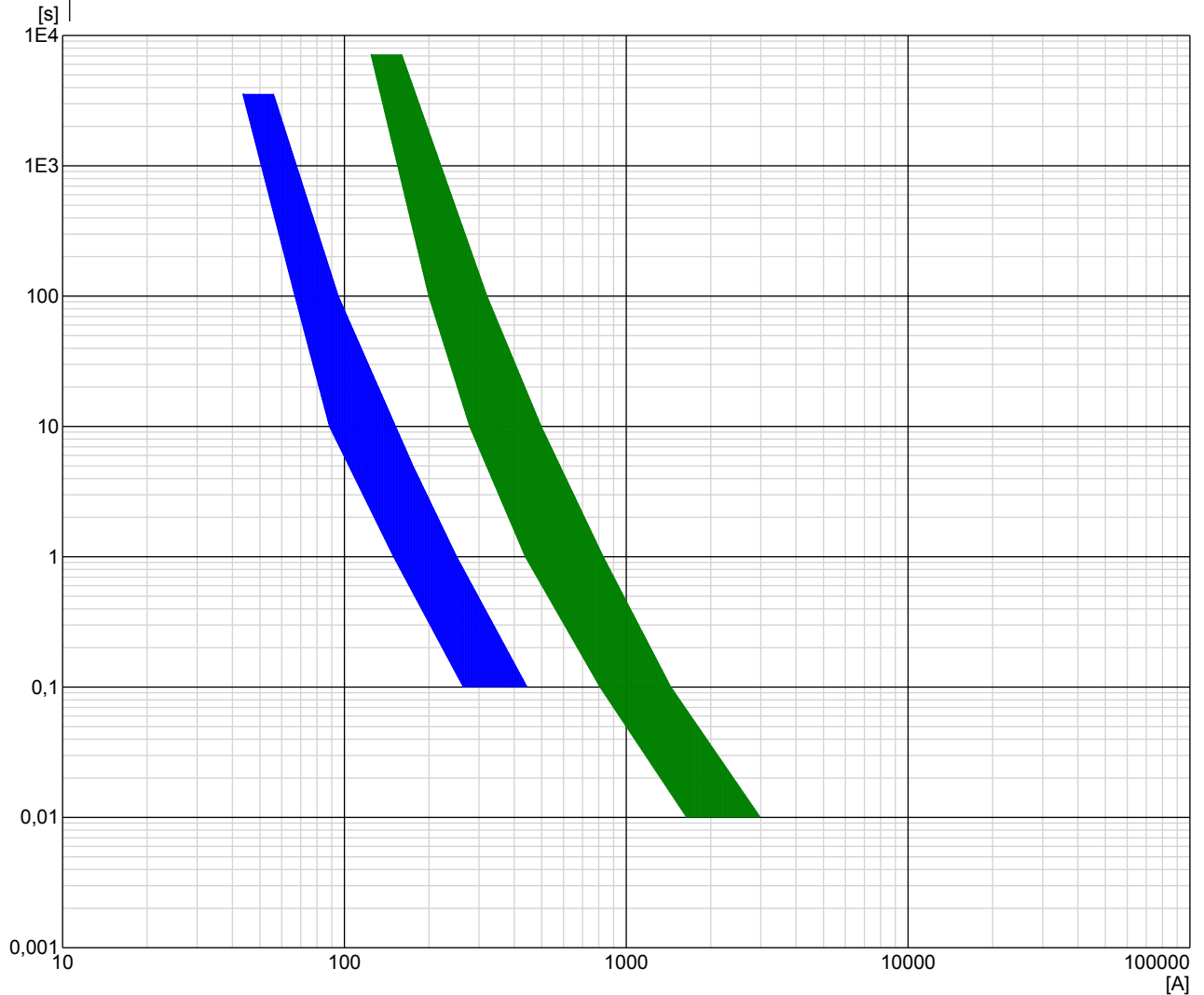
AUTOLÄMMITYSPR 1.

B

$I_{kmax}$  [kA] : 11,931  
 $I_{kmin}$  [kA] : 4,545

Suojalaite	Selektiivisyys [A]	Selektiivisyyskriteeri	Suojalaitteen määrään
A - B	20000	Katkaisukyvyt	B

$I_{kmax}$  [kA] : 2,047  
 $I_{kmin}$  [kA] : 0,768



## Asennuksen osoite:

Ratakuja 3  
01300

## Asennus:

RATAKUJAN PARKKI

Pvm: 28.5.2013 12:42:06



Sähköinfo Oy  
Harakantie 18  
02601 Espoo  
Puh:

Ryhmittely  
AUTOLÄMMITYSPR 1.1

**febdok** 5.3.09  
14.2.2013

SFS 6000:2012  
400 V TN-S

Sivu 9  
/ 10

JK 1.1

A

$I_{kmax}$  [kA] : 11,931

$I_{kmin}$  [kA] : 4,545

**Selektiivisyysanalyysi****Piiri nro.:** 3.1

Suojalaite	Valmistaja	Tyyppi	$I_n$ [A]
A	IEC	IEC_gG	100
B	IEC	IEC_D_gG	35

AUTOLÄMMITYSPR 1.

B

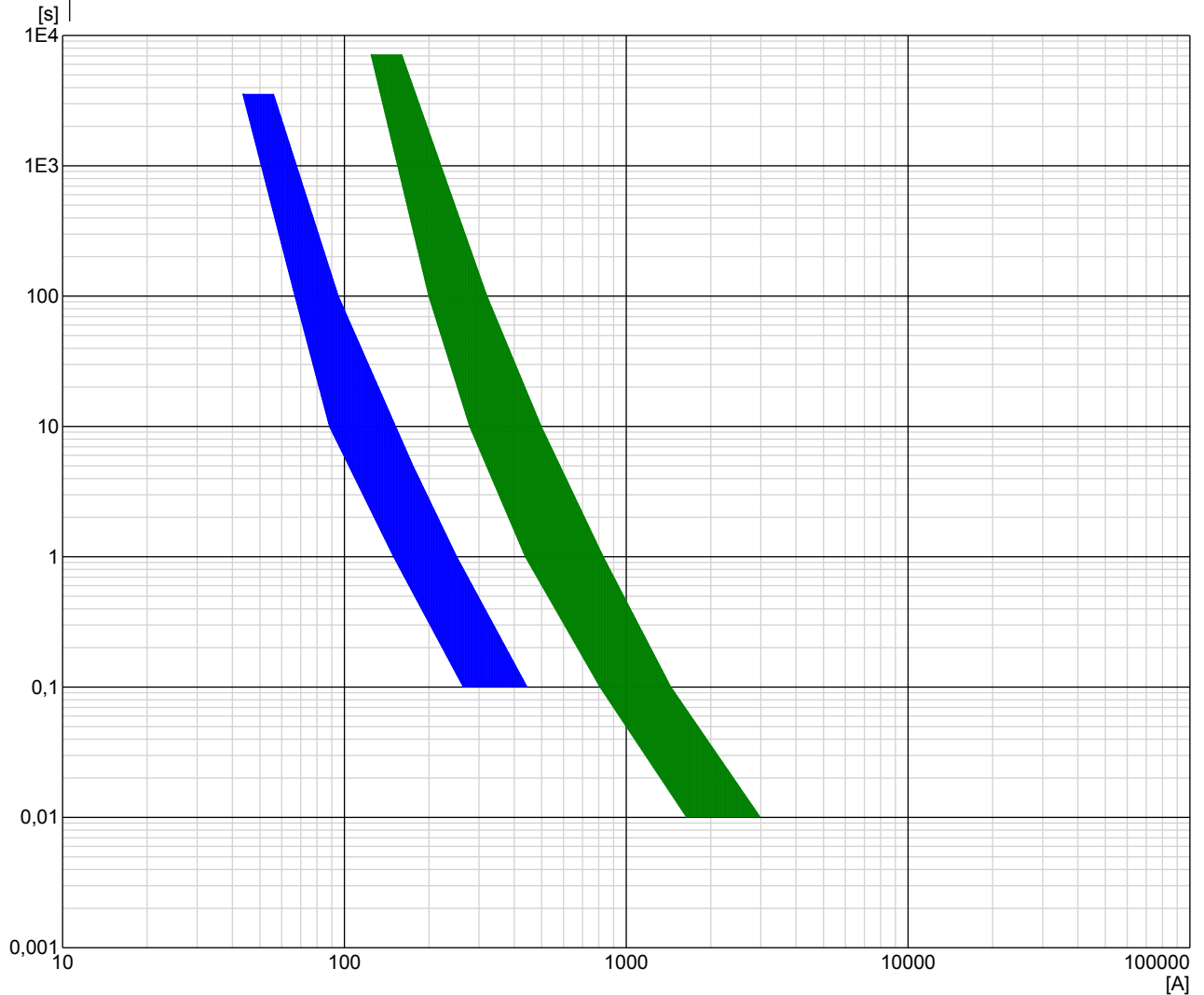
$I_{kmax}$  [kA] : 11,931

$I_{kmin}$  [kA] : 4,545

Suojalaite	Selektiivisyys [A]	Selektiivisyyskriteeri	Suojalaitteen määrä
A - B	20000	Katkaisukyvyt	B

$I_{kmax}$  [kA] : 2,420

$I_{kmin}$  [kA] : 0,907

**Asennuksen osoite:**Ratakuja 3  
01300**Asennus:**


RATAKUJAN PARKKI

Pvm: 28.5.2013 12:42:06


Sähköinfo Oy  
Harakantie 18  
02601 Espoo  
Puh:Ryhmittely  
AUTOLÄMMITYSPR 1.1.2
 5.3.09  
14.2.2013
SFS 6000:2012  
400 V TN-SSivu 10  
/ 10

## Vikavirrat laitteistossa

Jakokeskustunnus	I <sub>k3pmax</sub>		I <sub>k3pmin</sub>		I <sub>k2pmax</sub>		I <sub>k2pmin</sub>		I <sub>k1pmax</sub>		I <sub>k1pmin</sub>		I <sub>fflpmax</sub>		I <sub>fflpmin</sub>		2. maasulku		Max			
	I <sub>k</sub> [kA]	cos phi	I <sub>k</sub> [kA]	cos phi	I <sub>k</sub> [kA]	cos phi	I <sub>k</sub> [kA]	cos phi	I <sub>k</sub> [kA]	cos phi	I <sub>k</sub> [kA]	cos phi	I <sub>k</sub> [kA]	cos phi	I <sub>k</sub> [kA]	cos phi	I <sub>k</sub> [kA]	cos phi	I <sub>k</sub> [kA]	cos phi	î [kA]	
AUTOLÄMMITYSPR 0.1	17,229	0,81	14,309	0,83	14,920	0,81	12,392	0,83	13,279	0,82	8,252	0,84	12,295	0,83	7,760	0,84						
AUTOLÄMMITYSPR 1.1	11,931	0,81	9,790	0,83	10,332	0,81	8,478	0,83	7,999	0,83	5,439	0,85	6,547	0,86	4,545	0,88						
AUTOLÄMMITYSPR 1.1.	11,931	0,81	9,790	0,83	10,332	0,81	8,478	0,83	7,999	0,83	5,439	0,85	6,547	0,86	4,545	0,88						
HNK	3,521	0,98	2,707	0,99	3,049	0,98	2,344	0,99	1,880	0,99	1,384	0,99	1,876	0,99	1,382	0,99						
JK 0.1	17,229	0,81	14,309	0,83	14,920	0,81	12,392	0,83	13,279	0,82	8,252	0,84	12,295	0,83	7,760	0,84						
JK 1.1	11,931	0,81	9,790	0,83	10,332	0,81	8,478	0,83	7,999	0,83	5,439	0,85	6,547	0,86	4,545	0,88						
LIITTYMISPISTE	22,800	0,80	19,399	0,80	19,745	0,80	16,800	0,80	20,900	0,80	11,700	0,80	20,900	0,80	11,700	0,80						
PK	19,380	0,81	16,175	0,82	16,784	0,81	14,008	0,82	15,903	0,82	9,475	0,83	15,731	0,81	9,409	0,82						
VALAISTUS 0.1	17,229	0,81	14,309	0,83	14,920	0,81	12,392	0,83	13,279	0,82	8,252	0,84	12,295	0,83	7,760	0,84						
VALAISTUS 1.1	11,931	0,81	9,790	0,83	10,332	0,81	8,478	0,83	7,999	0,83	5,439	0,85	6,547	0,86	4,545	0,88						

 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI</p>	<p><b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:07</p>
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p>Vikavirrat laitteistossa</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-C-S</p>
	<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 1 / 1</p>	


Piiri nro.	Kuorman kuvaus	Riviliitin	Kaapeli	Kaapelimerkintä	Suojalaite			
					Tunniste	Tyyppi	I <sub>n</sub> [A]	vvsk
1	PÄÄKESKUS		!AXMK 2x4G185 AN_HCG					

 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> Pvm: 28.5.2013 12:42:07</p>	
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus:</b> LIITTYMISPISTE</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-C-S</p>
	<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 1 / 4</p>	




Piiri nro.	Kuorman kuvaus	Riviliitin	Kaapeli	Kaapelimerkintä	Suojalaite			
					Tunniste	Tyyppi	I <sub>n</sub> [A]	vvsk
1	Jk 0.1		AMCMK 4x240/72 AN 1 kV			SUL.	250 / 250	
2	Jk 1.1		AMCMK 4x240/72 AN 1 kV			SUL.	250 / 250	
3	HISSINOUSUKESKUS		MCMK 4x16/16 RM			SUL.	35 / 35	




 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> Pvm: 28.5.2013 12:42:07</p>	
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus:</b> PK</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-S</p>
		<p><b>Febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 2 / 4</p>

Piiri nro.	Kuorman kuvaus	Riviliitin	Kaapeli	Kaapelimerkintä	Suojalaite			
					Tunniste	Tyyppi	I <sub>n</sub> [A]	vvsk
1	VALAISTUSLÄHDÖT 0.1					SUL.	35 / 35	
1.1	Valaistus 0-taso		MMJ 5x1,5 S			JSK.	10 / 10	
2	AUTOLÄMMITYSPISTORASIAT					SUL.	125 / 125	
2.1	AUTOLÄMMITYSPISTORASIAT, YIT		MCMK 4x16/16 RM			SUL.	63 / 63	

 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> Pvm: 28.5.2013 12:42:07</p>	
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus:</b> JK 0.1</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-S</p>
	<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 3 / 4</p>	

Piiri nro.	Kuorman kuvaus	Riviliitin	Kaapeli	Kaapelimerkintä	Suojalaite			
					Tunniste	Tyyppi	I <sub>n</sub> [A]	vvsk
1	Valaistus 1.1					SUL.	35 / 35	
1.1	Valaistus +5		MMJ 5x1,5 S			JSK.	10 / 10	
2	Autolämmityspr 1.1 PADDINGTON					SUL.	100 / 100	
2.1	Autolämmityspistorasiat PADDINGTON		MCMK 4x10/10 RM			SUL.	35 / 35	
3	Autolämmityspistorasiat piccadilly					SUL.	100 / 100	
3.1	Autolämmityspistorasiat PICCADILLY		MCMK 4x10/10 RM			SUL.	35 / 35	

 <p>Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:</p>	<p><b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300</p>	<p><b>Asennus:</b> Pvm: 28.5.2013 12:42:07</p>	
	<p><b>Asiakas, omistaja:</b></p>	<p><b>Jakokeskus:</b> JK 1.1</p>	<p>SFS 6000:2012 400 V TN-S</p>
	<p><b>febdok</b> Vs. 5.3.09 Pvm. 14.2.2013</p>	<p>Sivu 4 / 4</p>	

## Kun vikavirtasuoja laukeaa:

**Irrota kaikki sulakkeet ja/tai käännä pois kaikki automaattisulakkeet, lukuunottamatta ylikuormitussuojaa (pääsulaketta).**

**Käännä vikavirtasuojakytkin päälle.**



**Ruuvaa sulakkeet paikoilleen / käännä automaattisulakkeet päälle yksi kerrallaan, kunnes vikavirtasuojakytkin laukeaa. Tässä virtapiirissä on maasulku. Irroita/kytke pois se virtapiiri jossa vika on.**

**Sammuta kaikki katkaisijat, vedä ulos kaikkien tämän virtapiirin laitteiden pistokkeet ja kytke taas päälle/ruuvaa paikoilleen sulake.**

**Kytke päälle laite toisensa jälkeen kunnes vika taas ilmenee. Viimeisin laite aiheutti vian. Anna tämän laitteen olla irtikytkettynä.**

**Vian korjaamiseksi ota yhteys ammattitaitoiseen sähköasentajaan.**

**Tarkista vikavirtasuojakytkimen toimivuus väh. kerran vuodessa**

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakujä 3 01300	<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:07
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Käyttäjän ohje Vikavirtasuojakytkin  5.3.09 14.2.2013	SFS 6000:2012 400 V TN-C-S Sivu 1 / 1

Käyttäjän ohje vikavirtavalvontaan**Kun vikavirtavalvonta antaa signaalin:**

**Irroita kaikki sulakkeet ja/tai käännä pois kaikki automaattisulakkeet, lukuunottamatta ylikuormitussuojaa (pääsulaketta).**

**Käännä vikavirtasuojakytkin päälle.**

**Ruuvaa sulakkeet paikoilleen / käännä automaattisulakkeet päälle yksi kerrallaan, kunnes vikavirtasuojakytkin laukeaa. Tässä virtapiirissä on maasulku.**



**Irroita/kytke pois se virtapiiri jossa vika on.**

**Sammuta kaikki katkaisijat, vedä ulos kaikkien tämän virtapiirin laitteiden pistokkeet ja kytke taas päälle/ruuvaa paikoilleen sulake.**


**Kytke päälle laite toisensa jälkeen kunnes vika taas ilmenee. Viimeisin laite aiheutti vian. Anna tämän laitteen olla irtikytkettynä.**

**Vian korjaamiseksi ota yhteys ammattitaitoiseen sähköasentajaan.**

**Tarkista vikavirtavalvonnan toimivuus väh. kerran vuodessa**

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakujan 3 01300	<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:08
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	Käyttäjän ohje vikavirtavalvontaan  5.3.09 14.2.2013	SFS 6000:2012 400 V TN-C-S Sivu 1 / 1

Index	Kuorman kuvaus
<b>Ik3pmax</b>	Suurin kaksivaiheinen oikosulkuvirta jakokeskuksessa, vika vaihe-vaihe-vaihe
<b>Ik2pmax</b>	Suurin kaksivaiheinen oikosulkuvirta jakokeskuksessa, vika vaihe-vaihe
<b>Ik1pmax</b>	Suurin yksivaiheinen oikosulkuvirta jakokeskuksessa, vika vaiheen ja N-johtimen välillä
<b>IjPEmax</b>	Suurin yksivaiheinen maasulkuvirta jakokeskuksessa, vika vaiheen ja PE-johtimen välillä
<b>IjPENmax</b>	Suurin yksivaiheinen maasulkuvirta jakokeskuksessa, vika vaiheen ja PEN-johtimen välillä
<b>Ik3pmin</b>	Pienin kaksivaiheinen oikosulkuvirta jakokeskuksessa, vika vaihe-vaihe-vaihe
<b>Ik2pmin</b>	Pienin kaksivaiheinen oikosulkuvirta jakokeskuksessa, vika vaihe-vaihe
<b>Ik1pmin</b>	Pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta jakokeskuksessa, vika vaiheen ja N-johtimen välillä
<b>IjPEmin</b>	Pienin yksivaiheinen maasulkuvirta jakokeskuksessa, vika vaiheen ja PE-johtimen välillä
<b>IjPENmin</b>	Pienin yksivaiheinen maasulkuvirta jakokeskuksessa, vika vaiheen ja PEN-johtimen välillä
<b>Ik2pj</b>	Pieni kaksoismaasulkuvirta IT-jakelujärjestelmässä
<b>cos φ</b>	Cos(θ) (tehokerroin) osallisessa vikavirrassa
<b>R+</b>	Myötäjärjestelmän resistanssi kyseessä olevassa tilassa (max/min)
<b>X+</b>	Myötäjärjestelmän reaktanssi kyseessä olevassa tilassa
<b>R0N</b>	Nollajärjestelmän resistanssi kyseessä olevassa tilassa, kun nollajohdin toimii vikavirran paluujohdina (max/min)
<b>X0N</b>	Nollajärjestelmän reaktanssi kyseessä olevassa tilassa, kun PE-johdin toimii vikavirran paluujohdina (max/min)
<b>R0PE</b>	Nollajärjestelmän resistanssi kyseessä olevassa tilassa, kun PE-johdin toimii vikavirran paluujohdina (max/min)
<b>X0PE</b>	Nollajärjestelmän reaktanssi kyseessä olevassa tilassa, kun PE-johdin toimii vikavirran paluujohdina (max/min)
<b>R0PEN</b>	Nollajärjestelmän resistanssi kyseessä olevassa tilassa, kun PEN-johdin toimii vikavirran paluujohdina (max/min)
<b>X0PEN</b>	Nollajärjestelmän reaktanssi kyseessä olevassa tilassa, kun PEN-johdin toimii vikavirran paluujohdina (max/min)
<b>Maadoitus/tasaus</b>	Ilmaisee maadoituselektrodin ja/tai potentiaalitasauksien käyttöä kuormassa
<b>Vaiheiden kytkentä</b>	Piirin/kuorman vaiheiden kytkentä, on tärkeä virtojen ja jännitteenalenen laskemiseksi.
<b>Jakelutyyppi</b>	Jakelujärjestelmä, johon syöttävät piirit liittyvät, ohjaa vaiheiden kytkentää keskuksista lähteissä piireissä
<b>Kaapelityyppi. ...</b>	Piirissä käytetyn kaapelityypin ja johdinkäytön (mahd. virtakiskon) kuvaus
<b>Asenn.menet.</b>	Virtapiirin kaapelien mitoittava asennusmenettely, merkitty standardien ja normien mukaisin tunnuksin
<b>Pituus</b>	Piirissä käytetyn kaapelin/virtakiskon pituus
<b>kt</b>	Ympäristön lämpötilasta johtuva virtakapasiteetin korjauskerroin
<b>Kp</b>	Rinnakkaisista kaapeleista/kiskoista/vienneistä johtuva virtakapasiteetin korjauskerroin
<b>Kf</b>	Käyttäjän määrittelemä korjauskerroin kuormitettavuudelle
<b>Ib</b>	Mitoittava kuormavirta
<b>Iz</b>	Valitun kaapelin/virtakiskon virtakapasiteetti
<b>ΔU</b>	Jännitteenalennus, liitinjännitteen % alennus suhteessa kuorman nimellijännitteeseen
<b>Laitteisto</b>	Laite joka on asennettu virtapiiriin, kuten vikavirtasuojakytkin/-valvoja, mittari, kontaktori, ylijännitesuoja ym.
<b>Ikmax</b>	Virtapiirin suurin oikosulkuvirta
<b>Ikmin</b>	Virtapiirin pienin oikosulkuvirta
<b>Ijmin</b>	Virtapiirin pienin maasulkuvirta
<b>Fabrikat</b>	Suojalaitteen valmistajaa (toimittajaa), käytetään suojalaitteen tunnistamiseen
<b>Tyyppi</b>	Suojalaitteen tyyppimerkintä, tuottajan määrittelemä
<b>IN</b>	Suojalaitteen mitoitusvirta
<b>Ic</b>	Suojalaitteen katkaisukyky
<b>Icu</b>	Icu - suojalaitteen maksimi katkaisukyky NEK EN 60947 mukaan määriteltynä
<b>Ics</b>	Ics - suojalaitteen käytönaikaisen oikosulkuvirran katkaisukyky, määritelty standardeissa SFS-EN 60898 ja 60947
<b>Icn</b>	Icn - suojalaitteen nominaalikatkaisukyky automaateille jotka on määritelty NEK EN 60898 mukaisesti
<b>Ics*</b>	Ics* - suojalaitteen käytönaikaisen oikosulkuvirran katkaisukyky
<b>Ic</b>	Ic - sulakkeen katkaisukyky SFS EN 60269 mukaan
<b>TAB</b>	TAB - suojalaitteen katkaisukyky määritelty tavarantoimittajan varmuustaulukon mukaan
<b>NB!</b>	Katkaisukyky ei ole riittävä!
<b>IIm</b>	Kaapelin/virtakiskon maks.pit., jolla suojalaite takaa kaikkien vikavirtojen sähkömagn. poiskytkennän.

<b>Asennuksen osoite:</b> Ratakuja 3 01300	<b>Asennus:</b> RATAKUJAN PARKKI	<b>Pvm:</b> 28.5.2013 12:42:08
 Sähköinfo Oy Harakantie 18 02601 Espoo Puh:	<b>Etuliitekuvaus</b>	SFS 6000:2012 400 V TN-C-S
	<b>Febdok</b> 5.3.09 14.2.2013	Sivu 1 / 1



## Indeksi

Raportin nimi	Raportin sivu	Sivujen lukumäärä
Kansisivu	1	1
Pääjohtokaavio	2	2
Jakokeskuskaavio	4	6
Päätiedot	10	2
Piiriluettelo	12	5
Mitoitustulokset	17	22
Virtapiirit	39	4
Poikkeamakaavio	43	7
Asennuksen kaapelityypit	50	1
Suojalaitetyypit asennuksessa	51	1
Selektiivisyysanalyysi	52	10
Vikavirrat laitteistossa	62	1
	63	4
Käyttäjän ohje Vikavirtasuojakytkin	67	1
Käyttäjän ohje vikavirta- valvontaan	68	1
Piiriluettelon kuvaus	69	1
UPS kysely	70	1



## SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ

Oikosulkuvirta Ik1 liittymispisteessä:	20900 A
Silmukkaimpedanssi $Zk1 = (0,95 \times 400 \text{ V}) / (\sqrt{3} \times 20900 \text{ A}) =$	0,010497 $\Omega$

Pääkeskus PK	Liittymispiste-PK, kaapeli 2x AXMK 4x185, l = 20m
Silmukkaimpedanssi $Zk2 = Zk1 + 2x(0,020 \text{ km} \times 0,207^* \Omega / \text{km}) =$	0,018777 $\Omega$
*Oikea arvo olisi 0,222 $\Omega / \text{km}$ . 0,207 säilytetty tulosten vertailun vuoksi.	
Oikosulkuvirta $Ik2 = (0,95 \times 400 \text{ V}) / (\sqrt{3} \times 0,018777 \Omega) =$	11683,97 A

Jakokeskus JK 0.1	PK-JK 0.1, kaapeli AMCMK 4x240/72Cu, l= 10m
Silmukkaimpedanssi $Zk3 = Zk2 + (0,010 \text{ km} \times 0,180 \Omega / \text{km} + 0,010 \text{ km} \times 0,34 \Omega / \text{km})$	
	= 0,023977 $\Omega$
Oikosulkuvirta $Ik3 = (0,95 \times 400 \text{ V}) / (\sqrt{3} \times 0,024577 \Omega) =$	9150,042 A

Jakokeskus JK 1.1	PK-JK 1.1, kaapeli AMCMK 4x240/72Cu, l= 50m
Silmukkaimpedanssi $Zk4 = Zk2 + (0,050 \text{ km} \times 0,180 \Omega / \text{km} + 0,050 \text{ km} \times 0,34 \Omega / \text{km})$	
	= 0,044777 $\Omega$
Oikosulkuvirta $Ik4 = (0,95 \times 400 \text{ V}) / (\sqrt{3} \times 0,045377 \Omega) =$	4899,653 A

Hissinousukeskus HNK	PK-HNK, kaapeli MCMK 16/16, l= 50m
Silmukkaimpedanssi $Zk5 = Zk2 + 2x(0,050 \text{ km} \times 1,418 \Omega / \text{km}) =$	0,160577 $\Omega$
Oikosulkuvirta $Ik5 = (0,95 \times 400 \text{ V}) / (\sqrt{3} \times 0,161177 \Omega) =$	1366,277 A