



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Jani Litsilä

# Febdok-verkonmitoitusohjelman käyttöohjeen parannus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

04.05.2020

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Tekijä<br>Otsikko                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Jani Litsilä<br>Febdok-verkonmitoitusohjelman käyttöohjeen parannus. |
| Sivumäärä<br>Aika                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 29 sivua + 2 liitettä<br>04.05.2020                                  |
| Tutkinto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | insinööri (AMK)                                                      |
| Tutkinto-ohjelma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma                       |
| Ammatillinen pääaine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | sähkövoimatekniikka                                                  |
| Ohjaajat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | projektipäällikkö Jiri Jokinen<br>lehtori Arja Ristola               |
| <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua verkonmitoitukseen ja verkonmitoitusohjelma Febdokin käyttöön, ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin. Tavoitteena oli oppia Febdokin käyttö ja parantaa jo olemassa oleva Febdokin käyttöohje työn tilaajan tarpeisiin sopivaksi ja tutkia Febdokin tuottamia dokumentteja ja pyrkiä rajaamaan siitä supistettu versio asiakkaalle toimitettavaksi.</p> <p>Opinnäytetyötä varten suoritettiin mallinnus Febdok-ohjelmistoa käyttäen erään rivitaloyhtiön sähköverkosta. Mallinnuksella tarkasteltiin vaatimusten täyttymistä ja sähköverkon tarkoituksen mukaista toimintaa. Tulokset osoittivat, että vaikka taloyhtiön verkko on 80-luvulla rakennettu, toimii se edelleen 2000-luvun standardien mukaisesti.</p> <p>Febdok-ohjelman käyttö todettiin hieman kankeaksi ja samalla alustaltaan melko epävaakaaksi ohjelmaksi. Työn edetessä oltiin Sähköinfo Oy:hyn yhteydessä ja saatiin aikaiseksi ohjelmaan päivitys. Päivityksen jälkeinen versio oli kokeilujen perusteella vakaampi.</p> <p>Ohjelman tuottamien tulosteiden arvioinnilla saatiin muiden käyttäjien kanssa rajatuksi tulosteet tilaajan tarpeisiin toimiviksi ja samalla pohdittiin, miten tulosteet voisivat olla entistä paremmin lukijaa palvelevat.</p> <p>Lopputuloksena tuotettiin standardin SFS 6000 mukaiset verkonmitoituslaskelmat kohteeseen ja käyttöohje tilaajan, Insinööritoimisto Äyräväinen Oy:n henkilökunnan käyttöön. Käyttöohje on ollut hyödyksi uusille ohjelman käyttäjille. Ohjelma on nyt nopeampi käyttää ja helpompi ymmärtää.</p> |                                                                      |
| Avainsanat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Febdok, verkonmitoitus, keskuksen mitoitus, selektiivisyys           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Author<br>Title                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Jani Litsilä<br>A Summary of Febdok Networkcalculation Software's User Manual |
| Number of Pages<br>Date                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 29 pages + 2 appendices<br>4 May 2020                                         |
| Degree                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Bachelor of Engineering                                                       |
| Degree Programme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Degree programme of Electrical and automation engineering                     |
| Professional Major                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Electrical power engineering                                                  |
| Instructors                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Jiri Jokinen, Project Manager<br>Arja Ristola, Senior Lecturer                |
| <p>The purpose of this thesis is to explore electric network calculation and Febdok calculation tool's usage, features and possibilities of the software. The main goal is to learn the use of the software and to improve its user manual to meet the requirements of my employer and to explore the printouts that the software produces to reduce the amount of pages in the printout to be delivered to the client.</p> <p>For the thesis work a calculation was made of a housing company's electric network. The calculation was made to observe how the electrical standards were met and how the network operates. The findings proved that the network operates as the modern standards demand although the housing was built in the 80's.</p> <p>Usage of the software was a little stiff and clumsy. The basis of the software was unstable. During the thesis work Sähköinfo Oy was contacted repeatedly of the malfunctions and an update for the software was achieved. After the upgrade the software was a bit more stable.</p> <p>The amount of pages in the printouts that the software produced were able to be limited to meet the client's needs and the printout now better serve the client.</p> <p>The result of my thesis work is a modern network calculation's according to SFS 6000 standard and a summary of the user manual to my employer's, Äyräväinen Oy personel's use.</p> |                                                                               |
| Keywords                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Network calculation, Febdok, selectivity, electrical distribution center      |

## Sisällys

### Lyhenteet

|     |                                          |    |
|-----|------------------------------------------|----|
| 1   | Johdanto                                 | 2  |
| 2   | Verkonlaskennan teoriaa                  | 3  |
| 2.1 | Liittymän mitoitus                       | 3  |
| 2.2 | Sähkölaitteiston tehon lähteet           | 7  |
| 2.3 | Erilaiset jakelujärjestelmät             | 8  |
| 2.4 | Ylikuormitussuojaus ja kaapelin mitoitus | 10 |
| 3   | Febdok-ohjelma                           | 18 |
| 4   | Käyttöohjeen tekoprosessi                | 20 |
| 4.1 | Käyttöohjeen sisältötoive                | 20 |
| 4.2 | Febdok-kurssi                            | 22 |
| 4.3 | Aiheen rajausta                          | 22 |
| 4.4 | Käyttöohjeen suunnittelu                 | 23 |
| 4.5 | Käyttäjien mielipide                     | 26 |
| 5   | Yhteenveto                               | 28 |
|     | Lähteet                                  | 30 |

### Liitteet

Liite 1. Febdok-käyttöohje Äyräväinen Oy:lle

Liite 2. Esimerkkituloste verkonmitoituslaskelmasta

## Lyhenteet

|           |                                                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| $I_k$     | Prospektiivinen oikosulkuvirta.                                                |
| $I_{cw}$  | Lyhytkestoinen oikosulkuvirta.                                                 |
| $I_{dyn}$ | Dynaaminen oikosulkuvirta.                                                     |
| $I^2t$    | Suojalaitteen läpipääsyenergia.                                                |
| $I_{cc}$  | Ehdollinen oikosulkuvirran huippuarvo.                                         |
| $\hat{I}$ | Oikosulkuvirran huippuarvo.                                                    |
| LVI AJ    | Lämpö, Vesi, Ilma, Automaatio, Jäähdytys.                                      |
| UPS       | <i>Uninterruptable Power Supply</i> . Keskeytymätön virransyöttö- järjestelmä. |

## 1 Johdanto

Sähköverkon mitoituksen tarkoitus on suojata ihmiset, kotieläimet, muu omaisuus ja todeta, että sähköasennukset toimivat tarkoitetulla tavalla. Mitoitus on osoitettava laskelmin tai muilla tavoin. Laskelmat voidaan tehdä helposti tietokonepohjaista verkonmitoitushjelmaa käyttäen. Verkonmitoitushjelma Febdok on Norjan sähköurakoitsijaliiton, Nolfon, verkonmitoitukseen suunniteltu työkalu. Suomalainen Sähköinfo Oy tekee Nolfon kanssa yhteistyötä ja yhdessä he ovat tuoneet ohjelman Suomen markkinoille. Tässä opinnäytetyössä tutustutaan Febdokin ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin käyttäjien tarpeiden mukaan. Febdok on tarkoitettu pienjänniteverkon mallintamiseen, jännitteenaleman laskemiseen, selektiivisyyden tarkkailuun ja oikosulkulaskemien tekemiseen.

Ennen verkonmitoituksen aloittamista käyttäjän on hyvä hallita mitoittamiseen liittyvä teoria. Tähän opinnäytetyöhön on koottu perusteet verkonmitoituslaskennasta, jotta voidaan määrittää myös laskemalla verkon ja asennusten toimivuus tarkoitetulla tavalla.

Febdok-ohjelma nopeuttaa verkonlaskentaa ja antaa suuren massan dataa, jota pitää hallita sopivina kokonaisuuksina, sopiville vastaanottajille. Yksi työn tarkoituksista oli rajata dokumenttien määrää suppeammaksi, mutta kuitenkin riittäväksi. Dokumenttien määrä ja laatu riippuu asiakkaasta, jolle dokumentit toimitetaan. Asiakkaan ollessa maalikko, asentaja tai sähköverkon haltija määrää dokumenttien tarpeen ja laadun.

Työn tavoite on insinööritoimisto Äyräväinen Oy:n tilaama Febdok-ohje muokattuna käyttäjien tarpeisiin. Samassa yhteydessä on tarkoitus luoda ohjevideoita oppimisen tueksi.

Insinööritoimisto Äyräväinen on vuonna 1972 perustettu yritys, joka on erikoistunut LVIAJ- ja sähkösuunnitteluun. Palveluihin kuuluu niin projektien suunnittelu, rakennuttaminen ja valvonta. Yrityksen erityisosaamisalueisiin kuuluu sisäilman jäähdytys, energia-tehokkuus sekä tietoturvan kannalta kriittiset projektit. Yrityksen toimipaikka sijaitsee Helsingissä. Yrityksen henkilökuntaan kuuluu yli 50 eri alojen asiantuntijaa.

Yrityksen toiminta keskittyy pääasiassa julkisen ja yksityisen sektorin erilaisten kiinteistöjen ja laitosten suunnitteluun. Asiakkaina ovat mm. Helsingin kaupunki, Espoon

kaupunki, Vantaan kaupunki, Nurmijärven kunta, Keravan kaupunki, Citycon Oyj, KELA, Senaattikiinteistöt, Veikkaus Oy ja monia muita. [1.]

## 2 Verkonlaskennan teoriaa

Rakennuksen sähkösuunnittelun alkuvaiheessa tehtävät sähköliittymän, sähköverkon ja sen suojausten mitoitus ovat tärkeimpiä työvaiheita rakennusten sähkösuunnittelussa. Jo suunnitteluvaiheessa on varmistettava sähköasennusten suojausta koskevien perusvaatimusten täyttyminen. Väärin mitoitettun rakennuksen sähköverkon uudelleen mitoittaminen ja rakenteellisten muutosten tekeminen tarkoittaa ylimääräistä työtä ja ylimääräisiä kustannuksia, jotka voivat olla mittavia.

### 2.1 Liittymän mitoitus

Rakennuksen liittymän mitoitukseen saadaan perustietoja ST-kortista 13.31 *Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoitus*. Kortissa esitetään useita erilaisia tapoja erilaisten rakennusten käyttämän tehon laskentaan. *Huipputeho* tarkoittaa kaikkien rakennuksen laitteiden ja kuormien kytkemistä päälle samanaikaisesti. Tällainen tilanne on kuitenkin harvinainen ja epätavallinen, joten rakennukselle määritetään teoreettinen tilanne, jonka aikana teho on suurimmillaan. Tilannetta arvioitaessa määritetään, mitkä kuormat ovat päällä samanaikaisesti, ja kuinka suuri osa kuormasta kuten valaistuksesta on päällä samaan aikaan. Myös kuormien ohjauksella on merkitystä. Oikein määritellyllä ohjauksella voidaan säästää energiaa ja minimoida tarvittu huipputeho.

Huipputehon määrittämisessä on syytä ottaa huomioon myös mahdollinen kasvuvara. Laskennassa on syytä ottaa huomioon rakennuksen käyttäjä. Liikerakennusta laskettaessa on otettava huomioon mahdollinen vuokralaisen vaihto ja tästä johtuva tehotarpeen muutos, kun taas asuinrakennuksen vuokralaisen tehotarpeet voidaan tulkita vakioiksi. Liiallista ylimitoittamista kannattaa kuitenkin välttää taloudellisen järkevyyden ylläpitämisen vuoksi, mutta yleisiin tapoihin kuuluu käyttää 30 % tehonlisäyskerrointa. [2.]

Liittymän ja suojalaitteiden määrittämiseen tarvittava teho saadaan, kun tarkastelu on tehty ja huipputeho korjataan samanaikaisuuskertoimilla. Samanaikaisuuskertoimet

määrittävät kuinka suuri osa kuormaa on päällä samanaikaisesti. Sähköliittymän koko määräytyy tehon tarpeen mukaisesti. Jos kohteena on kerros- tai rivitalo, voidaan olettaa että huoneistokohtaisesta ryhmäkeskuksesta lähes kaikki kuormat ovat samanaikaisesti päällä. Ryhmäkeskusta suojaava laite on siis mitoitettava huipputehon mukaisesti. [2.]

Asuinrakennusten suunnittelun alkuvaiheessa, kun rakennuksen tulevista järjestelmistä ei ole vielä tarkkoja tietoja, voidaan huipputeho arvioida kokemukseen perustuvilla laskentakaavoilla, jotka perustuvat 1980-luvulla tehtyihin kuormitusmittauksiin. Ikänsä puolesta kaavat sopivat hyvin alustavaan arviointiin, mutta sähköliittymän huipputehojen laskenta tulee ST-kortin 13.31 mukaan tehdä aina laitekohtaisen kuormitusarvion perusteella. [2.]

Seuraavassa esitetään kaavat 1, 2 ja 3, joilla voidaan laskea vähintään 2500 m<sup>2</sup> kerrosalan suuruisen vähintään 15 asunnon kerros- tai rivitalorakennusten huipputehojen laskentaan. Kaavassa 2 huomioitu asunnot, joihin asennetaan myös sähkökiuas. Kaavasta 3 saadaan  $B_x$  arvo pienempien talojen mitoitusta varten.  $A$  on kerrosala [m<sup>2</sup>]. [2.]

$$P_h = B + 17 * \frac{A}{1000} \quad (B = 65 \text{ kW}) \quad (1)$$

$$P_h = B + 24 * \frac{A}{1000} \quad (B = 65 \text{ kW}) \quad (2)$$

$$B_x = \left( \frac{A_{\text{todellinen}}}{2500} \right) * B \quad (B \geq 30) \quad (3)$$

$P_h$  on Huipputeho (kW)

$B_x$  on Huipputeho pienempiä taloja varten (kW)

$A$  on Asunnon pinta-ala (m<sup>2</sup>)

Kohteissa on kuormia jotka on laskennassa syytä arvioida kohdekohtaisesti. Nämä muut huomioon otettavat kuormat ovat *kojekuorma*, *sähkölämmityksen kuorma* ja *valaistuskuorma*. Kojekuormalla tarkoitetaan esim. erilaisten sähkökoneiden, kuten puhallinmoottoreiden aiheuttamaa kuormaa, joka lasketaan kaavoilla 4 ja 5, jotka ottavat huomioon huoneiston pinta-alan ( $A_h$ ) ja laitteiden tehon neliötä kohden. Sähkölämpökuormat saadaan laskemalla yhteen eri sähkölämmityskuormien tehot. [2.]

$$P_{KK} = 6 \text{ kW} + \frac{20 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1000} * A_h \quad (4)$$

$$P_{VAL} = \frac{9 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1000} * A_h \quad (5)$$

Yksittäisen asunnon mitoittava teho  $P_M$  saadaan laskemalla suunnittelijan arvion määrittämällä samanaikaisuuskertoimilla  $k$ , korjatut kuormalajit yhteen kaavan 6 mukaisesti. Samanaikaisuuskertoimet  $k1-3$  määrittävät kuinka todennäköisesti eri sähkölaiteryhmät ovat kytkettyinä päälle samanaikaisesti. [2.]

$$P_M = (P_{KK} * k1) + (P_{SLK} * k2) + (P_{VAL} * k3) \quad (6)$$

$k1$  on kojekuorman samanaikaisuuskerroin

$k2$  on sähköisen lämpökuorman samanaikaisuuskerroin

$k3$  on valaistuskuorman samanaikaisuuskerroin

$P_M$  on yksittäisen asunnon mitoittava teho

$P_{KK}$  on huoneiston kojekuorma

$P_{SLK}$  on huoneiston sähkölämmityskuorma

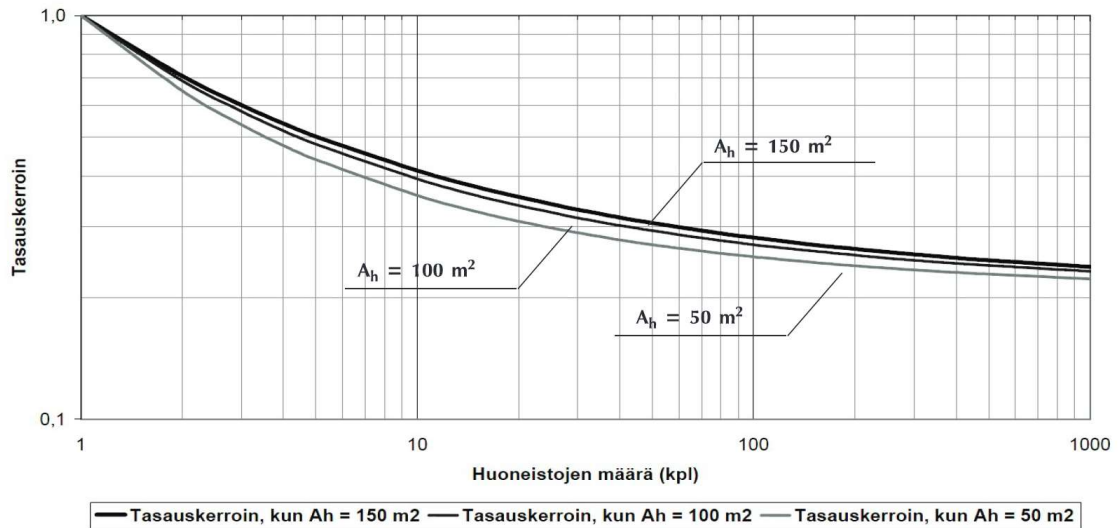
$P_{VAL}$  on huoneiston valaistuskorma

$A_h$  on huoneiston asunnon pinta-ala

Jos rakennuksessa on useampi asunto, mitoittava teho saadaan kertomalla kaavan 7 osoittamalla tavalla keskimääräinen asuntokohtainen mitoittava teho asuntojen lukumäärällä ja asuntojen välisellä tasauskertoimella  $C(N_h)$ . [2.]

$$P_{M\_huoneistot} = P_{M\_keskimääräinen} * lkm * C(N_h) \quad (7)$$

Asuntojen tasauskerroin määräytyy asuntojen keskimääräisen koon ja lukumäärän perusteella. ST-kortista 13.31 löytyy kuvaaja, josta voidaan suoraan lukea tasauskertoimen arvo. [2.]



Kuva 1. ST-kortin 13.31 tasauskerroin kuvaaja keskimääräisillä huonepinta-aloilla Suomessa.[2.]

Edellä mainitut kaavat soveltuvat asuntojen huipputehojen mitoittamiseen. Mahdolliset yleiset tilat kuten askarteluhuoneet, kerhohuoneet tai muut vastaavat on syytä huomioida erikseen kuormiensa osalta. Näiden osalta suunnittelija määrittää teoreettisen huipputehon tilanteen kannalta soveltuvien kuormituslajien tasauskerroimet ja samaan aikaan päällä olevat kuormat.

Edellä mainittuja kaavoja voi soveltaa vain asuinrakennusten tehontarpeen mitoittamiseen. Kiinteistöt, jotka toimivat varastoina, tuotantolaitoksina, liiketiloina, kouluina tai toimistorakennuksina arvioidaan jokainen kuormalaji erikseen. Laskenta näissä kohteissa on tehtävä kokonaan perustuen kohteen yksilöllisiin kuormiin. Käyttötarkoituksiltaan hyvin erilaisiin tarkoituksiin asennettavat laitteet ja järjestelmät ohjaustapoineen voivat poiketa toisistaan suuresti ja yleispäteviä laskentamalleja ei ole mahdollista tehdä. Toimistorakennuksissa ja kouluissa pääasiainen kuorma menee valaistukseen, lämmitykseen ja jäähdytykseen, kun taas tuotannollisissa rakennuksissa tehon tarve määräytyy enemmän tuotannollisten koneiden mukaan ja valaistus ja lämmitys on huomattavasti pienemässä roolissa. [2.]

Mitoituksen perusteena käytettävä teho saadaan laskemalla yhteen valaisinten, kojeiden ja laiteluetteloista saatujen laitteiden tehot kaavan 8 mukaisesti, sekä ottamalla huomioon laiteryhmiin sisäiset ja väliset samanaikaisuuskertoimet  $k_{1-5}$ , sekä tehon lisäyskerroin. [2.]

$$P_M = 1,3 * (P_{LVIA} * k1 + P_{VALAISTUS} * k2 + P_{LAIITTEET} * k3 + P_{LÄMPÖ} * k4 + P_{MUUT} * k5) \quad (8)$$

$P_M$  on mitoittava sähköteho

$P_{LVIA}$  on LVIA-laitteiden yhteenlaskettu sähköteho

$P_{VALAISTUS}$  on valaistuksen yhteenlaskettu sähköteho

$P_{LAIITTEET}$  on muiden laitteiden yhteenlaskettu teho

$P_{LÄMPÖ}$  on yhteen laskettu sähköisen lämmityksen kuorma

$P_{MUUT}$  on mahdolliset muut tehoiltaan suuret kuormat

1,3 on 30% tehonlisäyskerroin, jolla varaudutaan tulevaan kehitykseen

$k1$  on samanaikaisuuskerroin LVIA-laitteille

$k2$  on samanaikaisuuskerroin valaistukselle

$k3$  on samanaikaisuuskerroin muille laitteille

$k4$  on samanaikaisuuskerroin lämmitykselle

$k5$  on samanaikaisuuskerroin muille tehoiltaan suurille kuormille

Samanaikaisuuskertoimet arvioivat tehontarpeen vaihtelun suuruuden laitteiden välillä, riippuen ryhmien laitteiden kuormituksen samanaikaisuudesta. Teoreettista huippua arvioitaessa voidaan suhteuttaa lämmityksen ja jäähdytyksen ero vakioksi. ST-kortti ohjeistaa tarkemmin tasauskertoimien määrittämiseen. Tulevaisuuden tehotarpeen lisäykseen varaudutaan 30 % tehon lisäyskerroimella. [2.]

Suunnittelun alkuvaiheessa tehon arviointi on tehtävä pinta-aloihin perustuvana arviona. Ilmanvaihdon arviossa voidaan käyttää ilmamääriin perustuvaa arviota ja valaistuksessa valotehon tiheyden mukaan määräytyvää arviota. [2.]

## 2.2 Sähkölaitteiston tehon lähteet

Kiinteistöjen sähkölaitteistojen tehonlähteenä toimii kantaverkko. Kantaverkon tukena voi olla myös joko UPS-järjestelmä tai varavoimageneraattori, jotka toimivat kiinteistön tehonlähteenä sähkökatkon sattuessa.

Laskennassa käytettävät tehonlähteen arvot ja ominaisuudet riippuvat siitä, missä sähkönjakelun toimitusraja menee. Useimmissa rakennuksissa sähkönjakelu tuodaan verkko-yhtiöltä pienjänniteliittymän avulla. Tällöin verkkoyhtiö vastaa jakelumuuntajasta ja tontin rajalle tulevasta siirtoyhteydestä. Liityntäpisteeseen asti sähköverkon mitoittamiseen vaadittavat oikosulkuvirrat saadaan sähkönjakeluyhtiöltä.

Verkkoyhtiö määrittää siirtoyhteyden liittymiskaapelin, joka tuodaan muuntajalta tontin rajalle. Liittymiskaapeli tuodaan usein nelijohtimisena, sillä pienjänniteverkot ovat usein TN-C-järjestelmän mukaisia. Joissakin tapauksissa muuntaja on sijoitettu kiinteistöön sille varatulle paikalle, jolloin pienjänniteliittymä toteutetaan TN-S-järjestelmän mukaisesti 5-johtimisena.

Jos kyseessä on suurempi kiinteistö ryhmä tai kiinteistö, jolla on suurempi tehon tarve, voidaan tontille tai kiinteistöön sijoittaa liittyjän kustannuksella joko keski- tai suurjännitemuuntaja. Tällaisessa tapauksessa pitää selvittää verkon sekä muuntajan tiedot, jotta voidaan laskea verkon mitoitus riittävillä lähtötiedoilla.

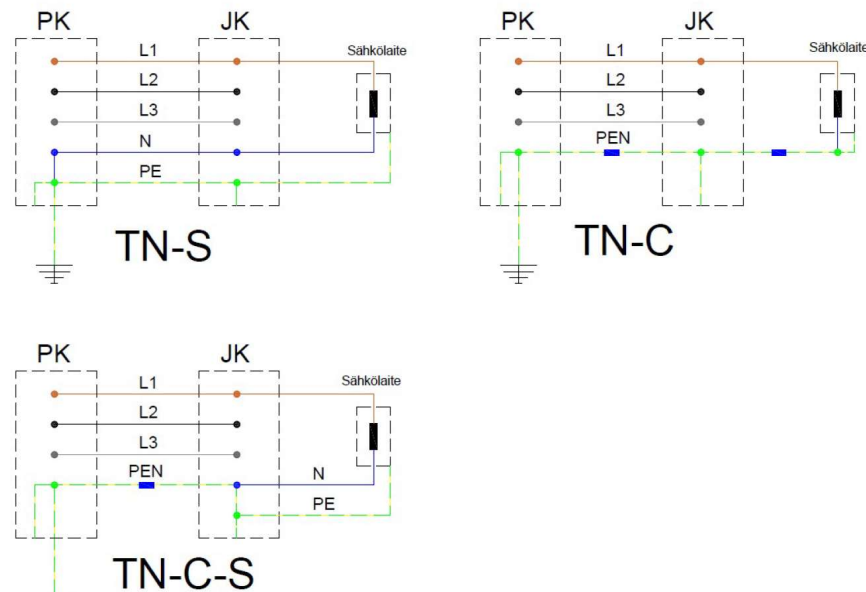
### 2.3 Erilaiset jakelujärjestelmät

Vaihtosähkön jakelujärjestelmät jaetaan kolmeen erilaiseen perusjärjestelmätyyppiin riippuen maadoitustavasta. (TN-, TT-, IT-järjestelmä) Yleisin käytettävä järjestelmä on TN-järjestelmä.

#### TN-järjestelmä

TN-järjestelmä on yksipisteinen, eli yleensä tehonlähteen eli muuntajan tähtipiste on maadoitettu ja kaikki sähkölaitteiston jännitteelliset osat on yhdistetty maadoituspisteeseen suojamaadoitusjohtimella. TN-järjestelmä jaetaan nolla- ja suojajohtimen järjestyksen perusteella kolmeen eri tyyppiin.

TN-S-järjestelmässä nolla- ja suojamaajohdin ovat omia johtimiaan. TN-C-järjestelmässä on yhdistetty nolla- ja suojamaajohdin. TN-C-S-järjestelmässä on yhdistetty nolla- ja suojamaajohdin osassa järjestelmää. Kuvassa 2 esitetyt mallikytkennät [3, 312.2.1.]



Kuva 2. TN-järjestelmien kytkentäesimerkit

Sähköasennusstandardi ohjeistaa, että uusissa rakennuksissa on käytettävä TN-S-järjestelmää liittymiskohdasta, eli pääkeskuksesta eteenpäin. Ohje perustuu turvallisuuteen ja häiriösuojaukseen. TN-C-järjestelmässä PEN-johtimien katketessa syntyy sähkölaitteen runkoon vaarallinen kosketusjännite. PEN-johtimen käyttö aiheuttaa häiriöitä tietoteknisille järjestelmille sekä potentiaalitasauksen kautta putkistoihin ja rakenteisiin leviäviä vikavirtoja. [3, 444.4.3.]

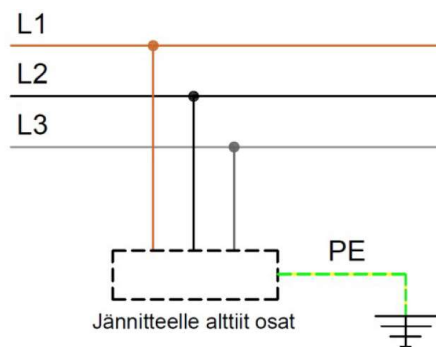
Ennen vuotta 1994 on ollut yleisesti käytössä TN-C-järjestelmä ja erillistä suojamaajohdinta on käytetty vain tietyntyylisissä asennuksissa. Nykyään TN-C-järjestelmän käyttö on sallittu vain rakennusten ulkopuolisissa asennuksissa kuten jakeluverkoissa. Peruskorjattavissa rakennuksissa, joihin tulee tai joissa on merkittäviä tietoteknisiä järjestelmiä, joudutaan TN-C-järjestelmä muuttamaan TN-S-järjestelmäksi. [3, 444.4.3.]

## TT-järjestelmä

TT-järjestelmässä on myös yksi virtapiirin piste, yleensä muuntajan tähtipiste, suoraan maadoitettu. Sähkölaitteistojen jännitteelle alttiit osat ovat TN-järjestelmästä poiketen maadoitettu omilla erillisillä maadoituselektrodeillaan. TT-järjestelmää ei käytetä juuri lainkaan Suomessa, mutta Etelä-Euroopassa se on yleinen. [4, s.66.]

## IT-järjestelmä

IT-järjestelmä on maasta erotettu järjestelmä. Mitään virtapiirin osia ei kytketä suoraan maahan. Sähkölaitteistojen ja -laitteiden jännitteelle alttiit osat on kytketty suoraan erillisiin maadoituselektrodeihin tai suojajohtimen avulla yhteiseen maadoituselektrodiin. IT-järjestelmässä nollajohtimen käyttö on harvinaista, eikä sitä suositella, vaikka se mahdollista onkin. IT-järjestelmän kytkentämalli esitetty kuvassa 3. [4, s.66.]



Kuva 3. IT-järjestelmän kytkentäesimerkki

## 2.4 Ylikuormitussuojaus ja kaapelin mitoitus

SFS 6000:2017-standardin kohdassa 433 ohjeistaa ylikuormitussuojien on asentamisen paikkaan, jossa jokin muutos kaapelissa kuten kaapelin poikkipinta-alassa, johdinlajissa tai jossakin muussa kaapelin ominaisuudessa heikentää kaapeleiden kuormitettavuutta. Samassa kohdassa määritellään myös tarkemmin ylikuormitussuojien sijoittamisen ehtoja ja suosituksia ja ylikuormitussuojauksen pois jättämistä tietyissä tapauksissa, kuten rakennusten palonsammutus- ja turvajärjestelmän syöttävässä piirissä.

Rakennuksen oikosulku- ja ylikuormitussuojaus on usein toteutettu samalla suojalaitteella. Suojalaitteen valinnassa on kiinnitettävä huomiota laitteen nimellisvirtaan siten, että se suojaa myös ylikuormitukselta. [4, s.135.]

### Ylikuormitussuojaus

Ylikuormitussuojauksen tarkoitus on suojata johtoa ja sen liitoksia liialta lämpenemiseltä, jonka ylikuormitus aiheuttaa. Standardin SFS 6000 kohdassa 433 määritellään suojalaitteen kaksi ehtoa:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (9)$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_Z \quad (10)$$

$I_B$  on piirin suunniteltu virta

$I_Z$  on kaapeleiden jatkuva kuormitettavuus

$I_n$  on suojalaitteen mitoitusvirta

$I_2$  on suojalaitteen laukaisurajavirta

Ylikuormitussuojaus ja johdin tulee mitoittaa niin, että piirin suunniteltu virta ei nouse suojalaitteen nimellisvirran yli ja kaapelit kestävät pienen ylikuormituksen suojalaitteen laukeamiseen vaadittavan ajan. Suojalaite valitaan piirin suunniteltujen nimellisvirtojen perusteella, jonka jälkeen määritetään kaapeleiden kuormitettavuus.

Laukaisurajavirran  $I_2$ -arvo saadaan suoraan laitevalmistajalta. Standardin SFS-EN 60898 mukaisilla B-, C-, ja D-tyypin johdonsuojakatkaisijoilla laukaisurajavirta on  $1,45 * I_n$ , jolloin kaapelin kuormitettavuuden minimiarvona voidaan käyttää suoraan suojalaitteen nimellisvirtaa. [4, s. 136.]

Nimellisvirraltaan yli 16 A:n gG-sulakkeelle standardi SFS-EN 60269-1 määrittää kertoimen  $k$  arvoksi 1,6, pienemmillä 4–16 A:n gG-sulakkeella  $k$  arvo on 1,9 ja alle 4 A:n gG-sulakkeella  $k$  arvo on 2,1. Näin ollen voidaan suojalaitteen valinnan jälkeen muodostaa kaavan 11 mukainen epäyhtälö, jolla ratkaistaan kaapelin jatkuva kuormitettavuus.

$$k * I_n \leq 1,45I_Z \leftrightarrow I_Z \geq \frac{k}{1,45} * I_n \quad (11)$$

$I_n$  on suojalaitteen nimellisvirta

$I_Z$  on kaapelin jatkuva kuormitettavuus

$k$  on sulakkeen ylemmän sulamisrajavirran ja sulakkeen nimellisvirran suhde

gG-sulaketta käytettäessä on kuitenkin helpointa tarkastaa kuormitettavuuden minimiarvo standardin taulukosta (Taulukko 1), johon ne on edellä mainitun kaavan mukaan laskettu.

| gG tyyppisen sulakkeen nimellisvirta A | Johdinten kuormitettavuuden minimiarvo A |
|----------------------------------------|------------------------------------------|
| 6                                      | 8                                        |
| 10                                     | 13,5                                     |
| 16                                     | 18                                       |
| 20                                     | 22                                       |
| 25                                     | 28                                       |
| 32                                     | 35                                       |
| 35                                     | 39                                       |
| 40                                     | 44                                       |
| 50                                     | 55                                       |
| 63                                     | 70                                       |
| 80                                     | 88                                       |
| 100                                    | 110                                      |
| 125                                    | 138                                      |
| 160                                    | 177                                      |
| 200                                    | 221                                      |
| 250                                    | 276                                      |
| 315                                    | 348                                      |
| 400                                    | 441                                      |
| 500                                    | 552                                      |
| 630                                    | 695                                      |
| 800                                    | 883                                      |

Taulukko 1 Kuormitettavuuden minimiarvot gG-sulakkeilla (SFS 6000-5-52:2017 taulukko Y.52.21)

### Kaapelin valinta

Kaapelin kuormitettavuus on määritetty kaapelille sen suurimman lämpötilan mukaan. Suurinta lämpötilaa ei saa ylittää, koska se voi aiheuttaa tulipalon tai lyhentää kaapeleiden elinikää merkittävästi kiihdyttämällä eristeiden vanhenemista.

Kaapelin kuormitettavuuteen vaikuttaa merkittävästi johdinmateriaali, johtimen poikkipinta-ala, eristemateriaali, ympäristön lämpötila, asennustapa sekä muiden virtapiirien läheisyys. Kaapelin kuormitettavuus määräytyy sen kyvyn mukaan luovuttaa virran aiheuttama lämpö kaapelin ympäristöön.

Kaapelin lämpötila- ja kuormitettavuusarvot saadaan suoraan valmistajalta. Standardin SFS 6000 kohdassa 523 on esitetty taulukoissa johdinten kuormitettavuustaulukoita, mutta helpoin tapa on saada tiedot suoraan valmistajalta.

Standardisarja SFS 6000 (2017) on kaapeleiden kuormitettavuuden osalta siirretty suoraan IEC-esikuvastandardien mukaisista taulukoista. Kuormitettavuustaulukoita on paljon, koska kuormitettavuus on laskettu erikseen yksi- ja kolmivaihekaapeleille sekä PVC-eristeisille ja PEX-eristeisille kaapeleille.

Yksityiskohtainen jaottelu mahdollistaa tarkemman mitoituksen, mutta useinkaan ei ole syytä mitoittaa kaapelia tarkalleen kuormitettavuuden perusteella.

Kaapelin mitoituksessa tulee ottaa huomioon taloudellisuus, jännitehäviöt ja virtapiirin suurimman sallitun impedanssin asettamat rajoitukset. [4, s.224.]

#### Asennustapa

Asennustavoilla määritetään, miten kaapelit asetetaan toisiinsa nähden, millaiselle alustalle ja minkälaisiin olosuhteisiin. Vierekkäin asennetut kaapelit aiheuttavat pienemmän lämpökuorman, kuin päällekkäin asennetut. Näin ollen asennustapa antaa kaapeleille paremman oikosulkukestoisuuden. Febdok-ohjelman käytössä kaapelit saadaan kestämään suurempia virtoja pelkällä asennustavan muutoksella.

#### Jännitteenalenema

Jännitteenalenema tarkoittaa jännitehäviön suuruutta sähkön siirtoyhteyden syöttö- ja kulutuspään välillä. Jännitehäviö saadaan kaapeleiden impedansseista ja kuormitusvirrasta. SFS 6000 sisältää suosituksia jännitteenalenemasta kuluttajan sähköasennuksissa. Normaalisti pienjänniteverkosta syötetyllä laitteella jännitteenalenema voi olla

enintään 4–5 %, ja valaistuskauoman suositus on 2–3 %. Jännitteenalenema kolmivaiheisella vaihtojännitteellä voidaan laskea kaavalla 12 ja suhteellinen jännitteenalenema kaavalla 13. [4, s.242.]

$$\Delta U = I * l * \sqrt{3} * (r \cos\varphi + x \sin\varphi) \quad (12)$$

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_n} * 100\% \quad (13)$$

$\Delta U$  on jännitteenalenema (V)

$I$  on kuormitusvirta (A)

$l$  on kaapelin pituus (m)

$r$  on ominaisresistanssi ( $\Omega/m$ )

$x$  on ominaisreaktanssi ( $\Omega/m$ )

$U_n$  on nimellisjännite (V)

$\varphi$  on vaihekulma ( $^\circ$ )

$\Delta u$  on suhteellinen jännitteenalenema (%)

#### Oikosulku- ja vikasuojaus

Vikasuojauksessa suojataan sähkölaitteen käyttäjää vian aiheuttamalta kosketusjännitteeltä, kun taas oikosulkusuojauksessa suojataan virtapiiriä oikosulkuvirran aiheuttamalta lämpenemiseltä ja siten mahdolliselta syttymisriskiltä. Oikosukusuojaus on paljon työläämpää, koska siinä tulee kiinnittää huomiota oikosulkuihin kaikkien eri jännitteisten johtimien välillä johdon alku- että loppupäässä. [4, s.143.]

Suojajohdinta käytettäessä vikasuojaus toteutetaan TN-järjestelmässä automaattisen poiskytkennän avulla, joka toteutetaan ylivirtasuojalla ja/tai vikavirtasuojalla. Ilman suojajohdinta vikasuojaus voidaan toteuttaa suojaeristyksen, eristävän ympäristön tai sähköisen erotuksen avulla. [3, s.84.]

Standardi (SFS 6000) velvoittaa käyttämään myös enintään 30 mA:n vikavirtasuojauksella toteutettua lisäsuojauksia  $\leq 32A$ :n yleiseen käyttöön tarkoitetuissa pistorasioissa, joita käyttävät maallikot ja ulkona käytettävien  $\leq 32A$ :n siirrettävien laitteiden, vaihtosähköllä syötettävissä ylivirtasuojalla suojatuissa piireissä. Vaatimus ei koske IT-järjestelmiä, joissa ensimmäisen vian vikavirta ei ylitä 15 mA:n. [3, 411.3.3, sekä liite 41X.]

Vastaava lisäsuojaus vaaditaan myös TN- ja TT-järjestelmissä asunnoissa ja asuntoihin liittyvillä piha-alueilla valaisimia vaihtosähköllä syöttävissä piireissä, joissa maallikko liittää valaisimen tai vaihtaa lampun. [3, 411.3.3, sekä liite 41X.]

Nämä vikavirtasuojalla toteutetut lisäsuojaukset eivät kuitenkaan korvaa ylivirtasuojalla toteutettua vikasuojausta. Lisäsuojauksen tarkoitus on täydentää asennusta. [4, s.113.]

### Oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojauksessa kaksi keskeisintä vaatimusta ovat oikosulkusuojauksen kyky katkaista suurin piirissä esiintyvä prospektiivinen oikosulkuvirta ja poiskytkennän tapahtuminen ennen kuin suojalaitteen suojaamat piirit vaurioituvat.

Ensimmäinen vaatimus tarkoittaa käytännössä suojalaitteen kykyä katkaista kolmivaiheinen oikosulkuvirta niin lähellä keskuksen liittimiä kuin mahdollista. Suojalaitteen katkaisukyvyyn tuleekin ylittää prospektiivinen oikosulkuvirta, eikä suojalaitteen rajoittavaa oikosulkuvirtaa voida ottaa huomioon. Tunnettaessa verkon komponentit riittävän tarkasti voidaan kolmivaiheinen oikosulkuvirta laskea. Usein tämä ei kuitenkaan ole tarpeen, koska verkkoyhtiöt antavat kolmivaiheisen oikosulkuarvon pyydettyä. [4, s.142.]

Toinen oikosulkusuojauksen vaatimus täytetään mitoittamalla standardin SFS 6000 kohdan 434.5.2 mitoituskaavan (kaava 14) mukaisesti oikosulun kesto aika.

$$t = \left(k * \frac{S}{I}\right)^2 \quad (14)$$

$t$  on oikosulun sallittu kesto aika (s)

$S$  on johtimen poikkipinta-ala (mm<sup>2</sup>)

$I$  on oikosulkuvirta tehollisarvona (A)

$k$  on kerroin, joka ottaa huomioon johtimen materiaalin resistiivisyyden, lämpötilakertoimen, lämmönvarauskyvyn sekä sopivat alku- ja loppulämpötilat

Kertoimen  $k$  arvot erilaisille johdin- ja eristemateriaalien yhdistelmille löytyvät standardin kohdan 434.5.2 taulukossa 43.1. Oikosulun kestoajan ollessa laskettu tarkastellaan suo-  
jalaitteen laukaisukäyrältä oikosulun poiskytketymisen tapahtuvan riittävän nopeasti. Kaava pätee enintään viisi sekuntia kestäville vikatilanteille. Pidempään kestävässä oi-  
kosulkutilanteissa kaavan lopputulos on kaapelin lämpenemisen kannalta turvallinen.

Yhteistä oikosulku- ja ylikuormitussuojaa käytettäessä ei kaavaa tarvitse käyttää, koska suo-  
jan ollessa valittu johdon kuormitettavuuden perusteella, se suojaa myös oikosulku-  
virran lämpövaikutuksilta. Kaavaa käytetään pääasiallisesti silloin, kun käytetään erillistä  
oikosulkusuojausta, jolloin se on nimellisvirraltaan kaapelin jatkuvaa kuormitettavuutta  
suurempi. [4, s.143.]

#### Vikasuojaus ylivirtasuojalla

Ylivirtasuojilla huomioon otetussa automaattisen poiskytkennän toteutumisessa toiminta  
perustuu toimivaan vikapiiriin ja vikavirran poiskytkentään sallitussa aika-arvossa. Tämä  
edellyttää oikosulkuvirtojen riittävää suuruutta suojattavan johdon loppupäässä vaihe- ja  
suojajohtimien välisessä oikosulussa.

Vikavirtapiiri muodostetaan vian aiheuttavan vaiheen ja sähkölaitteen jännitteelle alttiisiin  
osiin kytketyn suojajohtimen avulla. Vian on kytkeydyttävä pois standardin mukaan 0,4  
sekunnissa suojalaitteen virran ollessa enintään 63 A:n yhtä tai useampaa pistorasiaa  
syötettäessä tai 32 A:n kiinteästi asennettuja sähkölaitteita syötettäessä. Pääjohdoilla ja  
yli 63 tai 32 A:n ylivirtasuojilla suojatuilla ryhmäjohdoilla poiskytkentäaika saa enintään  
olla viisi sekuntia. [3, 411.3.2.]

#### Automaattisen poiskytkennän tarkastus

SFS 6000:n kohta 132.1 velvoittaa suunnittelijaa laskemaan, tai muilla tavoin osoitta-  
maan sähköasennusten suojausta koskevien vaatimusten täyttymisen.

Vikasuojausehtoien toteutuminen tarkastetaan määrittämällä oikosulkuvirrat vaihe- ja  
suojajohtimien välisessä oikosulkusuojattavan kaapelin loppupäässä. Laskettujen oi-  
kosulkuvirtojen tulee olla riittävän suurina nopean poiskytkennän aikaansaamiseksi.

Oikosulkuvirran suuruus määräytyy vikavirtapiirin impedanssin suuruudesta eli toisin sanoen kaapelin pituudesta ja johtimen poikkipinta-alasta sekä edeltävän verkon impedanssista. Automaattisen poiskytkennän ehtojen jäädessä toteutumatta, on kaapelin poikkipinta-aloja, suojalaitteita, käytettäviä vikavirtasuojalaitteita vaihdettava tai tehtävä lisäpotentiaalin tasaus. [10.]

#### Yksivaiheisen oikosulkuvirran laskenta

Yksivaiheisen oikosulkuvirran laskenta kaapelin päästä voidaan laskea hieman yksinkertaistetulla kaavalla, jonka lopputuloksessa esiintyy maksimissaan 10 %:n virhe, mutta virhe tapahtuu turvalliseen suuntaan. [4, s.95.]

$$I_{K1V} = \frac{c \cdot U_P}{\sqrt{3} \cdot Z_{KOK}} \quad (15)$$

$I_{K1V}$  on pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta (A)

$c$  on kerroin 0,95 jännitteenaleneman huomioon ottamiseksi

$U_P$  on pääjännite (V)

$Z_{KOK}$  on virtapiirin kokonaisimpedanssi ( $\Omega$ )

#### Dynaamiset oikosulkuvirrat

Dynaaminen oikosulkuvirta tunnetaan myös sysäysoikosulkuvirtana eli suurin mahdollinen oikosulkuvirran hetkellisarvo. Se lasketaan kaavalla  $I_{pk} = \kappa \sqrt{2I_c}$ ,  $\kappa$  ollessa sysäyskerroin, jonka suuruuteen vaikuttaa oikosulkupiirin resistanssin  $R$  ja reaktanssin  $X$  suhde ja  $I_c$  ollessa oikosulkuvirran tehollisarvo. [5.]

#### Selektiivisyys

Selektiivisyydellä tarkoitetaan suojalaitteiden ominaiskäyrien selektiivisyyttä. Selektiivisyyden kriteerit täytetään, kun lähin suojalaite laukeaa vikatilanteen sattuessa, jos kuorma laukaisee suojalaitteen muualla kuin lähimmästä mahdollisesta kohdasta, selektiivisyys ei toimi. Suojalaitteiden selektiivisyyttä vikatilanteen sattuessa tarkastellaan  $I^2t$ -arvojen eli suojalaitteiden läpi menevän energian avulla. Etusulakkeen  $I^2t$ -arvon on oltava suurempi, kuin kuormaa lähinnä olevan johdonsuojan sulamis- ja toimintapistearvot.

$$I^2 t_{\min(a)} > I^2 t_{\max(b)} \quad (15)$$

$I^2 t_{\min(a)}$  on etusulakkeen sulamispiste

$I^2 t_{\max(b)}$  on lähimmän johdonsuojan toimintapiste

### 3 Febdok-ohjelma

Febdok on pienjänniteverkon mitoittamiseen ja dokumentointiin rakennettu ohjelma, jonka loi Norjan sähköurakoitsijaliitto Nelfo vuonna 1991, ja jota on edelleen aktiivisesti päivitetty standardien (IEC 60909, IEC 61363-1, IEC 60287-1-1) mukaisesti.

- IEC 60909: Short-circuit currents in three phase AC-systems – Part 0: Calculations of currents
- IEC 61363-1: Electrical installations of ships and mobile and fixed offshore units – Part 1: Procedures for calculating short circuit currents in three phase AC-systems
- IEC 60287-1-1: Electric cables – Calculation of current rating – Part 1-1: Current rating equations (100 % load factor) and calculation of losses – General

Edellä mainitut standardit on myös mainittu SFS 6000-standardisarjassa hyväksytyinä sähköverkon tarkastelumenetelminä. [6.]

Kaikki laskennat perustuvat ensisijaisesti laskentastandardeihin. Laittevalmistajat voivat kuitenkin ilmoittaa laitestandardien mukaisiin testeihin perustuvia arvoja, kuten peräkkäisten laitteiden ja oikosulkusuojauksen ja selektiivisyyden osalta.

Ohjelman suomenkielinen versio on tehty Sähköinfo Oy:n ja Nelfon yhteistyöllä. Sähköinfo Oy myy ja ylläpitää Febdokia yksinoikeudella Suomessa.

Sähkösuunnittelun laskentaosuuteen ja dokumentointiin kuluva aika saadaan minimoitua Febdokia käyttämällä, koska ohjelma tuottaa laskelmat ja tulosteet tarvittavista dokumenteista sähkösuunnitelmien tueksi. Febdok tarjoaa laskentatulosten ja lähtötietojen esittämiseen yli 20 erilaista tulostetta, joita voidaan tulostaa tarpeen mukaan. Yksi työn keskeisiä tavoitteita on saada tulosteiden määrä pienemmäksi. Yksinkertaisessa asennuksessa taulukkotulosteet riittävät, mutta monimutkaisissa kohteissa voidaan tulostaa tarkemmat mitoitustulokset ryhmäkohtaisesti. Eri tulostuskokoja on A4, A3, A2, A1 ja A0 riippuen tulostevalinnasta.

Febdok on helppokäyttöinen ohjelma visuaalisuutensa ansiosta ja erottuu muista vastaavista työkaluista edukseen. Yksi Febdokin suurimmista eduista on sen suuri tietokanta, joka sisältää yli 10 000 eri komponenttia eri laitevalmistajien tuotevalikoimista. Tietokanta on yksinomaan valmistajien hallinnassa, joka tuo mukanaan riskin vanhentuneista komponenteista. Tuotteen iän voi tarkastaa tuotetiedoista ja vanhempaa verkkoa mitoitettaessa etuihin lukeutuva ominaisuus on vanhempien suojalaitteiden käyttömahdollisuus. Kaapeleita ja virtakiskoja käyttäjä voi itse lisätä ja tallentaa laiterekisteriin. Käyttäjä voi tallentaa muuntajien, UPS-laitteiden ja generaattoreiden tietoja laiterekisteriin tulevaa käyttöä varten.

Febdokin ominaisuudet lyhyesti kuvailtuna ovat oikosulku- ja vikavirtojen laskenta, kosketusjännitteen huomioiminen ja jännitteenaleneman laskenta. Ohjelma mahdollistaa kaapeleiden ja virtakiskojen määrittämisen ja kertoo niiden soveltuvuuden piiriin. Piiri on muokattavissa erilaisilla suojalaitteivalinnoilla ja niiden sijoittelulla. Raportointi suojalaitteiden selektiivisyydestä on yksi ohjelman kätevistä ominaisuuksista. Ohjelma mahdollistaa verkon toiminnan varmennuksen mahdollisuudella lisätä UPS-laitteita ja generaattoreita laskentaan. Generaattorien lisääminen vaatii lisämaksullisen osan ohjelmaan. Verkko voidaan laskea joko pienjänniteverkon syöttämänä tai keskijänniteverkon ja muuntajan syöttämänä.

Dokumentoinnin osalta Febdokista saadaan tulostettua erilaisia raportteja, jotka sisältävät keskuksien pääkaavioiden ja virtapiirien lisäksi keskusten vikavirrat, yksityiskohtaiset virtapiiritiedot, suojalaitteiden asettelutiedot ja selektiivisyysanalyysit. Ohjelma tarkastelee piirien vaatimuksien mukaisuutta aikaisemmin mainittuja standardeja silmällä pitäen.

Febdokiin tehtiin merkittävä parannus vuoden 2016 loppupuolella toimitettuun päivitykseen, jossa parannettiin ohjelman graafista käyttöliittymää ja -mukavuutta. Päivityksessä laajennettiin niin perusominaisuuksia, kuten myös selektiivisyystarkastelua sekä piirikoh- taisten lisätietojen käyttöä. Tämän jälkeen päivityksillä on parannettu Febdokin vakautta toimia. Viimeisin päivitys ohjelmaan saatiin tämän insinööriyön yhteydessä havaittuun vikaan, joka korruptoi tehtyä tallennetta. [7.]

Ohjelman käyttöharjoittelun edetessä havaittiin ohjelman latauskuorman olevan liian massiivinen. Koska ohjelmaa käytetään etätyöpöytäyhteyden kautta, on kaikki data liik- keellä koko ajan verkkoyhteyden kautta ja verkkoyhteydestä riippuen ohjelma on merkit- tävän hidas käyttää. Tämä ongelma ratkaistiin keventämällä latauskuormaa poistamalla kaapeli- ja suojalaitelistasta harvemmin käytettävät kaapelit ja suojalaittevalmistajat. Näin onnistuttiin poistamaan latauskuormasta yli 50 % ja ohjelman käyttö nopeutui merkittä- västi.

## 4 Käyttöohjeen tekoprosessi

### 4.1 Käyttöohjeen sisältötoive

Työ aloitettiin määrittämällä käyttäjien kanssa työn tarpeet ja rajaamalla työ mahdollisim- man suppeaksi tietopaketiiksi käytettävyyden helpottamiseksi.

Toiveena oli saada käyttöohje yksinkertaistettuna ja samalla täydennettynä. Käyttöoh- jeesta puuttui tulosteiden valintojen selvitys mitä kukin valinta pitää sisällään. Tästä toi- vottiin listausta mitä tulosteita kannattaa valita saadakseen oikeanlaisen tulosteen asi- akkaalle toimitettavaksi ja missä vaiheessa suunnittelua verkonmitoitus kannattaisi toi- mittaa.

Työhön kuului käyttöohjeen lisäksi tulostenäkymän ja ohjelman personointi Äyräväisen logolla ja yrityksen tiedoilla ja verkonmitoituksen teorian selventämistä suunnittelijan teh- tävien helpottamiseksi. Toivottiin myös, että työn osa-alueena tehdään tulostepohja, joka on yhdenmukainen yrityksen muiden toimitettavien dokumenttien kanssa.

Eri osa-alueita, joihin haluttiin erityisesti kiinnittää huomiota, oli käyttäjien näkemysten kannalta tärkeät ja nykyiseen käyttöohjeeseen käyttäjien mielestä huonosti opastettujen tietojen täyttö mallinnusvaiheessa tapahtuvaan tietojen syöttöprosessiin. Tietojen syöttö ohjelmaan on melko monimutkainen prosessi ja vaatii keskittymistä ja selvää ymmärrystä verkonmitoituksesta, jotta tietojen keräysvaiheessa saa kaiken otettua huomioon.

Oleellisina asioina käyttöohjeeseen tarkennettavista asioista pidettiin oman kaapelin lisäystä. Oman kaapelin lisäys käyttöohjeessa oli esitetty varsin suurpiirteisesti ja tämä vaati tarkennusta, jotta kokemattomampikin sähkösuunnittelija osaisi tämän ongelmitta tehdä. Selektiivisyyden toteaminen oli Febdokin omassa käyttöohjeessa myös varsin suurpiirteisesti esitetty ja sen tulostuskuorma oli varsin massiivinen. Selektiivisyyden analysointiin haluttiin tulostuskuormaltaan kevyt versio, mutta kuitenkin riittävän kattava, jotta selektiivisyys voitiin mallinnettavan verkon osalta todeta. Kunkin sulakkeen taakse asennettavaa suurinta mahdollista kaapelipituutta ja mahdollista kaapelin johtimen poikkipinta-alan kasvatusta asennuspituuden maksimoinnin takia haluttiin pystyä tarjoamaan urakoitsijan käyttöön. Myös kaapeleiden asennustapojen suunnittelua pidettiin oleellisena asiana selvittää.

Suojalaitteiden osalta toivottiin selvennystä ja yksinkertaistamista. Katkaisija asetteluiden määrittämistä ohjelmassa haluttiin esittää yksinkertaisesti ja käyttäjäystävällisesti, jotta suunnittelija voi helposti määrittää katkaisijoille oikeat asettelut urakoitsijoiden käyttöön. Suunnittelijoiden määrittämien keskusten oikosulkuvirtojen kaivamista ohjelmasta haluttiin helpottaa ja tutkia mitä käyriä Febdokista voidaan löytää keskuksien taloudellisesti järkevän mitoituksen aikaansaamiseksi.

Käyttöohjeeseen lisättäväksi materiaaliksi löytyi tulostelistauksesta UPS-laitteiden ja generaattoreiden tietojen kyselylomakkeet. Nämä lomakkeet toimivat tukena aloittelevien suunnittelijoiden tietojenkeräysvaiheessa. Lomakkeet antavat tukea kertomalla mitä tietoja kannattaa suunnittelijan kirjata muistiin generaattoreiden ja UPS-laitteistojen mallintamista varten. Kokeneemmat käyttäjät saavat kerättyä tiedot suoraan laitteiston teknisten tietojen listauksesta.

## 4.2 Febdok-kurssi

Käyttöohjeen teon ajateltiin olevan tehokkaampaa, jos käytäisiin kurssi Febdokin perusteista. Sähköinfo Oy järjestää vuosittain Febdokin peruskursseja, johon työtä tehdessä pääsi osallistumaan. Peruskurssi oli varsin pintapuolinen tutustuminen Febdokin perusteisiin. Toinen osa peruskurssista olisi ollut varsin hyödyttävä käyttöohjeen tekoon ja kaikkien käyttöohjeen osa-alueiden perusteellisempaan ymmärtämiseen.

Peruskurssilla ohjelman käytöstä ilmeni oikeiden valintojen teko mallinnuksen alkuvaiheessa. Kurssilla mallinnettiin perusverkko ja testattiin mitä tarkoittaa vikavirtasuojan ja lisäpotentiaalintasauksen käyttö verkon mallinnuksessa. Vaikka verkkoon tietysti tulee vikavirtasuojia ja mahdollisesti lisäpotentiaalintasauksia ei niitä saa mallintaa Febdokin kanssa. Jos vikavirtasuojia tai lisäpotentiaalintasauksia mallinnetaan ei ohjelma laske mahdollisia vikavirtoja ollenkaan, vaan luottaa sokeasti vikavirtasuojaukseen.

Toinen ihan asia, mikä kurssilla merkittävästi huomioitiin, oli käyttäjäkerroin. Käyttäjäkerroinella voidaan määrittää kuorman yhtäaikaisen päällä olon. Voidaan olettaa, että jäähdytys ja lämmitys ei esimerkiksi ole päällä samaan aikaan. Voidaan myös olettaa, että valaistus ei ole täydellisenä päällä vuorokauden ympäri tai edes välttämättä päiväsaikaan ei valaistuskormaa ole 100 %. Nykyaikaisten valaistuksenohjausjärjestelmien avulla voidaan valaistus säätää siten, että vuorokaudessa valaistuskormaa ei ole 100 % käytännössä koskaan. Tämä on kuitenkin käyttäjän pakko arvioida ja käyttää silloin käyttäjäkerrointa arvionsa mukaan.

Peruskurssi sisällöltään oli varsin suppea. Kurssissa 2 syvennytään enemmän Febdokin monimutkaisempiin ominaisuuksiin, kuten katkaisija-asetteluihin ja oikosulkuvirtalaskentaan, eli niihin ominaisuuksiin, joita kurssilta oli tätä työtä tehdessä lähdetty hakemaan.

## 4.3 Aiheen rajausta

Käyttöohjetta tehdessä käytettiin verkonmitoituskohdeena paritaloyhtiötä, joten UPS-laitteistoja, suojalaite asetteluita tai generaattoreita ei ollut mukana varsinaisessa

mallikohteessa. Kaikista tehtiin kuitenkin perusohje, kuinka ja mitä tietoja täytetään ja mistä ne saadaan.

Tulevaksi kehitystyöksi rajattiin videoiden teko tietojen täytöstä ja laitteistojen lisäämisestä verkonlaskentaan. Verkonmitoitusohje on laajentunut työtä tehdessä ja työn eri vaiheissa on listattu monia asioita tulevaa kehitystä varten, kuten esimerkiksi oikosulkutietojen kaivaminen ohjelmasta suoraan keskuksen pääkaavion kansilehdelle. Nyt kuitenkin käyttäjien toiveista lisättiin käyttöohjeeseen perustieto siitä, mistä ja miten saadaan tuotettua tarvittavat oikosulkuvirrat keskuksen pääkaavion etulehdelle. Tulevana kehitystyönä yritetään myös soveltaa ohjelmaa keskijänniteverkon mallintamiseen sopivan kohteen tullessa mitoitettavaksi. Sama koskee UPS-järjestelmien ja generaattoreiden tarkempi mallinnus ja mahdollisen perustietokannan rakentamisen Febdokiin.

#### 4.4 Käyttöohjeen suunnittelu

Käyttöohjeen suunnittelu aloitettiin listaamalla otsikoihin mitä tarvitaan ja missä järjestyksessä. Käyttöohje toimitetaan yrityksen verkkolevylle kaikkien saataville PDF-muodossa. Siitä on sisällysluettelosta silloin helppo valita kohta, jossa tarvitsee tietoa ja siirtyä linkkiä painamalla suoraan tarvittuun osaan. Näin ollen säästetään aikaa käyttöohjeen selaamisesta kiireessä.

Käyttöohje tehtiin oikean kohteen mitoituksen yhteydessä, jolloin saadaan mahdollisimman käyttäjäläheinen näkökanta ohjeelle. Kohteeksi valittiin 18 asunnon rivitaloyhtiö Espoosta. Kohteessa on syöttävä pääkeskus, kiinteistökeskus, monimittarikeskus ja 18 asuntokohtaista ryhmäkeskusta.

Ensimmäisenä järjestyksessä oli lähtötietojen kerääminen ja niiden syöttäminen ohjelmaan. Verkonmitoitus aloitettiin kysymällä lähtötietoja verkkoyhtiöltä. Parhaaksi tavaksi tietojen keräämiseen todettiin sähköposti. Muutamassa päivässä kohteen oikosulkutiedot liityntäpisteestä oli saatu ja tiedot syötettiin ohjelmaan.

Verkonmitoitus tehtiin yksityiskohtaisesti kirjaamalla keskuksat ohjelmaan syöttävästä verkosta lähtien viimeiseen piiriin asti. Tämä on työläs prosessi, mutta parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi on tärkeää kirjata kaikki saatavilla olevat tiedot ohjelmaan. Mikäli

kaikkia sulakkeiden valmistajia ei ole tiedossa on Febdokissa sulakevalmistaja IEC, joka on sulakkeiden keskiarvoinen kuvitteellinen valmistaja, jolla suojalaitteet voidaan tällaisessa tapauksessa korvata ja saada vielä riittävän tarkka laskelma verkonmitoitukseen.

Rivitaloyhtiön verkko todettiin toimivaksi ohjelmassa ja voitiin aloittaa tulosteiden valinta. Tulosteiden määrä yksinkertaisessa, yhden pääkeskuksen, yhden mittauskeskuksen, yhden kiinteistökeskuksen ja 18 ryhmäkeskuksen verkossa kertyi 1192 sivua. Lähtöjen määrä oli kaikkiaan yhteenlaskettuna 280 kpl. Tulosteiden määrä saatiin karsittua 150 sivuun rajaamalla pois tulosteita, jotka vain toistivat samoja tietoja tai tuottivat suunnittelijalle epäoleellista tietoa tässä verkosta.

## Tulosteet

Tulosteet ja niiden rajaaminen oli merkittävin asia, mitä eniten painotettiin työn tavoitteiden listaamisessa. Tulosteiden osalta todettiin, että yrityksen kannalta olisi kannattavaa pyrkiä saamaan verkonmitoitustulokset jo urakkalaskentavaiheeseen, jolloin saamme ylläpidettyä vastuullisen ja laadukkaan suunnittelutoimiston mainetta.

Urakkalaskentavaiheessa verkonmitoituksen tuloksista on hyötyä kaapeleiden maksimi asennuspituuksissa ja mahdollisen kaapelityypin suurentamisessa tietyn matkan jälkeen. Ja tärkeimpänä asiana vastuulliselta ja pätevältä suunnittelijalta on varmistaa verkon toimivuus. Jos verkko ei jostain syystä ole toimiva pitää voida näyttää asiakkaalle ja urakoitsijalle toteen verkon toimimattomuus ja esittää tarvittavat korjaustoimenpiteet verkon toimivuuden varmistamiseksi. Tämä on tärkeä asia esittää jo urakkalaskentavaiheessa, jotta urakoitsija voi laskea sen mukaan tarjoukseen. Jos tämän jättäisi myöhemmän vaiheeseen toisi se projektin toteuttamiselle viivästystä ja saattaisi kasvattaa kuluja turhaan.

Tietojenkeräämisvaiheessa tulosteista saadaan suunnittelijan tueksi UPS-järjestelmän ja generaattorin kyselylomakkeet, jotka auttavat keräämään tarvittavat tiedot UPS-laitteistosta ja generaattoreista. Nämä lomakkeet pitävät sisällään kaiken tarvittavan tiedon, jotta laitteet saadaan syötettyä oikein ohjelman laskentaa varten.

Ennen tulostusta piirien virhelista ja piirien lisätiedot ja kommentit auttavat suunnittelijaa tarkastamaan mallinnuksen mahdolliset virheet ja korjaamaan ne ennen tulosteen tekemistä.

Verkon toimivuuden todistamisen kannalta tehtiin käyttäjien kesken linjaus tulostaa maksimi sivumäärät yrityksen palvelimelle myöhempää mahdollista varmuuskopion tarvetta varten. Asiakkaalle toimitettavaan kappaleeseen rajattiin mukaan kuuluvaksi mahdollisimman yksinkertainen selektiivisyysanalyysi, mitoitus tulokset jokaisen keskuksen oikosulkuvirroista, mitoitus tulokset piirikohtaisista oikosulkuvirroista, laitteiston tiedot ja maksimi kaapelipituudet sulakkeiden jälkeen asennettavaksi. Tällä rajauksella päästään pienimpään mahdolliseen tulosteeseen, josta vielä voidaan todentaa asiakkaalle verkon toimivuus.

Näillä tulostesuosituksilla saadaan rajattua tulosteiden määrää 87,5 % pienemmäksi mallikohteen mitoituksen perusteella. Erilaisissa kohteissa tulostusvalintaa joudutaan muokkaamaan kohteen tyyppin mukaan sopivaksi, jolloin tulosteiden määrä saattaa olla suurempi. Tämä tarkoittaa esimerkiksi selektiivisyys analyysin ottamista useammasta paikasta selektiivisyyden toteutukseksi riittävässä laajuudessa.

Työn lopputuloksena voidaan todeta, että tulosteiden rajaamiseen ei voida antaa pitäviä ohjeita, koska kohteen tyyppin perusteella joudutaan ratkaisemaan kohdekohtaisesti mistä keskuksista tulosteita pitää ottaa ja missä laajuudessa. Tulostesuosituksia noudattamalla saadaan kuitenkin samojen tietojen kertaaminen eri tulosteissa ratkaistua.

Tietojen tulostus Febdokissa on parantelua vailla. Keskeisimmät epäkohdat mitä työssä tuli tulostuksen osalta vastaan on tulostusvalintojen päällekkäisyys ja niiden paperikoon valintojen vaikeus. Jos tulosteita halutaan ottaa sopivassa paperikoossa, joudutaan jokainen valinta tulostamaan omana tulosteenaan. Kansisivu esimerkiksi on täysin riittävä ottaa A4-koossa ja jakelukaavio suuremmassa verkossa on otettava A0-koossa. Kuitenkin vain yhden tulostuskoon voi valita koko listalle, eikä voi valita jokaiselle tulosteelle, sen materiaalin mukaista tulostuskokoa. Oikeat koot auttavat myös tulostemäärän karsimisessa. Keskuksen valinta tulosteeseen on toinen työssä havaittu kehitystä vaativa kohta. Kun valitaan jokin tietty keskus ja otetaan siitä esim. selektiivisyysanalyysi, on kyseinen keskus verkon loppupäässä. Tällöin kun valitaan aktiivinen keskus tulosteisiin,

joudutaan se jokaisen tulosteen kohdalla käydä vaihtamassa tulosteen vaatiman rajauksen mukaan.

### Suojalaitevalikoima

Käyttäjien toiveena oli myös, että työssä käydään läpi ohjelman suojalaite valikoimaa, erityisesti elektronisten katkaisijoiden valikoimaa haluttiin arvioida niiden ajantasaisuuden osalta. Ohjelman suojalaitelistaa läpikäydessä todettiin listan olevan aikaansa jäljessä. Voidaan olettaa suurten suojalaitevalmistajien, kuten Schneiderin tai ABB:n priorisoivan omien ohjelmien päivityksen ennen Febdokin luetteloa. Työn tekohetkellä listaa läpi käydessä (20.3.2020) uusin laite oli päivätty 20.8.2019. Uusimmat laitteet todettiin puuttuvan listauksesta. Kun suunnittelija siis käyttää Febdokia verkonmitoitukseen saattaa olla, että suunnittelija joutuu käyttämään vanhoja suojalaitteita verkon mallinnukseen. Tämä tietysti tuo myös mukanaan sen, että verkonmitoituslaskelmat eivät tältä osin pidä paikkaansa ja suunnittelija joutuu arvioimaan verkonmitoituksen paikkansapitävyyden ja kirjoittaa sähköselostukseen tämän osalta selventävän tiedon.

Suojalaitevalikoimaa läpi käydessä havaittiin myös suojalaitteiden teknisten tietojen puutteellisuus. Teknisten tietojen puutteellisuus ei kuitenkaan vaikuta varsinaisen verkonmitoituksen tulokseen Febdokilla, koska Febdok käyttää verkonlaskennassa rajoittamattomia oikosulkuarvoja. Vaikutus tulee konkreettiseksi siinä kohdassa, jos suunnittelija haluaa käyttää Febdokin tietoja tehdessään keskuksen määrittystä varten oikosulkuarvojen selvitystä. Yksi työn tavoitteista oli saada näitä rajoitettuja oikosulkuarvoja, jotta keskusvalmistajalle saadaan toimitettua tarvittavat tiedot taloudellisesti järkevän keskuksen rakentamiseen. Keskuksen taloudellisesti järkevään mitoitukseen tarvittavia arvoja ovat dynaaminen, eli sysäysoikosulkuvirta ( $I_{dyn}$ ), lyhytkestoinen oikosulkuvirta ( $I_{cw}$ ) ja sen kesto, joka mielletään yleensä yhdeksi sekunniksi ja ehdollinen oikosulkuvirta ( $I_{cc}$ ).

### 4.5 Käyttäjien mielipide

Käyttöohjeen ensimmäisen version jälkeen kysyttiin käyttäjien mielipiteitä. Tavoitteena on saada mahdollisimman tiivis tietopaketti ja tätä tavoitellessa muutamia kohteita löydettiin, joissa olisi parantamisen varaa.

Tulosteiden osalta käytiin tulostelistaa uudelleen läpi ja rajattiin sitä vieläkin suppeammaksi ja tarkemmaksi, jolloin saimme vielä tarkennettua tulosteiden määrää pienemmäksi. Asiakkaalle toimitettava tuloste päätettiin tulostaa osissa, jolloin saadaan tarkennettua kohde, josta tuloste ottaa tietonsa ja taas toisista kohdista suurempi listaus oli tarpeen. Kun tulosteet ovat PDF-muodossa saadaan ne yhdistettyä yrityksen yhdenmukaiseen dokumenttipohjaan sopivaksi.

Käyttöohjeeseen jäätettiin kaipaamaan tarkempaa selvitystä, mistä saadaan tarvittavat mitoitusoikosulkuvirrat keskuksen pääkaavion kansilehdelle. Tätä lähdettiin selvittämään Febdokin käyttäjätuen kanssa ja päästiin lopputulokseen, että Febdok ei voi näitä arvoja suoraan tarjota. Tilaaja kuitenkin kaipaa arvoja verkonmitoituksen ja keskusten suunnittelun tueksi, joten päätettiin lisätä käyttöohjeeseen ohjelman ulkopuolinen osa-alue ja Febdokia kuitenkin osaltaan hyödyntäen määrittää kaavat, joilla tarvittavat arvot saadaan toimitettua suunnitteluun. Suojalaitteiden tietoja läpikäydessä havaittiin, että kaikissa suojalaitteiden tiedoissa ei esiinny tarvittavia taulukoita näiden tietojen keräämiseksi. Taulukot löytyivät pääasiassa Schneiderin suojalaitteiden tietolehdistä, mutta ABB:n suojalaitteiden kanssa suunnittelija joutuu etsimään tarvittavat taulukot suojalaitteiden teknisten tietojen listauksista.

Puutteissa painotettiin myös katkaisija-asetteluiden selkeää esitystä, joka voitiin esittää paremmin lisäämällä tulostelistaan katkaisija-asetteluiden välilehti. Katkaisija-asetteluiden tarkempi selvitys päätettiin jättää myöhempää kehitystä varten.

Insinööriyöhön myös lisättiin tehtävä. Tehtävä oli kasata Febdok-tiedosto, joka sisältää erilaisilla suojalaitteilla tehtyjä mallipiirejä, jotka voidaan vain kopioida laskettavaan verkonmitoitustiedostoon. Osa tehtävästä kuitenkin päätettiin rajata tämän työn ulkopuolelle myöhempää kehitystä varten, koska tehtävä on suuritöinen ja vaatii aikaa toteutukseen. Tehtiin kuitenkin hahmotelma tästä tiedostosta myöhäisempää kehitystä varten.

#### Keskuksen mitoittamisen tietojen keräys

Insinööriyöhön päätettiin lisätä osa-alue keskuksen taloudellista mitoittamista varten, vaikka tässä osa-alueessa vain sivutaan Febdokia. Febdok-ohjelman puutteista johtuen joudutaan laskemaan kaavoilla käsin tarvittavat oikosulkuarvot keskuksen mitoittamiseen.

Keskuksen pitää kestää mitoitusarvojensa mukaisten oikosulkuvirtojen aiheuttamat termiset ja dynaamiset rasitukset. Näiden rasitusten perusteella keskuksen mitoittaminen kuuluu sähkösuunnittelijan tehtäviin. Edellä mainittujen oikosulkuarvojen  $I_{dyn}$ ,  $I_{cw}$  ja  $I_{cc}$  määrittämiseen Febdokin avulla ei ole mahdollista suoraan tulosteiden perusteella. Tämä johtuu siitä, että keskuksen taloudellisesti järkevään mitoitukseen käytetään rajoitettuja oikosulkuvirta-arvoja ja Febdok taas laskee tuloksensa rajoittamattomien arvojen perusteella. Vastaukseksi Sähköinfolta tähän ongelmaan saatiin  $I/\hat{I}$ - ja  $I^2t$ -taulukot, jotka löytyvät joidenkin suojalaitetietojen alta Febdokista ja toisten suojalaitteiden tiedot joudutaan etsimään suojalaittevalmistajien esitteistä. Syöttämällä Febdokin antama prospektiivinen oikosulkuarvo  $I_k$  läpipääsyenergia ( $I^2t$ )-taulukon X-akselille saadaan Y-akselilta  $I^2t$  arvo ja lasketaan  $I_{cw} = \sqrt{\frac{I^2t(\text{suojalaitteen läpipääsyenergia})}{\text{sulakkeen toiminta-aika eli yleensä } 1 \text{ s}}}$ , ja syöttämällä saatu  $I_{cw}$  lyhytkestoinen oikosulkuvirta arvo  $I/\hat{I}$  taulukon X-akselille löytyy Y-akselilta suoraan  $I_{cc}$  arvo. Febdokin antama  $\hat{I} = I_{dyn}$ . [8]

## 5 Yhteenveto

Verkonmitoitus on jokaisen sähkösuunnittelijan työhön kuuluva tärkeä osa-alue. On siis hyvä, että eri yritykset ovat tehneet omista tuotteistaan omat mitoitusohjelmansa (ABB Doc, Schneider Ecodial suurimpina) Jos kuitenkin haluaa suojalaittevalikoiman ulottuvan useampiin valmistajiin, on Febdok-ohjelmisto oikea valinta pienjänniteverkkoa mitoittaessa.

Febdok-ohjelma ei ainakaan vielä ole keskijänniteverkkoon soveltuva ohjelma, jollei halua laskea verkkoa osissa ja sen jälkeen käsin laskemalla yhdistellä osia. Jos kohteena on iäkkäämpi kohde, haasteeksi tulee nykystandardien sovellus laskennassa. Nykystandardit ovat tiukempia, kuin 1980-luvun standardit, joten 80-luvulla tehdyn verkon mallinnus saattaa olla haastavaa. Verkon saattaminen nykyaikaiselle tasolle on taas kallista, ja siihen ei monikaan halua lähteä.

Tulevaisuudessa toimiston henkilökunnan on helpompi käyttää Febdok-ohjelmaa näiden käyttöohjeiden avulla. Verkonmitoituksesta saadaan karsittua kaikki ylimääräinen työ, kun voidaan katsoa, mitä tietoja käyttäjän tarvitsee täyttää saadakseen halutun

verkonmitoituslaskelman. Myös asiakkaille saadaan selkeämmät ja tarvekohtaiset tiedot tulosteista, joihin voidaan käyttöohjeen perusteella valita riittävän kokoinen skaala tietoa. Uusien kokemattomien työntekijöiden on helppo oppia uuden ohjelman käyttö näiden ohjeiden avulla ja saada paikkaansa pitävä verkonmitoituslaskelma aikaiseksi.

Lopputuloksena käyttöohjeen lisäksi arvioitiin ohjelman toimivuutta yrityksen käyttötarkoituksiin. Voidaan kuitenkin todeta, että tarvitsemme Febdokin rinnalle myös jonkin toisen verkonmitoitusohjelman keskijänniteverkon mitoitusta varten. Tämä johtuu pääasiassa yrityksen suunnittelukohteista, joissa tarvitaan aika ajoin keskijänniteverkon mitoitusta, jota Febdokilla ei pysty tekemään. Yrityksessä tullaan kuitenkin käyttämään Febdok-ohjelmaa pienjänniteverkon mitoittamiseen ja muihin sopiviin kohteisiin.

Työn mitoitussuuden tekeminen oli hankalaa Febdokista löydetyn virheen takia. Mitoituksen aikana ohjelma oli korruptoinut mitoitettavan laitteiston tiedot. Mitoitus oli työlästä verkon yksityiskohtaisen määrityksen takia ja sitä tehtiin useampana päivänä. Ohjelmaa uudelleen käynnistettäessä ohjelma oli korruptoinut mitoitettavan laitteen tallenteen, eikä ohjelma antanut enää muokata tai tulostaa laitteiston tietoja. Tietojen selaaminen oli vielä mahdollista, mutta korruptoitunutta tallennetta ei ollut mahdollista palauttaa millään tavalla. Tästä lähetettiin tukipyyntö Sähköinfo Oy:lle ja saatiin aikaiseksi päivitys ohjelmalle, jotta korruptointia ei enää tapahtuisi.

Käyttöohjetta ja verkonmitoitusta tehdessä saatiin paljon lisää tietoa ja dokumentteja toimistolla jaettavaksi. Työ haasteistaan huolimatta oli mielenkiintoinen toteuttaa.


Sähköinfo Oy:stä ja erityisesti Matti Orrbergistä oli suuri apu tämän työn toteuttamiselle. Hänen ammattitaitoinen otteensa Febdokin käyttöön ja verkonmitoitukseen on ihailtavaa ja inspiroivaa aloittelevalla sähkösuunnittelijalle.

## Lähteet

- 1 Insinööritoimisto Äyräväisen kotisivut (<http://www.ayravainen.fi>). Luettu 20.1.2020.
- 2 Sähköinfo Oy. 2018. ST-kortti 13.31: Rakennusten sähköverkon ja pienjänniteliitymän mitoittaminen. 07.09.2018. Korvaa kortin ST 13.31 laadittu 2015-11-15
- 3 Suomen standardoimisliitto SFS. 2017. SFS-käsikirja 600-1-1. Pienjännitesähköasennukset Osa 1-1: Yleisvaatimukset (SFS 6000 osat 1-6)
- 4 Sähköinfo Oy. 2017. D1-2017: Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, 25.painos.
- 5 Ensto Oyj. Dynaaminen oikosulkuvirta esitys (<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/material/attachments/vanhaamk/etuotanto/0705016/5hZP7W4x7/lpk.pdf>) Luettu 7.2.2020.
- 6 Febdok 6.x käyttöohje
- 7 Norjan sähköurakoitsijaliitto. Nelfo:n kotisivut, Febdok esittely (<http://teknologinorge.no/Verktoy/DataverktoyProgramvare/FEBDOK/Febdok-FIN/>). Luettu 31.1.2020.
- 8 Keskustelu Sähköinfo Oy, Matti Orrbergin kanssa keskuksen mitoittamisesta Febdokin kanssa.

## Esimerkkituloste verkonmitoituslaskelmasta

04.05.2020



| K.osa/kylä                                                                                                                                                                       | Kortteli/tila | Tontti/Rno | Viranomaisen arkistomerkitöjä varten   |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|----------------------------------------|------------------|
| Rakennustoimenpide<br>MUUTOS                                                                                                                                                     |               |            | Piirustuslaji<br>SÄHKÖJÄRJESTELMÄT     | Juoks.no         |
| Rakennuskohde<br>As Oy Nauriskaski 10<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                                                                                            |               |            | Piirustuksen sisältö<br>VERKONMITOITUS | Mittakaava<br>-- |
| <br>Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>(09) 7250 2500   www.ayravainen.fi | Suunn.        | JLi        | Piirustuksen numero<br><b>S2-001</b>   |                  |
|                                                                                                                                                                                  | Tark.         |            |                                        |                  |
|                                                                                                                                                                                  | Päiv.         | 04.05.2020 |                                        |                  |

| Tunnus                                                      | Kuvaus                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ik3vmax                                                     | Suurin kolmivaiheinen oikosulkuvirta, L-L-L                                                                         |
| Ik2vmax                                                     | Suurin kaksivaiheinen oikosulkuvirta, L-L                                                                           |
| Ik1vmax                                                     | Suurin yksivaiheinen oikosulkuvirta, L-N                                                                            |
| IePEmax                                                     | Suurin vikavirta PE-johtimeen, L-PE                                                                                 |
| IePENmax                                                    | Suurin vikavirta PEN-johtimeen, L-PEN                                                                               |
| Ik3vmin                                                     | Pienin kolmivaiheinen oikosulkuvirta, L-L-L                                                                         |
| Ik2vmin                                                     | Pienin kaksivaiheinen oikosulkuvirta, L-L                                                                           |
| Ik1vmin                                                     | Pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta, L-N                                                                            |
| IePEmin                                                     | Pienin vikavirta PE-johtimeen, L-PE                                                                                 |
| IePENmin                                                    | Pienin vikavirta PEN-johtimeen, L-PEN                                                                               |
| Ie2v                                                        | Kaksoismaasulkuvirta IT-jakelujärjestelmässä                                                                        |
| cos φ                                                       | Mitoitustilanteen tehokerroin cos φ                                                                                 |
| R+                                                          | Myötäjärjestelmän resistanssi kyseessä olevassa tilassa (max/min)                                                   |
| X+                                                          | Myötäjärjestelmän reaktanssi kyseessä olevassa tilassa                                                              |
| R0N                                                         | Nollajärjestelmän resistanssi kyseessä olevassa tilassa, kun nollajohdin toimii vikavirran paluujohtimena (max/min) |
| X0N                                                         | Nollajärjestelmän reaktanssi kyseessä olevassa tilassa, kun nollajohdin toimii vikavirran paluujohtimena (max/min)  |
| R0PE                                                        | Nollajärjestelmän resistanssi kyseessä olevassa tilassa, kun PE-johdin toimii vikavirran paluujohtimena (max/min)   |
| X0PE                                                        | Nollajärjestelmän reaktanssi kyseessä olevassa tilassa, kun PE-johdin toimii vikavirran paluujohtimena (max/min)    |
| R0PEN                                                       | Nollajärjestelmän resistanssi kyseessä olevassa tilassa, kun PEN-johdin toimii vikavirran paluujohtimena (max/min)  |
| X0PEN                                                       | Nollajärjestelmän reaktanssi kyseessä olevassa tilassa, kun PEN-johdin toimii vikavirran paluujohtimena (max/min)   |
| Maadoitus/tasaus                                            | Ilmaisee maadoituselektrodin ja/tai potentiaalitasausten käyttöä kuormassa                                          |
| Vaiheiden kytkentä                                          | Piirin jännitteisten johtojen määrittely                                                                            |
| Jakelutyypin                                                | Jakelujärjestelmä, johon syöttävät piirit liittyvät, ohjaa vaiheiden kytkentää keskukselta lähteissä piireissä      |
| Kaapelityyppi. ...                                          | Piirissä käytetyn kaapelityypin ja johdintarvikkeen (mahd. virtakiskon) kuvaus                                      |
| Asenn.tapa.                                                 | Johdon asennustapa (SFS 6000-5-52 mukaiset tunnuksot).                                                              |
| Pituus                                                      | Piirissä käytetyn kaapelin/virtakiskon pituus                                                                       |
| Kt                                                          | Ympäristön lämpötilasta johtuva virtakapasiteetin korjauskertoin                                                    |
| Kp                                                          | Rinnakkaisista kaapeleista/kiskoista/vienneistä johtuva virtakapasiteetin korjauskertoin                            |
| Kr                                                          | Käyttäjän määrittelemä korjauskertoin kuormitettavuudelle                                                           |
| Ib                                                          | Mitoitettava kuormavirta                                                                                            |
| Iz                                                          | Vaitun kaapelin/virtakiskon virtakapasiteetti                                                                       |
| ΔU                                                          | Jännitteenalenuema, liittijännitteen % alenuema suhteessa kuorman nimellijännitteeseen                              |
| Laitteet                                                    | Laite joka on asennettu virtapiiriin, kuten vikavirtasuojakytkin/-valvoja, mittari, kontaktori, ylijännitesuoja ym. |
| Ikmax                                                       | Suurin oikosulkuvirta                                                                                               |
| Ikmin                                                       | Pienin oikosulkuvirta                                                                                               |
| Iemin                                                       | Pienin vikavirta                                                                                                    |
| Valmistaja                                                  | Suojalaitteen valmistajaa (toimittajaa), käytetään suojalaitteen tunnistamiseen                                     |
| Tyyppi                                                      | Suojalaitteen tyyppimerkintä, tuottajan määrittelemä                                                                |
| IN                                                          | Suojalaitteen mitoitusvirta                                                                                         |
| Ic                                                          | Suojalaitteen katkaisukyky                                                                                          |
| Icu                                                         | Icu - suojalaitteen maksimi katkaisukyky EN 60947 mukaan määriteltynä                                               |
| Ics                                                         | Ics - suojalaitteen käytönaikaisen oikosulkuvirran katkaisukyky, määritetty standardeissa SFS-EN 60898 ja 60947     |
| Icn                                                         | Icn - suojalaitteen nominaalikatkaisukyky automaateille jotka on määritetty EN 60898 mukaisesti                     |
| Ics*                                                        | Ics* - suojalaitteen käytönaikaisen oikosulkuvirran katkaisukyky                                                    |
| Ic                                                          | Ic - sulakkeen katkaisukyky SFS EN 60269 mukaan                                                                     |
| TAB                                                         | TAB - suojalaitteen katkaisukyky määritely tavarantoimittajan varmuustaulukon mukaan                                |
| NB!                                                         | Katkaisukyky ei ole riittävä!                                                                                       |
| Iim                                                         | Kaapelin/virtakiskon maks.pit., jolla suojalaitteet takaa kaikkien vikavirtojen sähkömagn. poiskytkennän.           |
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10<br>Pvm: 7.5.2020 17:55:32                                                          |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Lyhenneluettelo<br>SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S<br>Sivu 1<br>/ 1                                                    |
|                                                             | Febdok 6.0.196<br>23.3.2020                                                                                         |

## Päätiedot

| ASENNUS/OMISTAJA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| Nimi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | : As Oy Nauriskaski 10            |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Osoite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Nauriskaski 6                     |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Postinro / -toimip.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 02340 Espoo                       |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Puhelin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| OMISTAJA/ASIAKAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Nimi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Osoite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| PL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Postinro / -toimip.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Puhelin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Faksi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Yhteyshenkilö                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| S-posti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| LASKENNAN LAATIJAN LISENSSIN TIEDOT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Nimi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Äyräväinen Oy                     |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Osoite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Malminkaari 23 A                  |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| PL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Postinro / -toimip.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 00700 Helsinki                    |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Puhelin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Faksi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| S-posti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| LAITTEISTON PERUSTIEDOT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Tilausnumero                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 001                               |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Aloituspäivämäärä                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5.5.2020                          |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Viimeksi muutettu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6.5.2020                          |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Laitteiston nimi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | As Oy Nauriskaski 10              |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| ASENNUKSEN MÄÄRITTELY                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Jakelujärjestelmä                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | TN-C-S                            |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Järjestelmäjännite                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 400 V                             |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Teholähde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Laskettu jakokeskuksesta          |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Verkkotaajuus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 50 Hz                             |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Jännitteenalenema lasketaan jakokeskuksesta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | PK                                |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Varoitustaso – jännitteenalenema kuormaan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4 %                               |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Varoitustaso – jännitteenalenema jakokeskukseen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 %                               |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Jännitteenalenema jakokeskukseen lasketaan jakokeskuksen mitoitusvirran perusteella.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| C-kerroin EN 60909-0:2016 mukaan ±10%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                    |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| <table border="1"> <tr> <td>Asennuksen osoite:<br/>Nauriskaski 6<br/>02340 Espoo</td> <td>Asennus:<br/>As Oy Nauriskaski 10</td> <td>Pvm: 7.5.2020 17:54:54</td> </tr> <tr> <td>Äyräväinen Oy<br/>Malminkaari 23 A<br/>00700 Helsinki<br/>Puh:</td> <td>Päätiedot<br/>6.0.196<br/>23.3.2020</td> <td>SFS 600:2007<br/>400 V TN-C-S<br/>Sivu 1<br/>/ 2</td> </tr> </table> |                                   | Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo | Asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10 | Pvm: 7.5.2020 17:54:54 | Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Päätiedot<br>6.0.196<br>23.3.2020 | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S<br>Sivu 1<br>/ 2 |
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10  | Pvm: 7.5.2020 17:54:54                             |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Päätiedot<br>6.0.196<br>23.3.2020 | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S<br>Sivu 1<br>/ 2      |                                  |                        |                                                             |                                   |                                               |


## Päätiedot

| Liittymispisteen tiedot                                                             |                                          |                                                                                     |                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Tunniste                                                                            | PK                                       |                                                                                     |                                               |
| Kuvaus                                                                              | Pääkeskus                                |                                                                                     |                                               |
| Vaiheiden lkm                                                                       | 3                                        |                                                                                     |                                               |
| Kytentäjäjärjestys                                                                  | L1-L2-L3-N                               |                                                                                     |                                               |
| Mitoitettava kuormavirta                                                            | 400,00 A                                 |                                                                                     |                                               |
| Lämpötila jakokeskuksessa                                                           | 30,00 °C                                 |                                                                                     |                                               |
| Maadoitus/pot.tasaus                                                                | //Tasaus                                 |                                                                                     |                                               |
| Jakelutyyppe                                                                        | TN-C-S                                   |                                                                                     |                                               |
| Summauormavirta [A]                                                                 | L1: 1065,0 L2: 962,0 L3: 1173,0 N: 182,8 |                                                                                     |                                               |
| Kokonaishäviöt [kW]                                                                 | 0,000                                    |                                                                                     |                                               |
| Kommentit                                                                           |                                          |                                                                                     |                                               |
|                                                                                     |                                          |                                                                                     |                                               |
| EDELTVÄN VERKON TIEDOT                                                              |                                          |                                                                                     |                                               |
| Ik3vmax                                                                             | : 6,5 kA                                 | R <sub>+</sub> max                                                                  | : 0,0313 Ω                                    |
| cos φ                                                                               | : 0,8                                    | X <sub>+</sub> max                                                                  | : 0,0234 Ω                                    |
| Ik2vmin                                                                             | : 3,7 kA                                 | R <sub>+</sub> min                                                                  | : 0,0438 Ω                                    |
| cos φ                                                                               | : 0,9                                    | X <sub>+</sub> min                                                                  | : 0,0212 Ω                                    |
| IeIPENmax                                                                           | : 2,5 kA                                 | R <sub>0PEN</sub> max                                                               | : 0,2118 Ω                                    |
| cos φ                                                                               | : 0,9                                    | X <sub>0PEN</sub> max                                                               | : 0,0860 Ω                                    |
| IeIPENmin                                                                           | : 2,2 kA                                 | R <sub>0PEN</sub> min                                                               | : 0,1675 Ω                                    |
| cos φ                                                                               | : 0,9                                    | X <sub>0PEN</sub> min                                                               | : 0,0811 Ω                                    |
|                                                                                     |                                          | Z <sub>s</sub>                                                                      | : 0,0945 Ω                                    |
| Verkonhaltija viite                                                                 | :                                        | Pvm annettu                                                                         | :                                             |
| Kommentit                                                                           |                                          |                                                                                     |                                               |
|                                                                                     |                                          |                                                                                     |                                               |
| Huomautukset                                                                        |                                          |                                                                                     |                                               |
|                                                                                     |                                          |                                                                                     |                                               |
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                  |                                          | Asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                    | Pvm: 7.5.2020 17:54:54                        |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                         |                                          | Päätiedot<br>6.0.196<br>23.3.2020                                                   | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S<br>Sivu 2<br>/ 2 |
|  |                                          |  |                                               |

### Jakokeskukset, oikosulkuvirrat

| Jakokeskustunnus | $I_{k3vmax}$ |         | $I_{k3vmin}$ |         | $I_{k2vmax}$ |         | $I_{k2vmin}$ |         | $I_{k1pmax}$ |         | $I_{k1vmin}$ |         | $I_{etmax}$ |         | $I_{etmin}$ |         | Zs     | Max    |
|------------------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|--------|--------|
|                  | $I_k$ [kA]   | cos phi | $I_k$ [kA]   | cos phi | $I_k$ [kA]   | cos phi | $I_k$ [kA]   | cos phi | $I_k$ [kA]   | cos phi | $I_k$ [kA]   | cos phi | $I_k$ [kA]  | cos phi | $I_k$ [kA]  | cos phi | [ohm]  | I [kA] |
| KK               | 6,455        | 0,80    | 4,244        | 0,90    | 5,590        | 0,80    | 3,675        | 0,90    | 2,481        | 0,90    | 2,179        | 0,90    | 2,481       | 0,90    | 2,179       | 0,90    | 0,0954 | 9,473  |
| MMK              | 6,455        | 0,80    | 4,244        | 0,90    | 5,590        | 0,80    | 3,675        | 0,90    | 2,481        | 0,90    | 2,179        | 0,90    | 2,481       | 0,90    | 2,179       | 0,90    | 0,0954 | 9,473  |
| PK               | 6,500        | 0,80    | 4,272        | 0,90    | 5,629        | 0,80    | 3,700        | 0,90    | 2,500        | 0,90    | 2,200        | 0,90    | 2,500       | 0,90    | 2,200       | 0,90    | 0,0945 | 9,541  |
| RK A1            | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK A2            | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK B3            | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK B4            | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK C5            | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK C6            | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK D7            | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK D8            | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK E10           | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK E9            | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK F11           | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK F12           | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK G13           | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK G14           | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK H15           | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK H16           | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK I17           | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |
| RK I18           | 3,418        | 0,94    | 2,235        | 0,97    | 2,960        | 0,94    | 1,935        | 0,97    | 1,461        | 0,96    | 1,146        | 0,97    | 1,461       | 0,96    | 1,146       | 0,97    | 0,1814 | 4,932  |


  

|                                                                                                                                                  |                                                    |                                  |                              |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br><br>00700 Helsinki<br>Puh: | Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo | Asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10 | Pvm: 7.5.2020 17:57:06       |                                      |
|                                                                                                                                                  | Asiakas, omistaja:                                 | Jakokeskukset, oikosulkuvirrat   | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S | Febdok Vs. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 |

### Piiriluettelo, oikosulkuvirrat

| Jakelun tiedot       |                          | Max. oikosulkuvirrat ja impedanssit         |                                                |                   |                         | Jakokeskus                               |          |                                    |                                | Min. oikosulkuvirrat ja impedanssit          |         |                   |         | Jakokeskus        |     |                     |         |     |     |       |     |       |     |
|----------------------|--------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------------------|----------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|-----|---------------------|---------|-----|-----|-------|-----|-------|-----|
| Jakelutyypit: TN-C-S |                          | $I_{k3vmax}$ [kA]                           | cos phi                                        | $I_{k2vmax}$ [kA] | cos phi                 | R+                                       | [Ω]      | X+                                 | [Ω]                            | $I_{k3vmin}$ [kA]                            | cos phi | $I_{k2vmin}$ [kA] | cos phi | R0N               | [Ω] | $I_{etPEHmin}$ [kA] | cos phi | X0N | [Ω] | R0PEN | [Ω] | X0PEN | [Ω] |
| Summauormavirta [A]: |                          | L1: 1015,74 A                               | L2: 907,74 A                                   | L3: 1123,74 A     | N: 187,06 A             | $I_{etPEHmax}$ [kA]: 2,481 cos phi: 0,90 |          |                                    |                                | $I_{etmax}$ [kA]: 2,179 cos phi: 0,90        |         |                   |         | $Z_s$ [Ω]: 0,0954 |     |                     |         |     |     |       |     |       |     |
| Piiri nro.           | Tunniste Kuvaus Maadotus | Kuormatyyppi Kytkentäjärjestys Jakelutyypit | Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä | Pituus [m]        | $k_1$<br>$k_2$<br>$k_3$ | $I_z$ [A]<br>$I_b$ [A]<br>$\Delta U$ [%] | Laitteet | $I_{kmax}$ [kA]<br>$I_{kmin}$ [kA] | Suojalaitteet Vaimistajatyyppi | $I_{k1}$ [A]<br>$I_{k2}$ [A]<br>$I_{k3}$ [A] |         |                   |         |                   |     |                     |         |     |     |       |     |       |     |
| 1                    | RK A1<br>RK A1           | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S          | AMCMK 3x16/10 Al B2                            | 20                | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                   |          | 6,455<br>1,805<br>1,069            | IEC<br>IEC_D_gG 25 A           | 25<br>20<br>339,5                            |         |                   |         |                   |     |                     |         |     |     |       |     |       |     |
| 2                    | RK A2<br>RK A2           | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S          | AMCMK 3x16/10 Al B2                            | 20                | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                   |          | 6,455<br>1,805<br>1,069            | IEC<br>IEC_D_gG 25 A           | 25<br>20<br>339,5                            |         |                   |         |                   |     |                     |         |     |     |       |     |       |     |
| 3                    | RK B3<br>RK B3           | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S          | AMCMK 3x16/10 Al B2                            | 20                | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                   |          | 6,455<br>1,805<br>1,069            | IEC<br>IEC_D_gG 25 A           | 25<br>20<br>339,5                            |         |                   |         |                   |     |                     |         |     |     |       |     |       |     |
| 4                    | RK B4<br>RK B4           | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S          | AMCMK 3x16/10 Al B2                            | 20                | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                   |          | 6,455<br>1,805<br>1,069            | IEC<br>IEC_D_gG 25 A           | 25<br>20<br>339,5                            |         |                   |         |                   |     |                     |         |     |     |       |     |       |     |
| 5                    | RK C5<br>RK C5           | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S          | AMCMK 3x16/10 Al B2                            | 20                | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                   |          | 6,455<br>1,805<br>1,069            | IEC<br>IEC_D_gG 25 A           | 25<br>20<br>339,5                            |         |                   |         |                   |     |                     |         |     |     |       |     |       |     |
| 6                    | RK C6<br>RK C6           | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S          | AMCMK 3x16/10 Al B2                            | 20                | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                   |          | 6,455<br>1,805<br>1,069            | IEC<br>IEC_D_gG 25 A           | 25<br>20<br>339,5                            |         |                   |         |                   |     |                     |         |     |     |       |     |       |     |

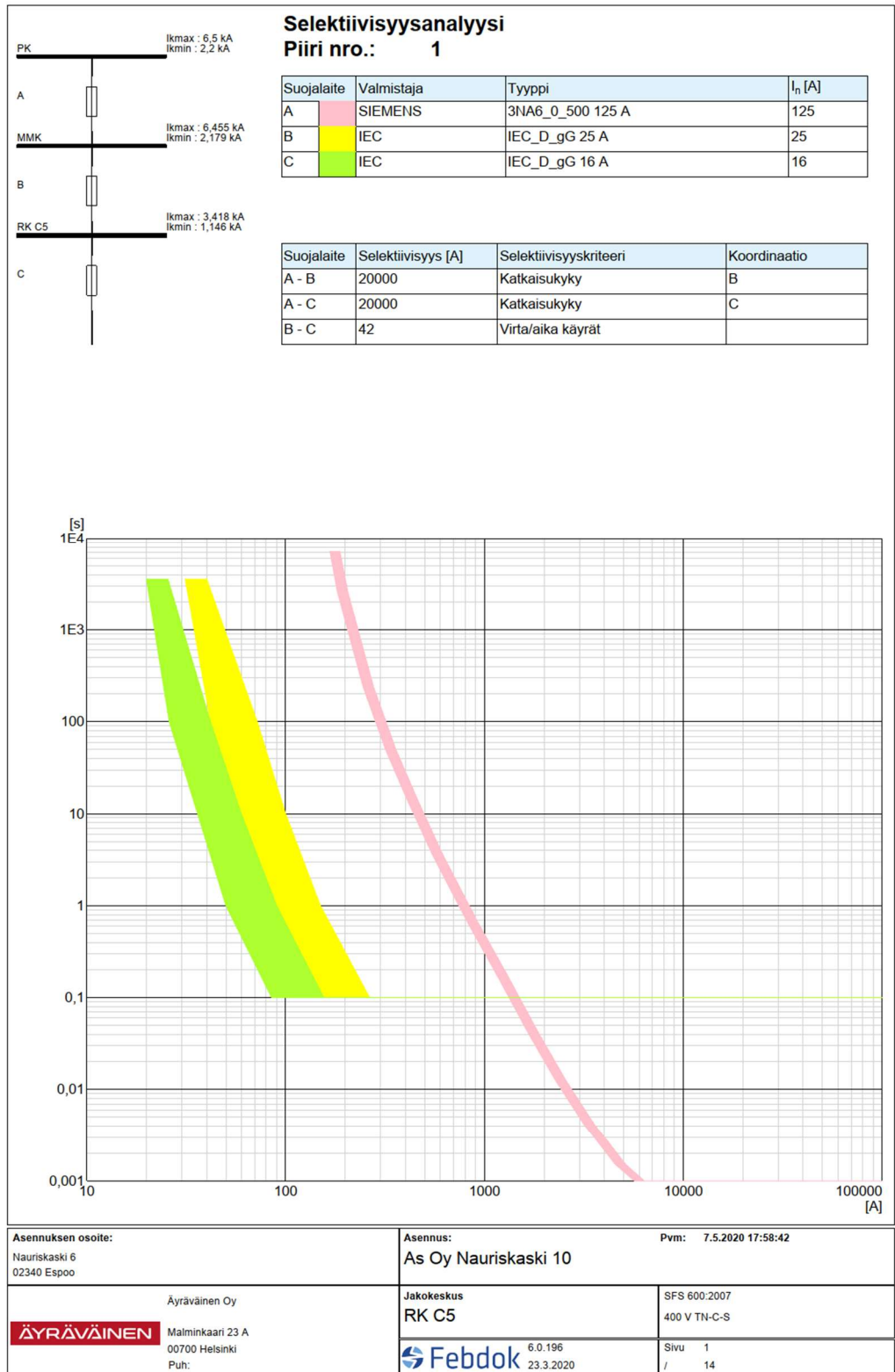
|                                                                                                                                                    |                                                    |                                  |                              |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br><br>00700 Helsinki<br>Puh: | Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo | Asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10 | Pvm: 7.5.2020 17:57:47       |                                      |
|                                                                                                                                                    | Asiakas, omistaja:                                 | Jakokeskus<br>MMK                | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S | Febdok Vs. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 |

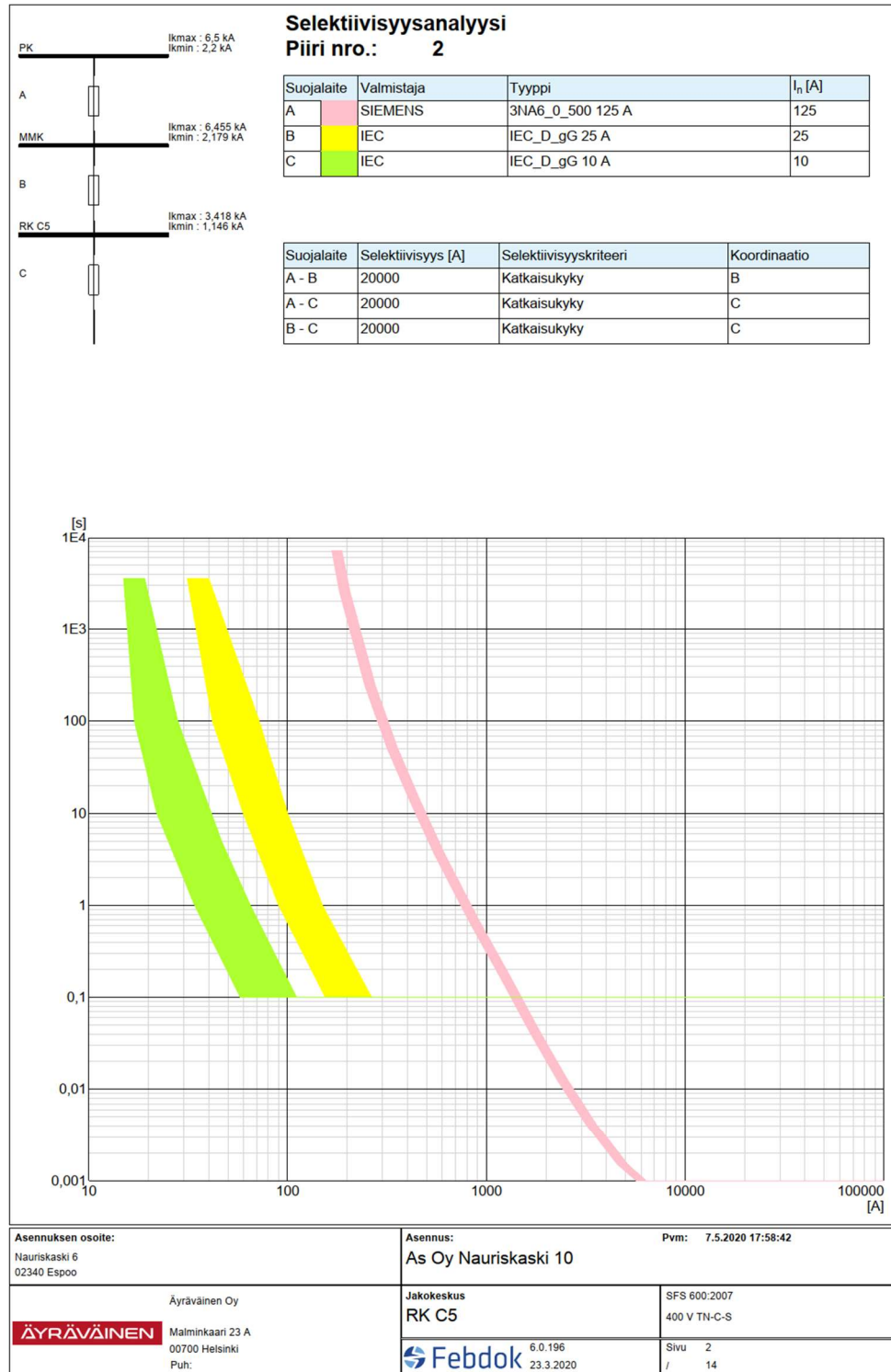
Piiriluettelo, oikosulkuvirrat

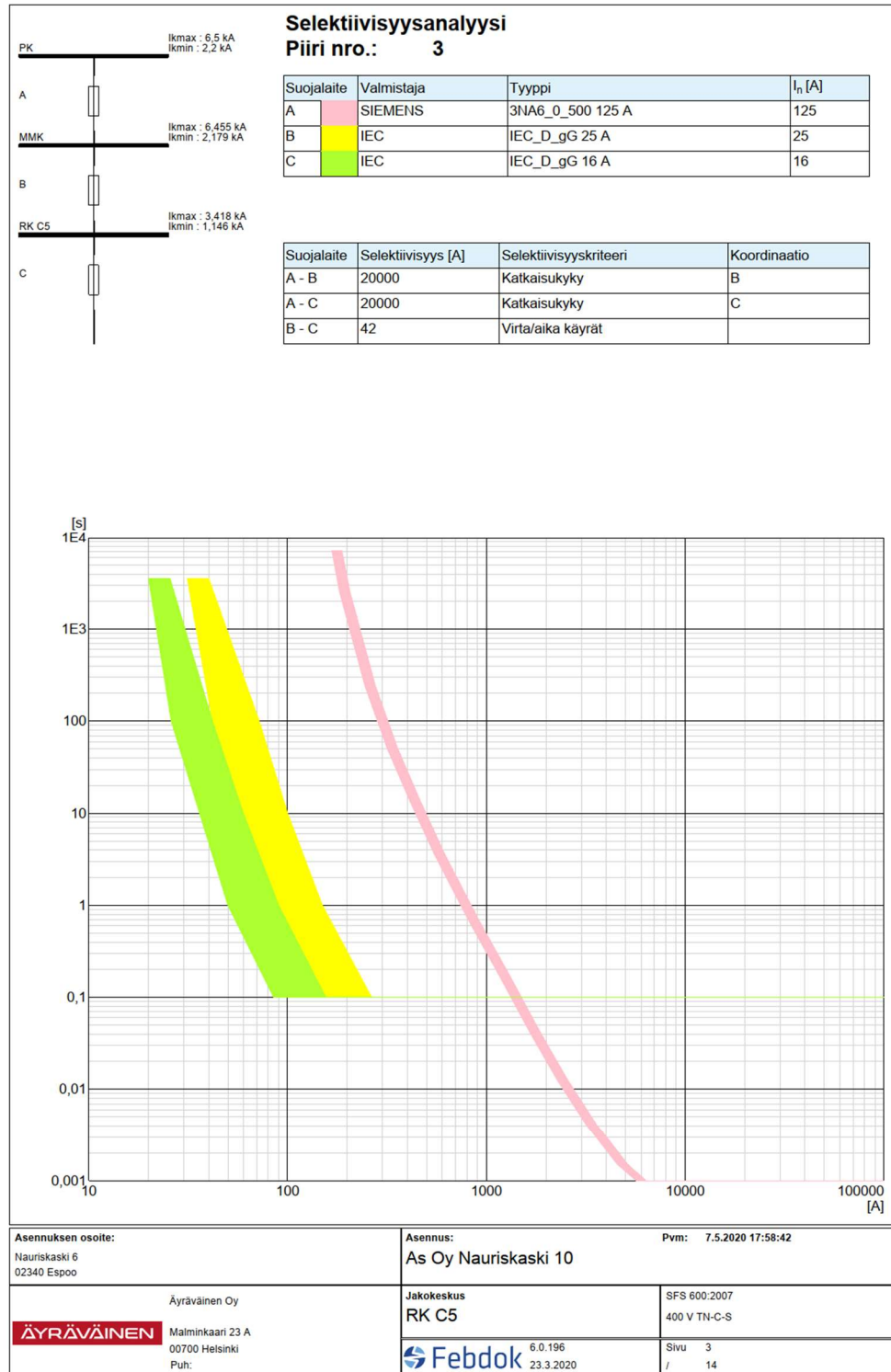
| Jakelun tiedot                                                                   |                           | Max. oikosulkuvirrat ja impedanssit                                      |                                                | Jakokeskus                                                 |                         | Min. oikosulkuvirrat ja impedanssit               |                    | Jakokeskus                                              |                              |                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|
| Jakelutyyppi: TN-C-S                                                             |                           | $I_{k3max}$ [kA] : 6,455                                                 | $\cos \phi$ : 0,80                             | $R^+$ [Ω] : 0,0315                                         |                         | $I_{k3min}$ [kA] : 4,244                          | $\cos \phi$ : 0,90 | $R^+$ [Ω] : 0,0441                                      |                              |                                             |
| Summakuormavirta [A]: L1: 1015,74 A L2: 907,74 A L3: 1123,74 A N: 187,06 A       |                           | $I_{k2max}$ [kA] : 5,590                                                 | $\cos \phi$ : 0,80                             | $X^+$ [Ω] : 0,0235                                         |                         | $I_{k2min}$ [kA] : 3,675                          | $\cos \phi$ : 0,90 | $X^+$ [Ω] : 0,0213                                      |                              |                                             |
|                                                                                  |                           | $I_{effENmax}$ [kA] : 2,481                                              | $\cos \phi$ : 0,90                             | $R_{ON}$ [Ω] : 0,0315                                      |                         | $I_{effENmin}$ [kA] : 2,179                       | $\cos \phi$ : 0,90 | $R_{ON}$ [Ω] : 0,0441                                   |                              |                                             |
|                                                                                  |                           |                                                                          |                                                | $X_{ON}$ [Ω] : 0,0235                                      |                         |                                                   |                    | $X_{ON}$ [Ω] : 0,0213                                   |                              |                                             |
|                                                                                  |                           |                                                                          |                                                | $R_{OPEN}$ [Ω] : 0,2137                                    |                         |                                                   |                    | $R_{OPEN}$ [Ω] : 0,1697                                 |                              |                                             |
|                                                                                  |                           |                                                                          |                                                | $X_{OPEN}$ [Ω] : 0,0863                                    |                         | $Z_s$ [Ω] : 0,0954                                |                    | $X_{OPEN}$ [Ω] : 0,0815                                 |                              |                                             |
| Piiri nro.                                                                       | Tunniste Kuvaus Maadoitus | Kuormatyyppi Kytkenäjäjärjestys Jakelutyyppi                             | Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä | Pituus [m]                                                 | $k_1$<br>$k_p$<br>$k_f$ | $I_z$ [A]<br>$I_b$ [A]<br>$\Delta U$ [%]          | Laitteet           | $I_{kmax}$ [kA]<br>$I_{kmin}$ [kA]<br>$I_{effmin}$ [kA] | Suojalaite Valmistaja Tyyppi | $I_{th}$ [A]<br>$I_c$ [kA]<br>$I_{th}$ [m]  |
| 7                                                                                | RK D7<br>RK D7            | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| 8                                                                                | RK D8<br>RK D8            | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| 9                                                                                | RK E9<br>RK E9            | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| 10                                                                               | RK E10<br>RK E10          | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| 11                                                                               | RK F11<br>RK F11          | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| 12                                                                               | RK F12<br>RK F12          | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b><br>00700 Helsinki<br>Puh: |                           | Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo<br>Asiakas, omistaja: |                                                | Asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10<br>Pvm: 7.5.2020 17:57:47 |                         | Jakokeskus<br>MMK<br>SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |                    | Sivu 2<br>/ 3                                           |                              | <b>Febdok</b> Vs. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 |

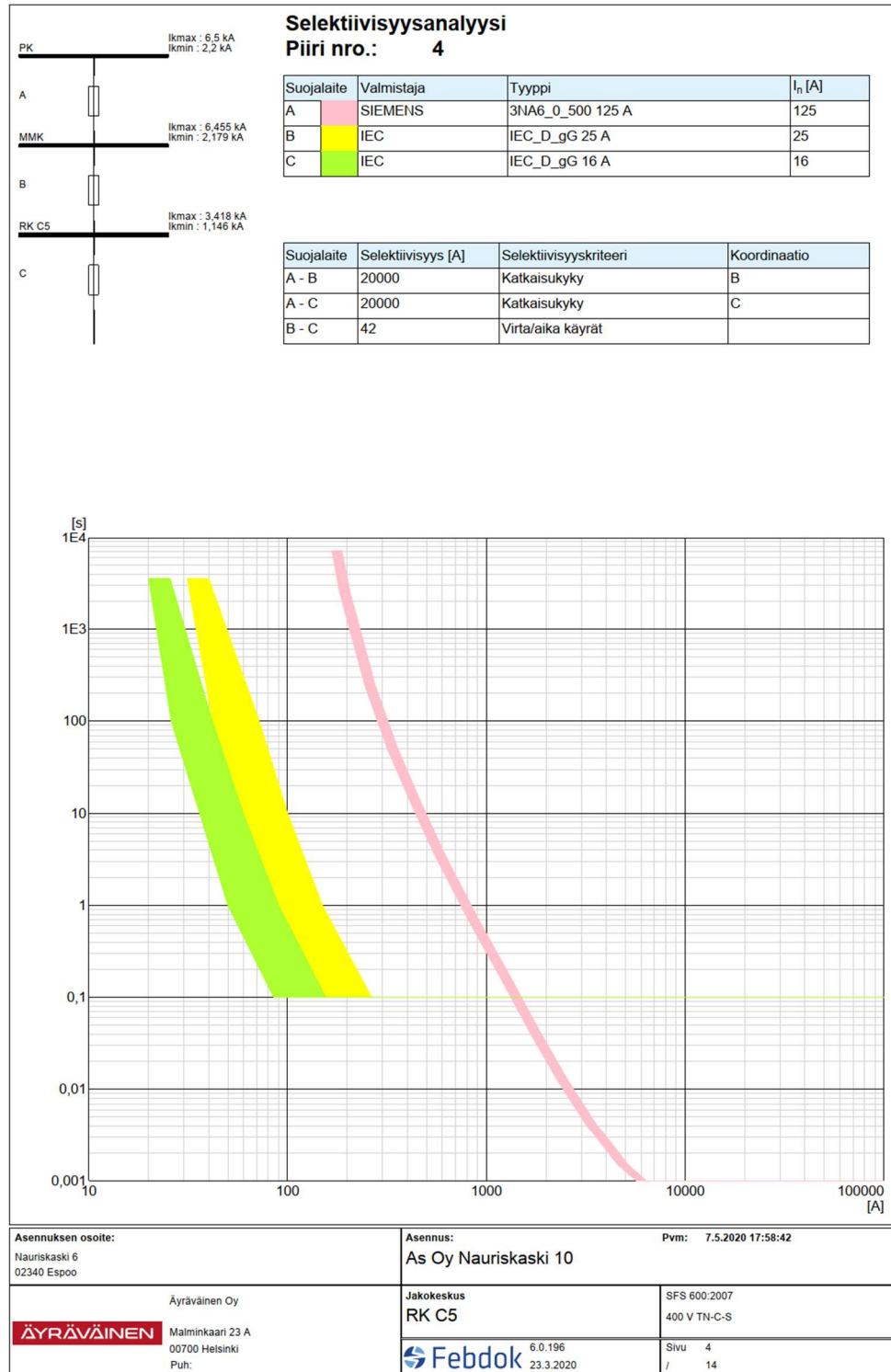
Piiriluettelo, oikosulkuvirrat

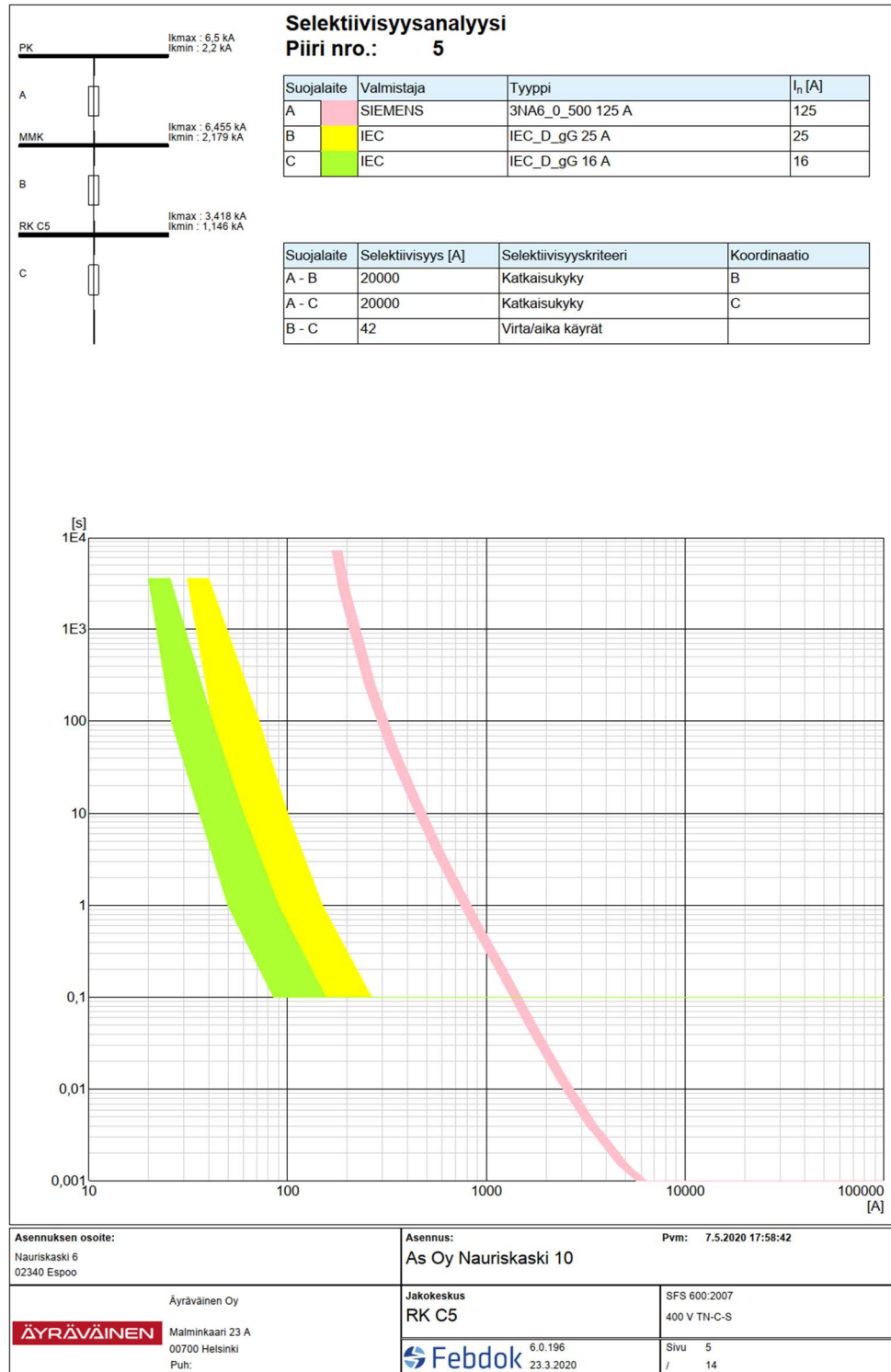
| Jakelun tiedot                                                                   |                           | Max. oikosulkuvirrat ja impedanssit                                      |                                                | Jakokeskus                                                 |                         | Min. oikosulkuvirrat ja impedanssit               |                    | Jakokeskus                                              |                              |                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|
| Jakelutyyppi: TN-C-S                                                             |                           | $I_{k3max}$ [kA] : 6,455                                                 | $\cos \phi$ : 0,80                             | $R^+$ [Ω] : 0,0315                                         |                         | $I_{k3min}$ [kA] : 4,244                          | $\cos \phi$ : 0,90 | $R^+$ [Ω] : 0,0441                                      |                              |                                             |
| Summakuormavirta [A]: L1: 1015,74 A L2: 907,74 A L3: 1123,74 A N: 187,06 A       |                           | $I_{k2max}$ [kA] : 5,590                                                 | $\cos \phi$ : 0,80                             | $X^+$ [Ω] : 0,0235                                         |                         | $I_{k2min}$ [kA] : 3,675                          | $\cos \phi$ : 0,90 | $X^+$ [Ω] : 0,0213                                      |                              |                                             |
|                                                                                  |                           | $I_{effENmax}$ [kA] : 2,481                                              | $\cos \phi$ : 0,90                             | $R_{ON}$ [Ω] : 0,0315                                      |                         | $I_{effENmin}$ [kA] : 2,179                       | $\cos \phi$ : 0,90 | $R_{ON}$ [Ω] : 0,0441                                   |                              |                                             |
|                                                                                  |                           |                                                                          |                                                | $X_{ON}$ [Ω] : 0,0235                                      |                         |                                                   |                    | $X_{ON}$ [Ω] : 0,0213                                   |                              |                                             |
|                                                                                  |                           |                                                                          |                                                | $R_{OPEN}$ [Ω] : 0,2137                                    |                         |                                                   |                    | $R_{OPEN}$ [Ω] : 0,1697                                 |                              |                                             |
|                                                                                  |                           |                                                                          |                                                | $X_{OPEN}$ [Ω] : 0,0863                                    |                         | $Z_s$ [Ω] : 0,0954                                |                    | $X_{OPEN}$ [Ω] : 0,0815                                 |                              |                                             |
| Piiri nro.                                                                       | Tunniste Kuvaus Maadoitus | Kuormatyyppi Kytkenäjäjärjestys Jakelutyyppi                             | Kaapelimerkintä Kaapelityyppi Asennusmenetelmä | Pituus [m]                                                 | $k_1$<br>$k_p$<br>$k_f$ | $I_z$ [A]<br>$I_b$ [A]<br>$\Delta U$ [%]          | Laitteet           | $I_{kmax}$ [kA]<br>$I_{kmin}$ [kA]<br>$I_{effmin}$ [kA] | Suojalaite Valmistaja Tyyppi | $I_{th}$ [A]<br>$I_c$ [kA]<br>$I_{th}$ [m]  |
| 13                                                                               | RK G13<br>RK G13          | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| 14                                                                               | RK G14<br>RK G14          | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| 15                                                                               | RK H15<br>RK H15          | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| 16                                                                               | RK H16<br>RK H16          | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| 17                                                                               | RK I17<br>RK I17          | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| 18                                                                               | RK I18<br>RK I18          | Jakokeskus<br>L1-L2-L3-N<br>TN-C-S                                       | AMCMK 3x16/10 AI<br>B2                         | 20                                                         | 1,00<br>1,00<br>1,00    | 48,00<br>20,00<br>0,38                            |                    | 6,455<br>1,805<br>1,069                                 | IEC<br>IEC_D_gG 25 A         | 25<br>20<br>339,5                           |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b><br>00700 Helsinki<br>Puh: |                           | Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo<br>Asiakas, omistaja: |                                                | Asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10<br>Pvm: 7.5.2020 17:57:47 |                         | Jakokeskus<br>MMK<br>SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |                    | Sivu 3<br>/ 3                                           |                              | <b>Febdok</b> Vs. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 |

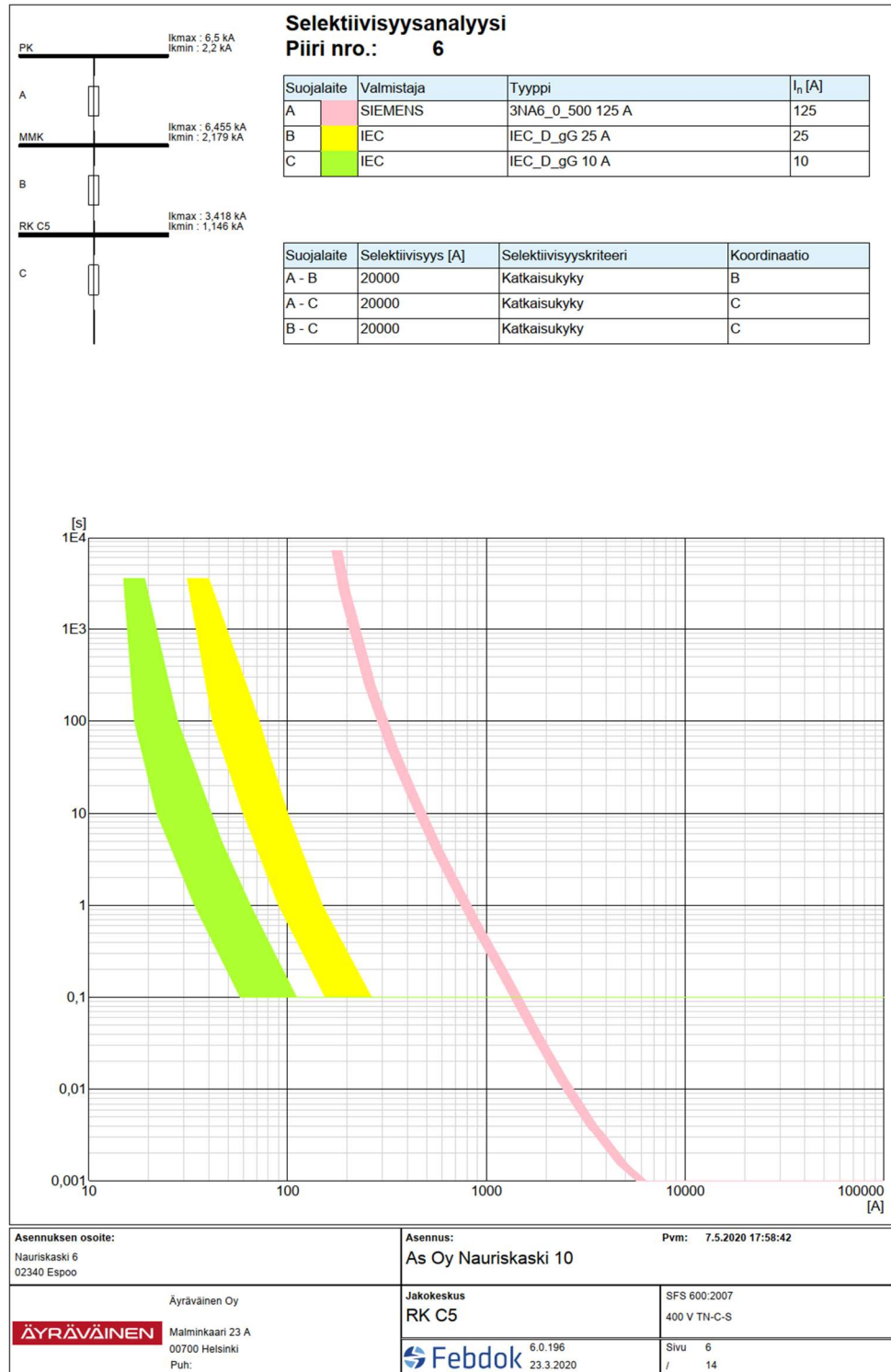


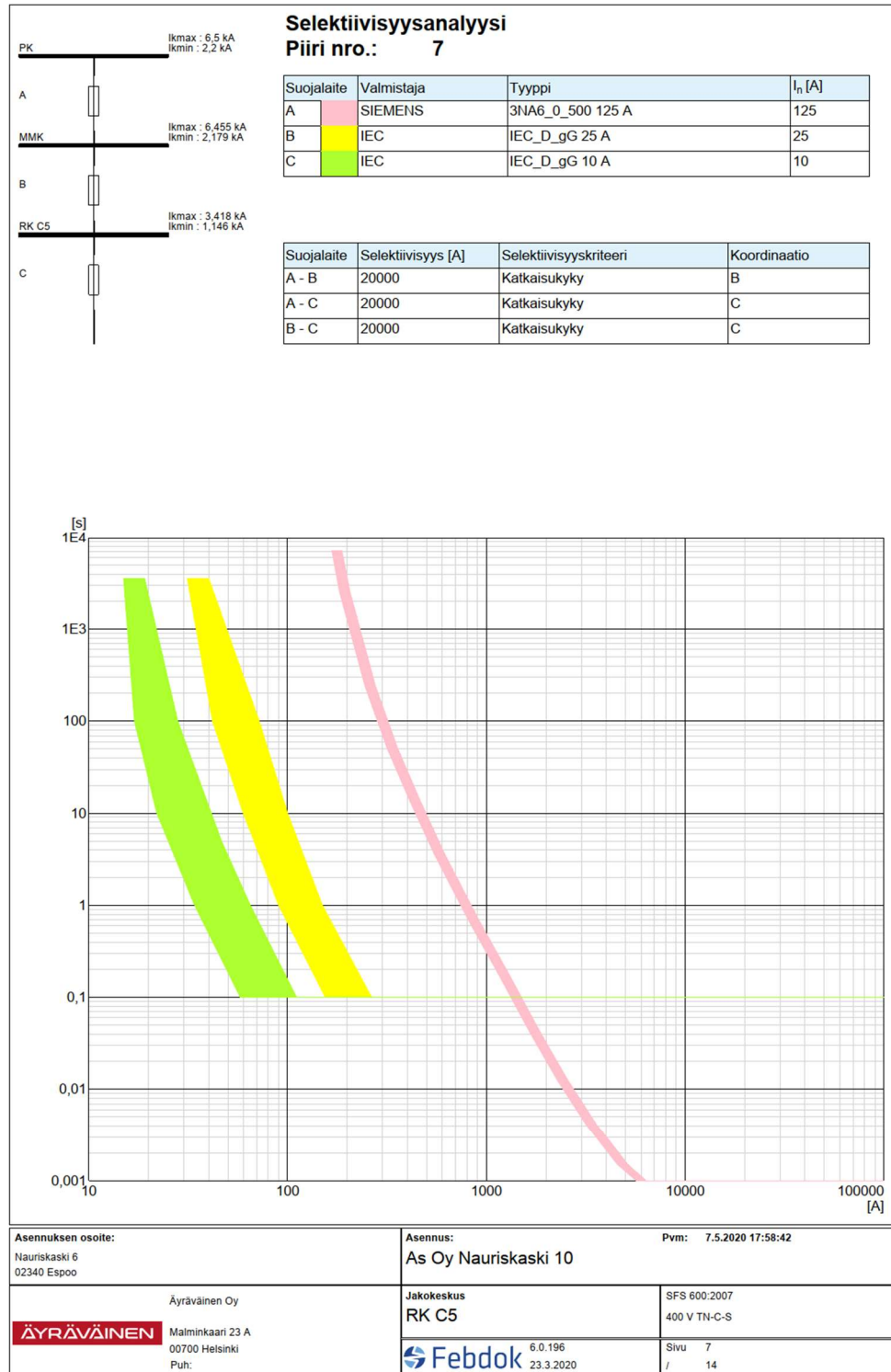


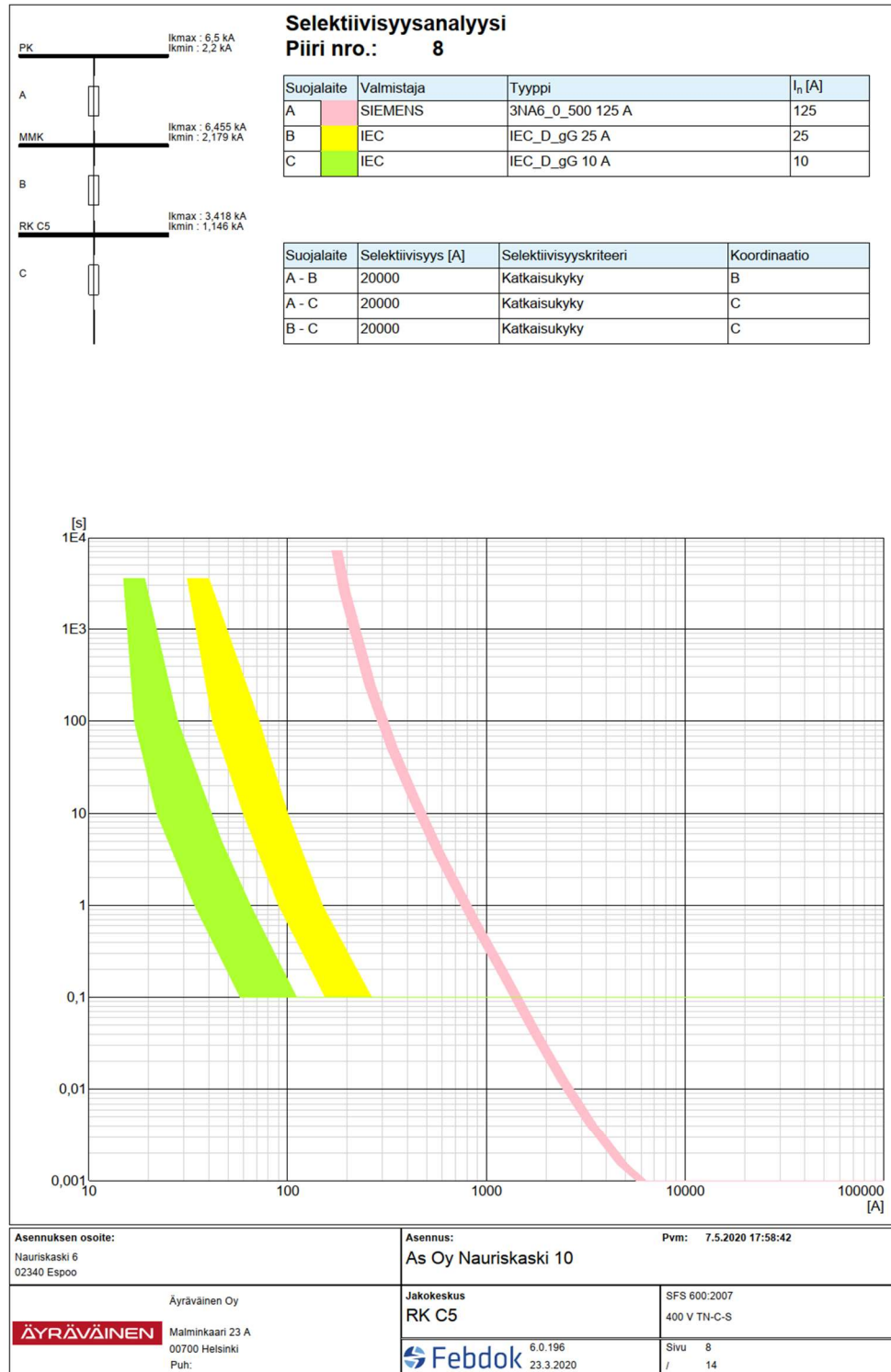


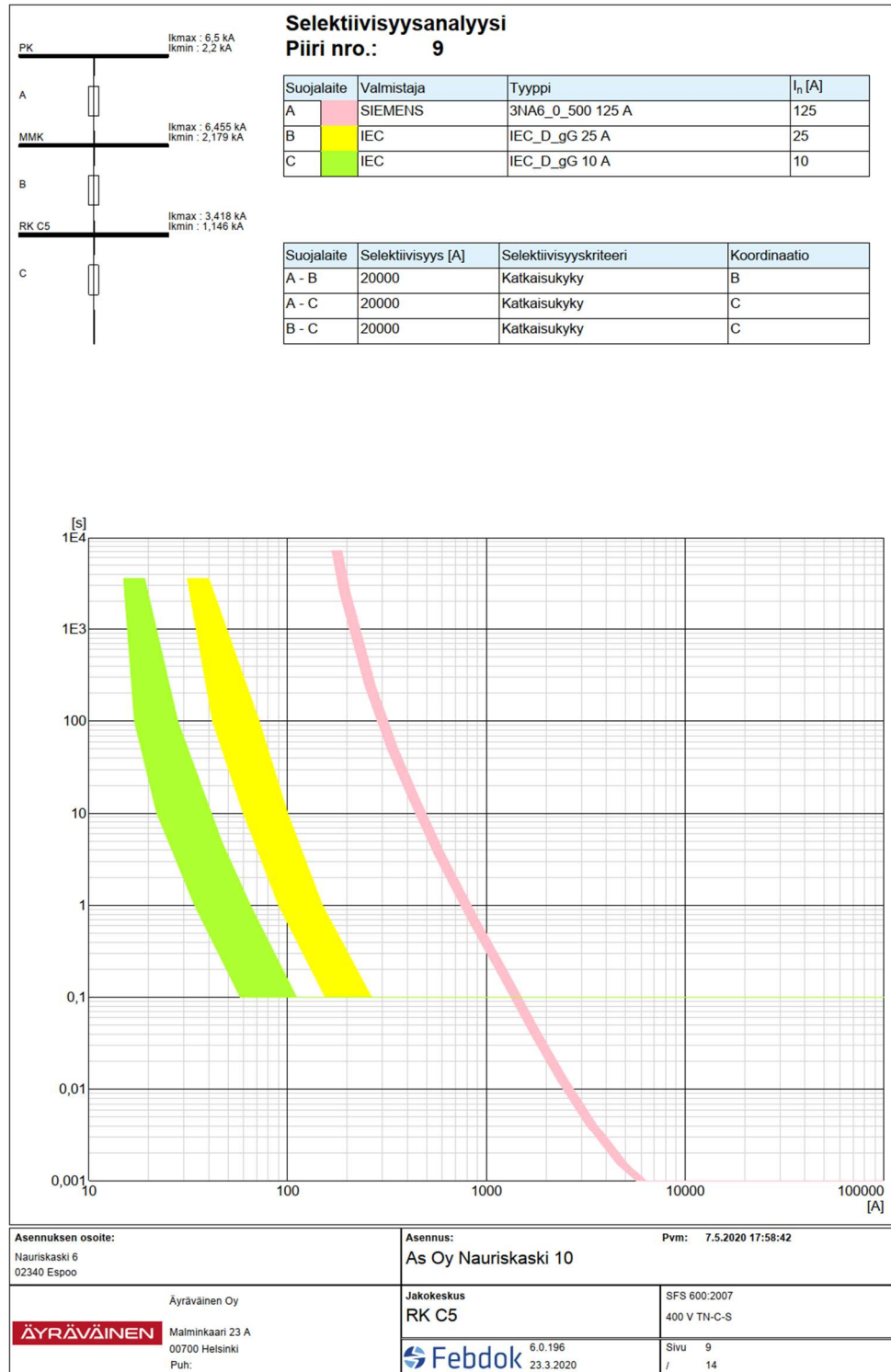


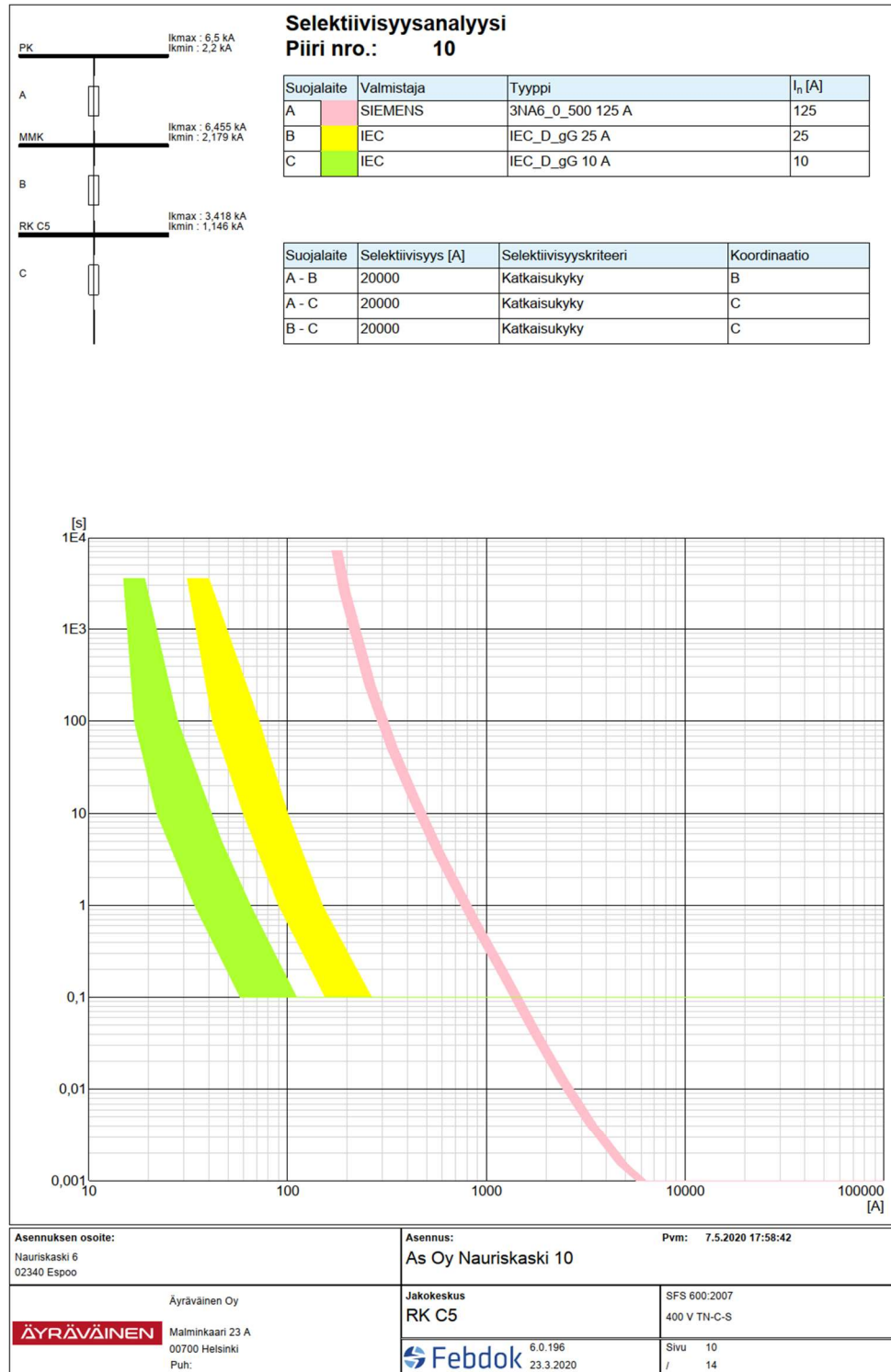


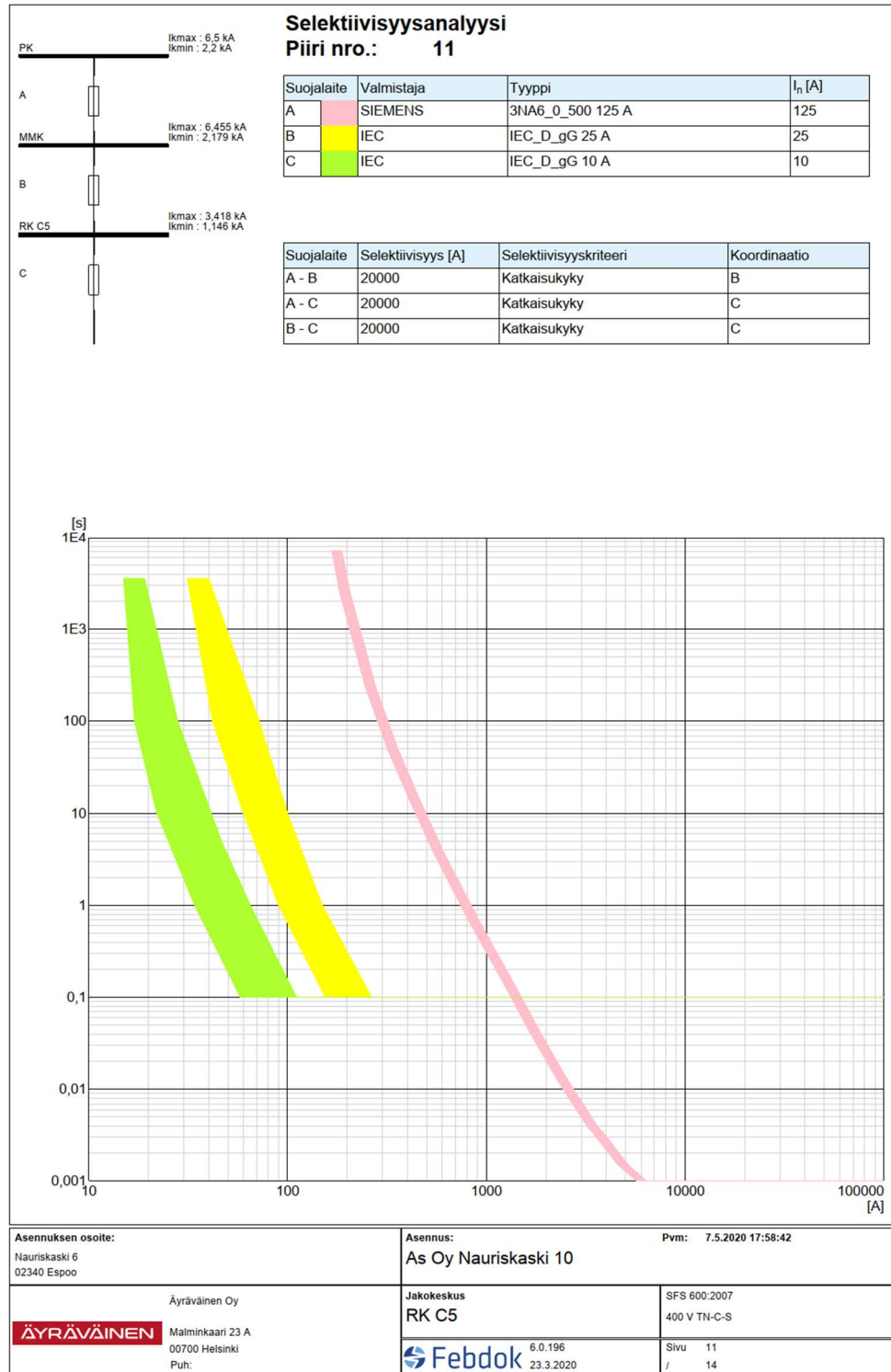


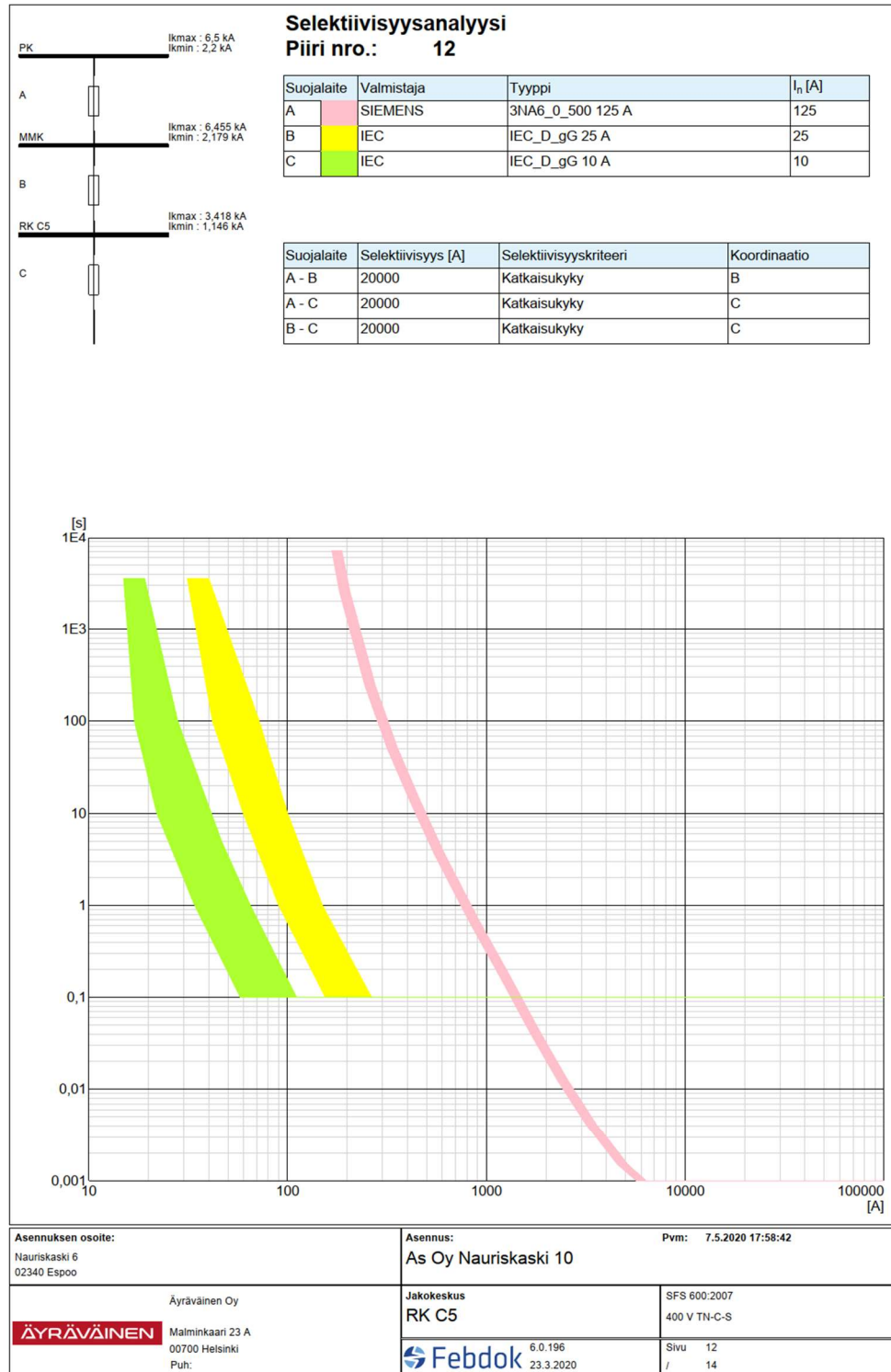


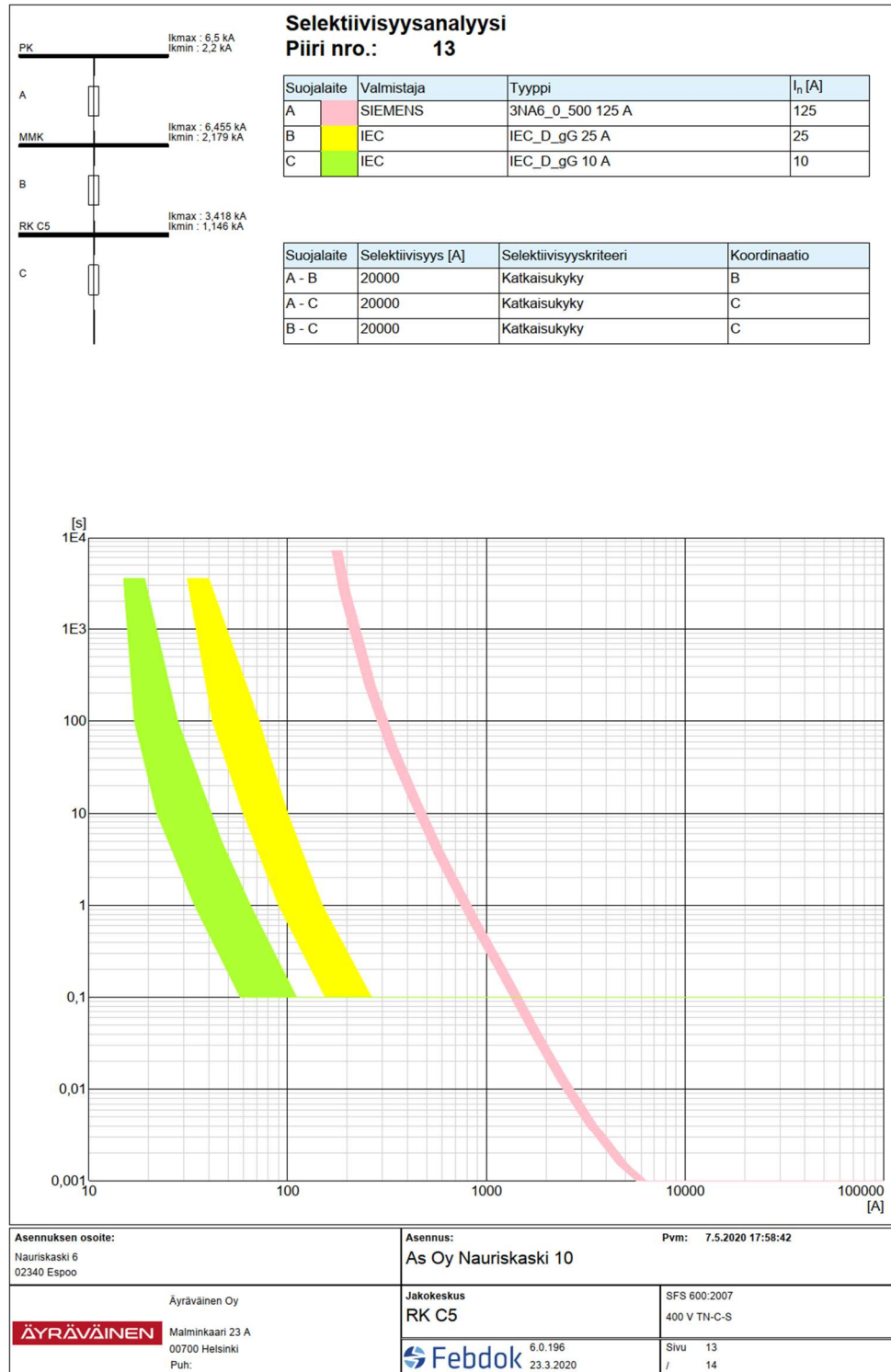


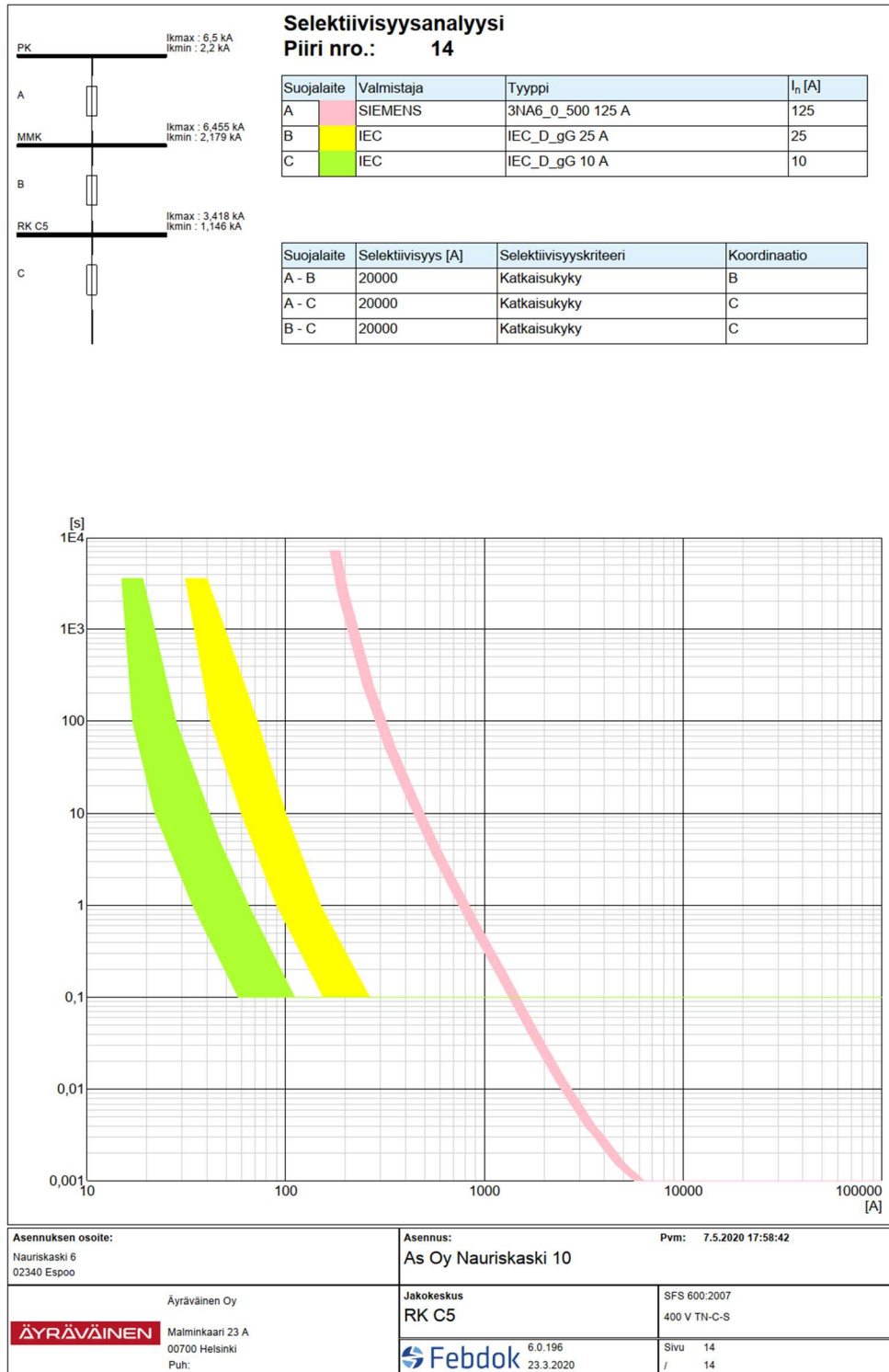


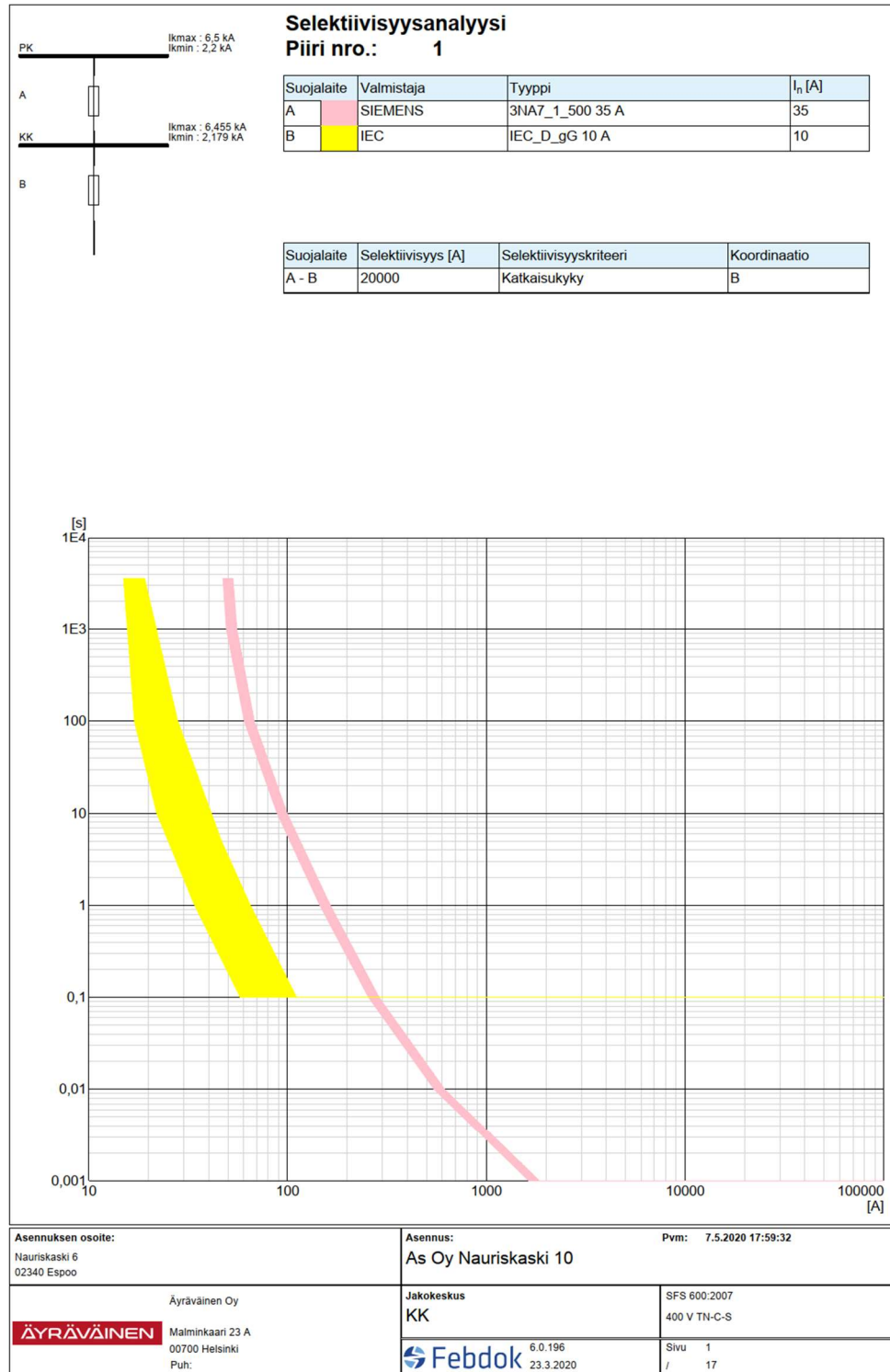


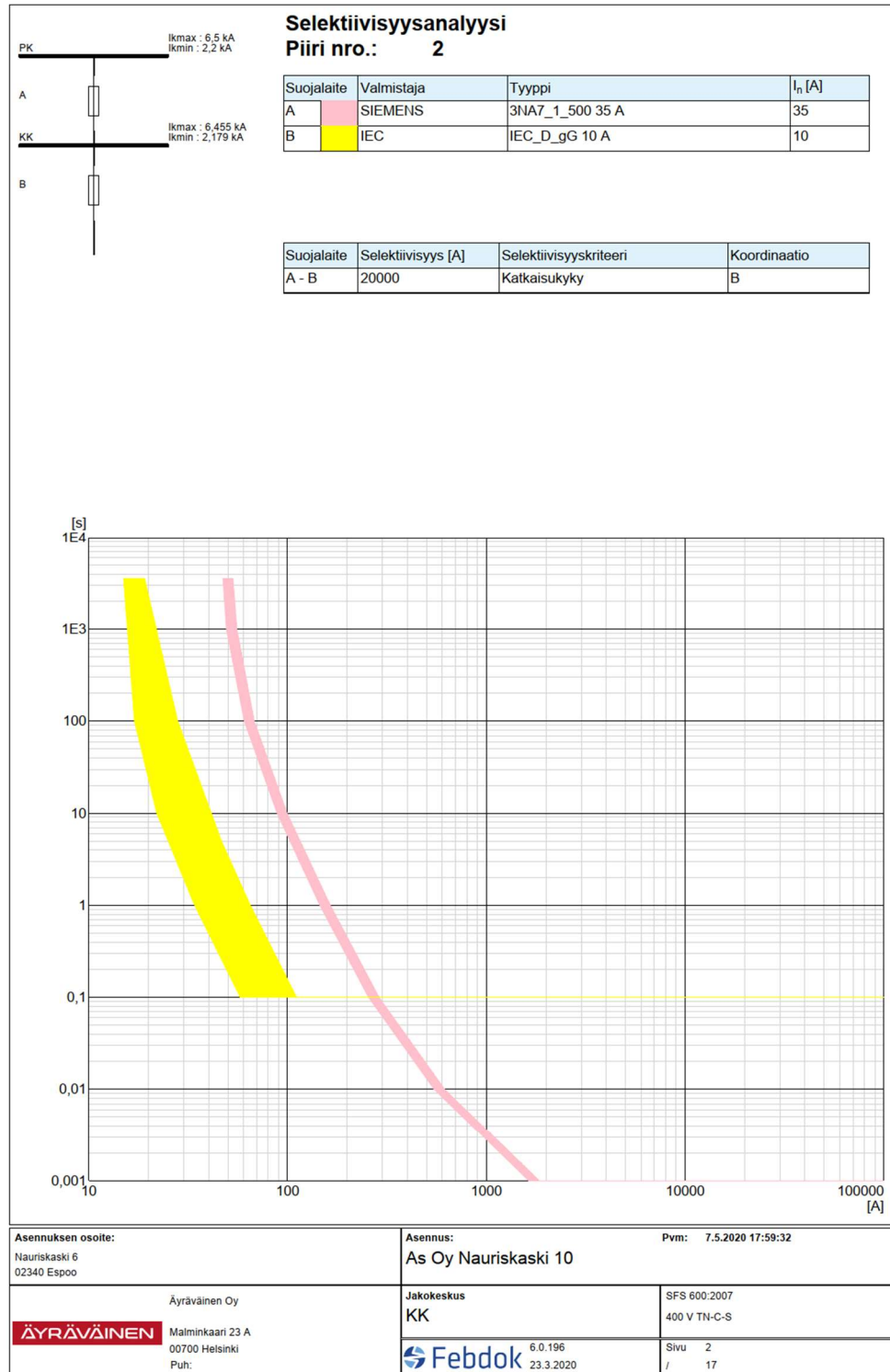


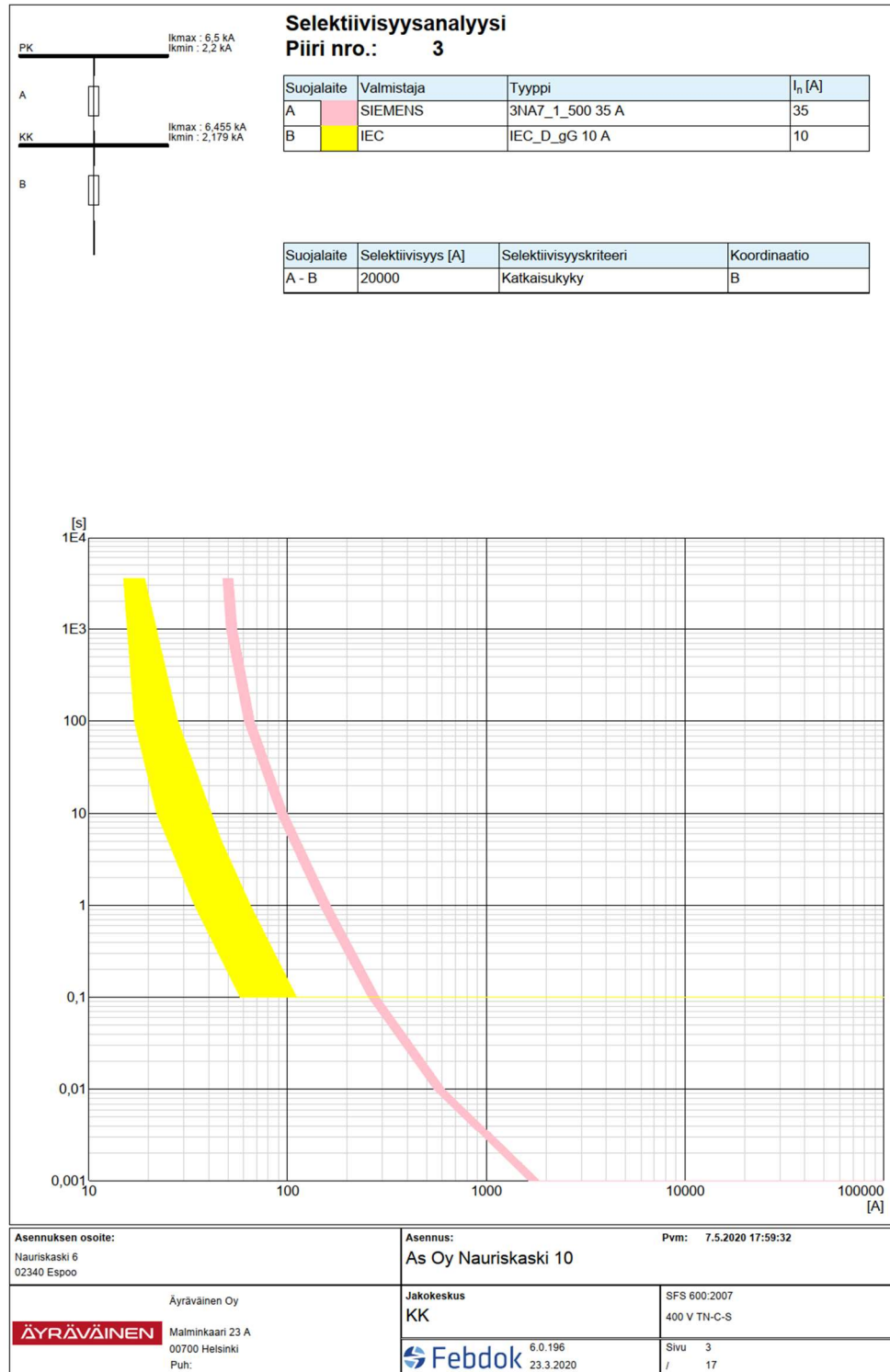


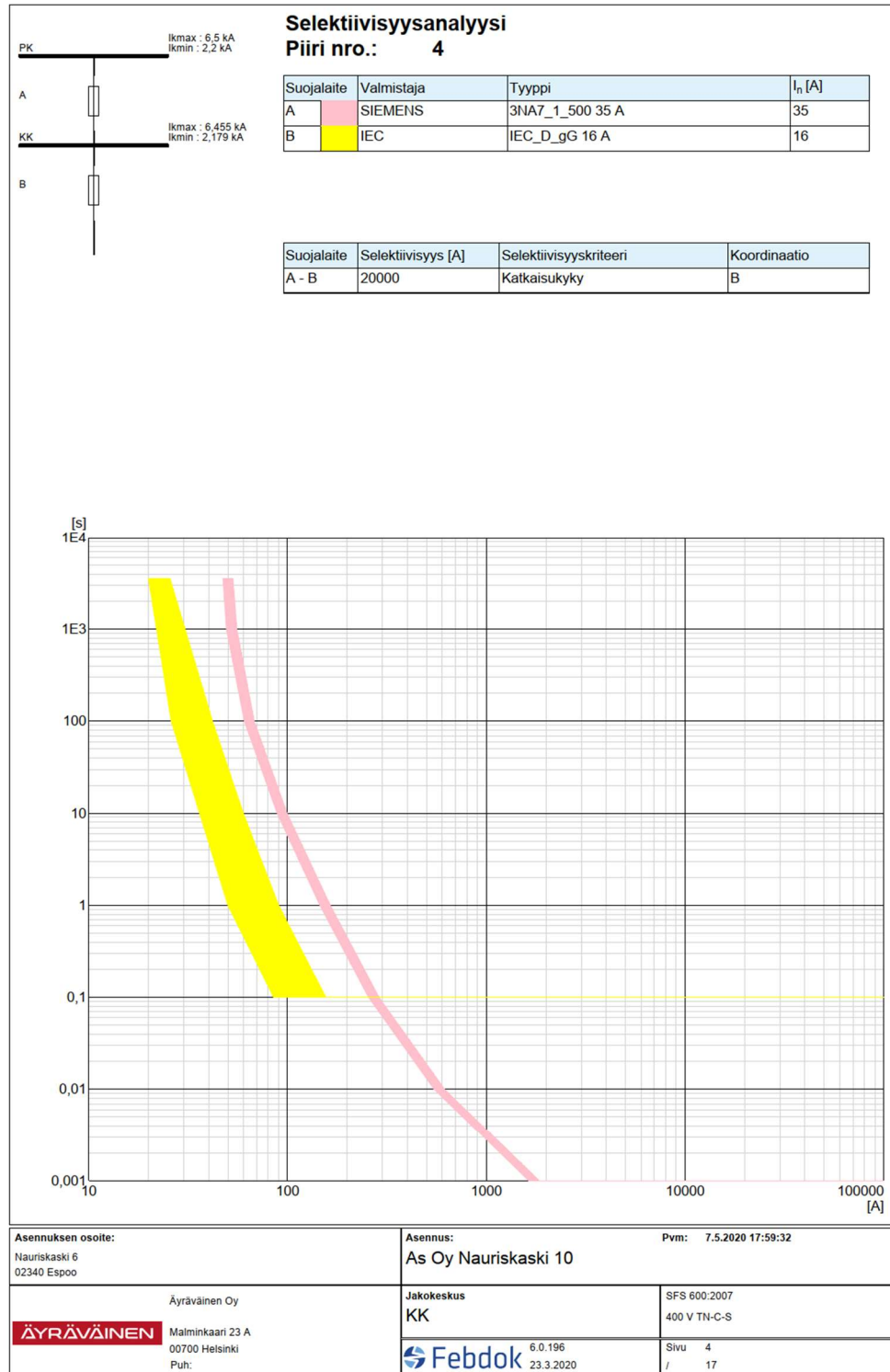


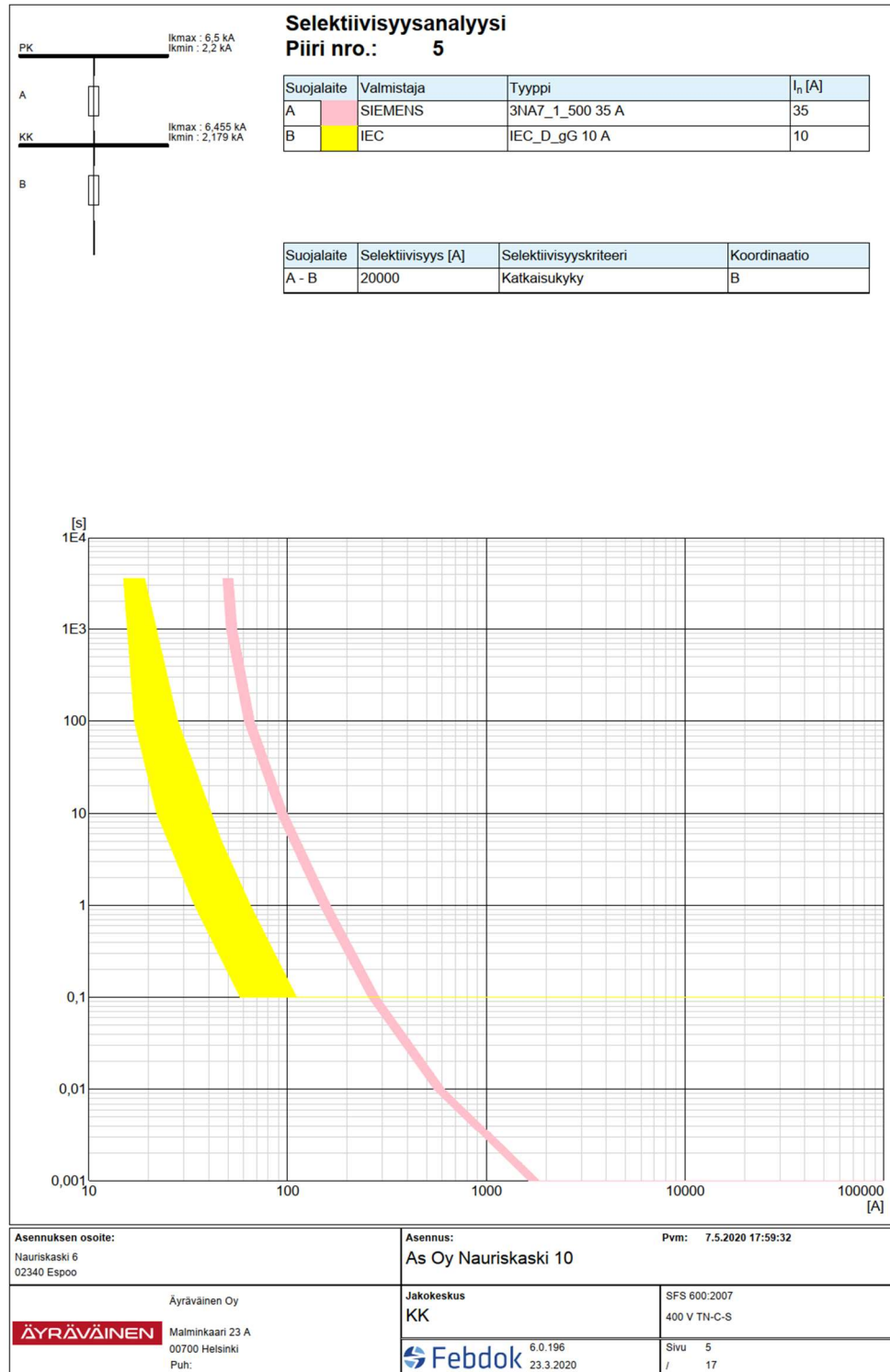


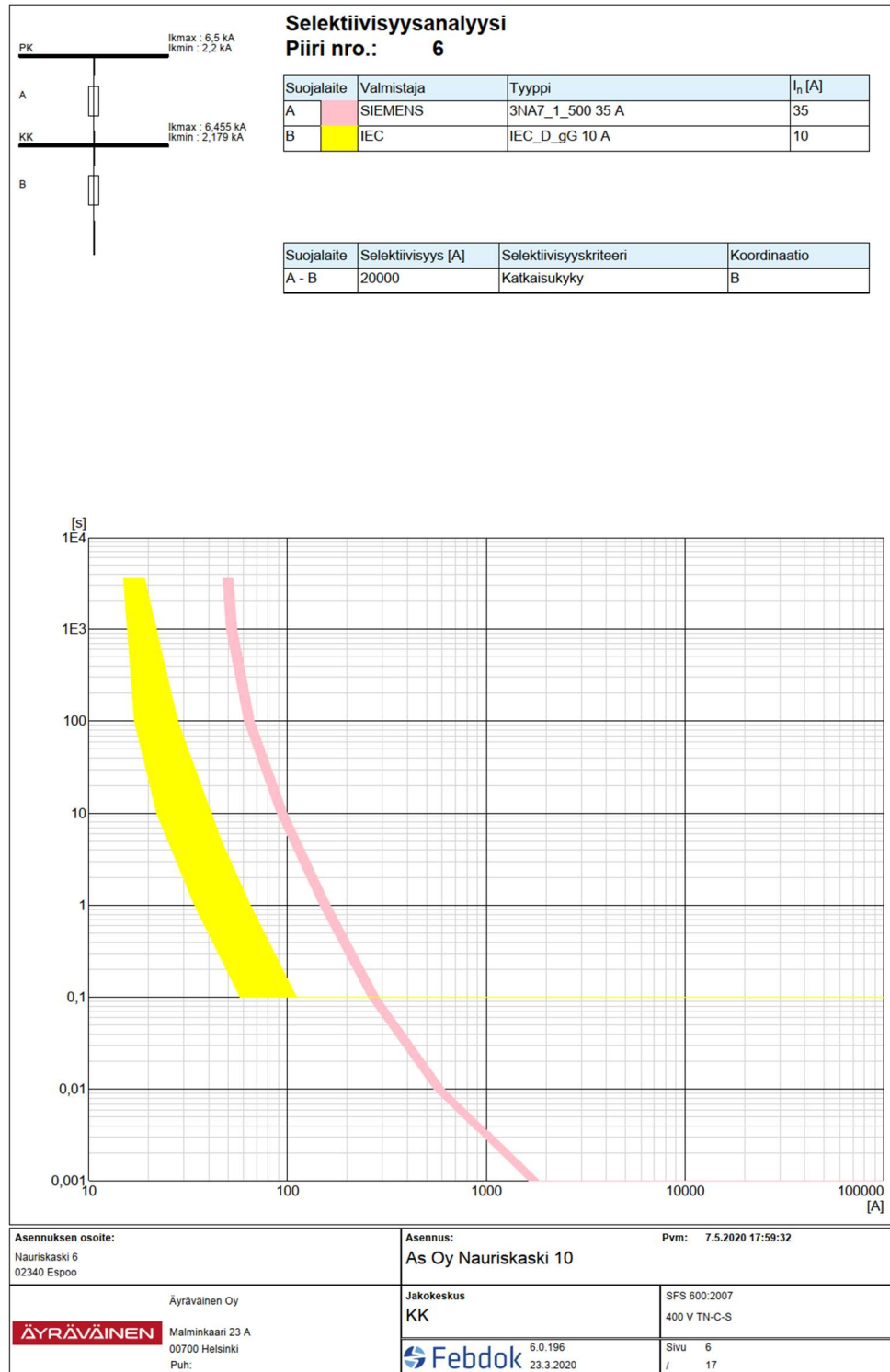


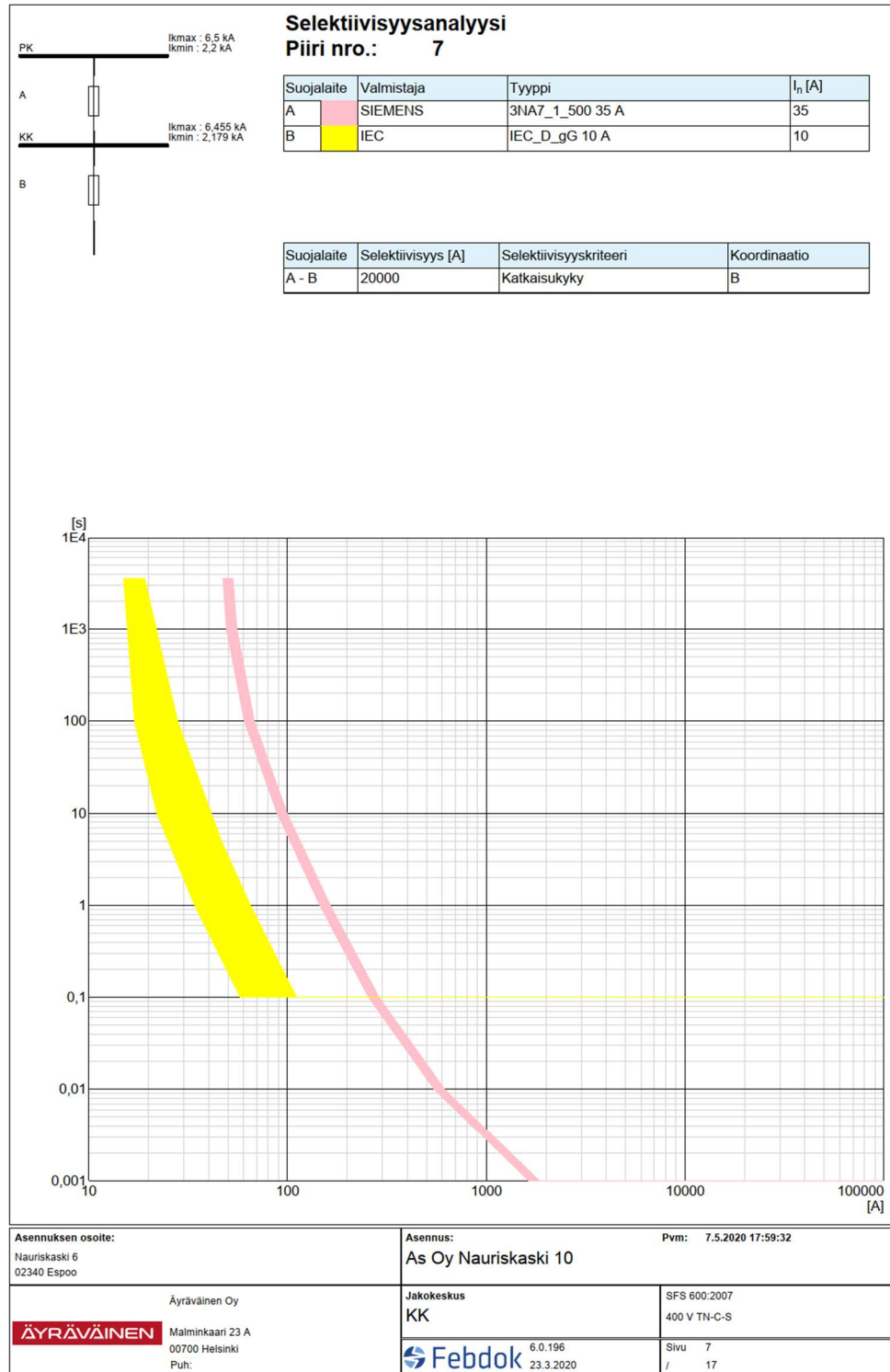


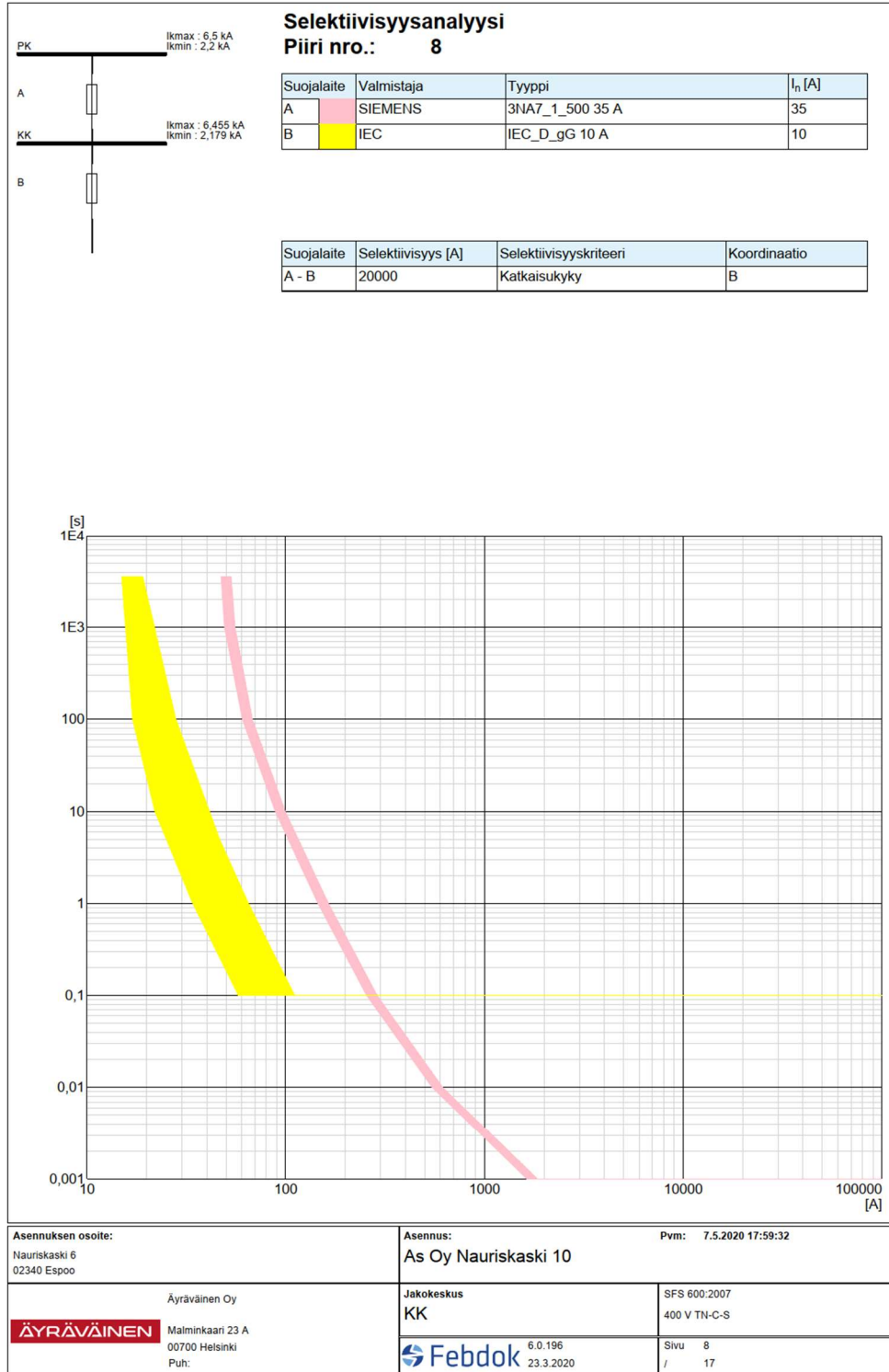


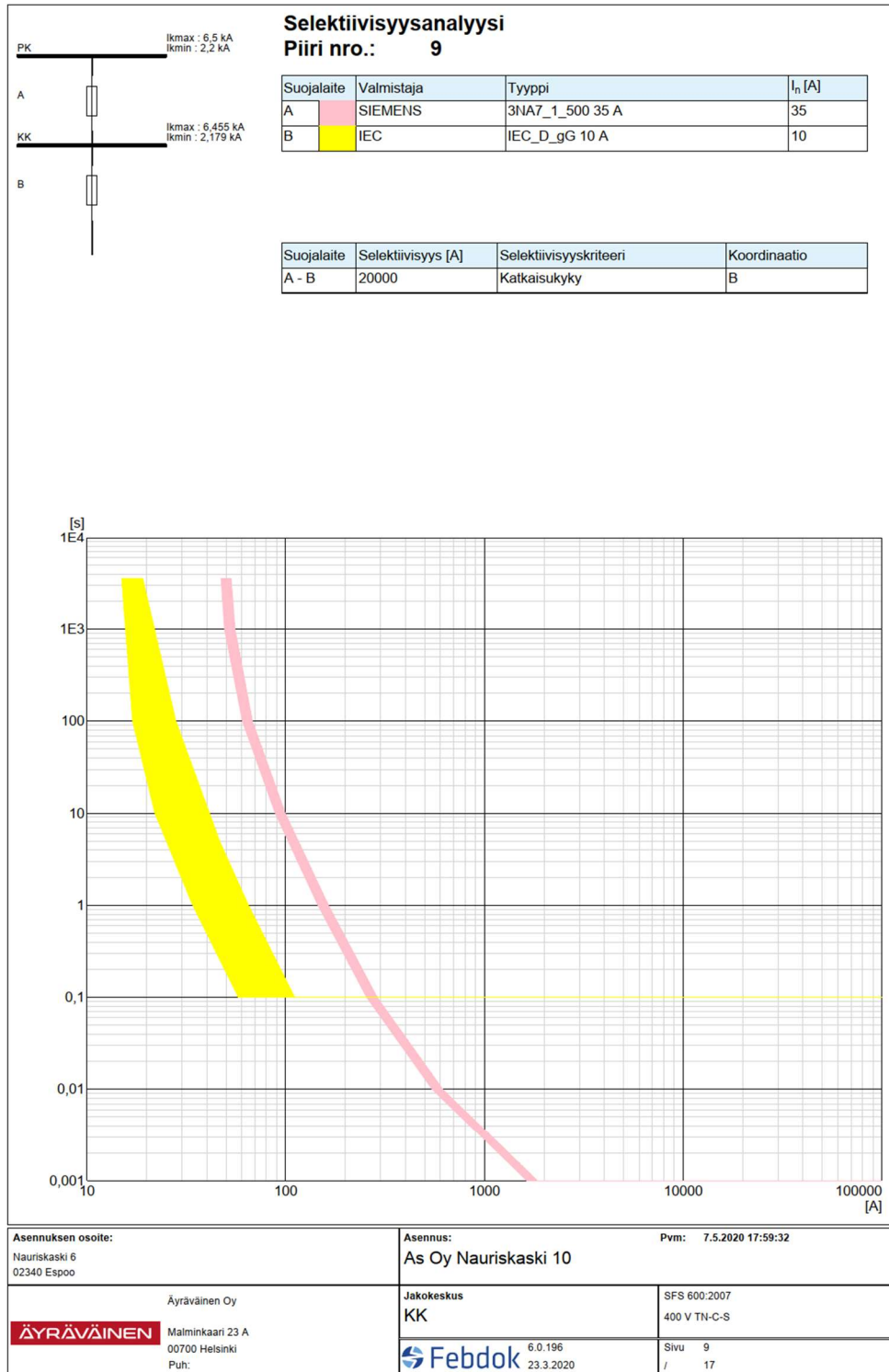


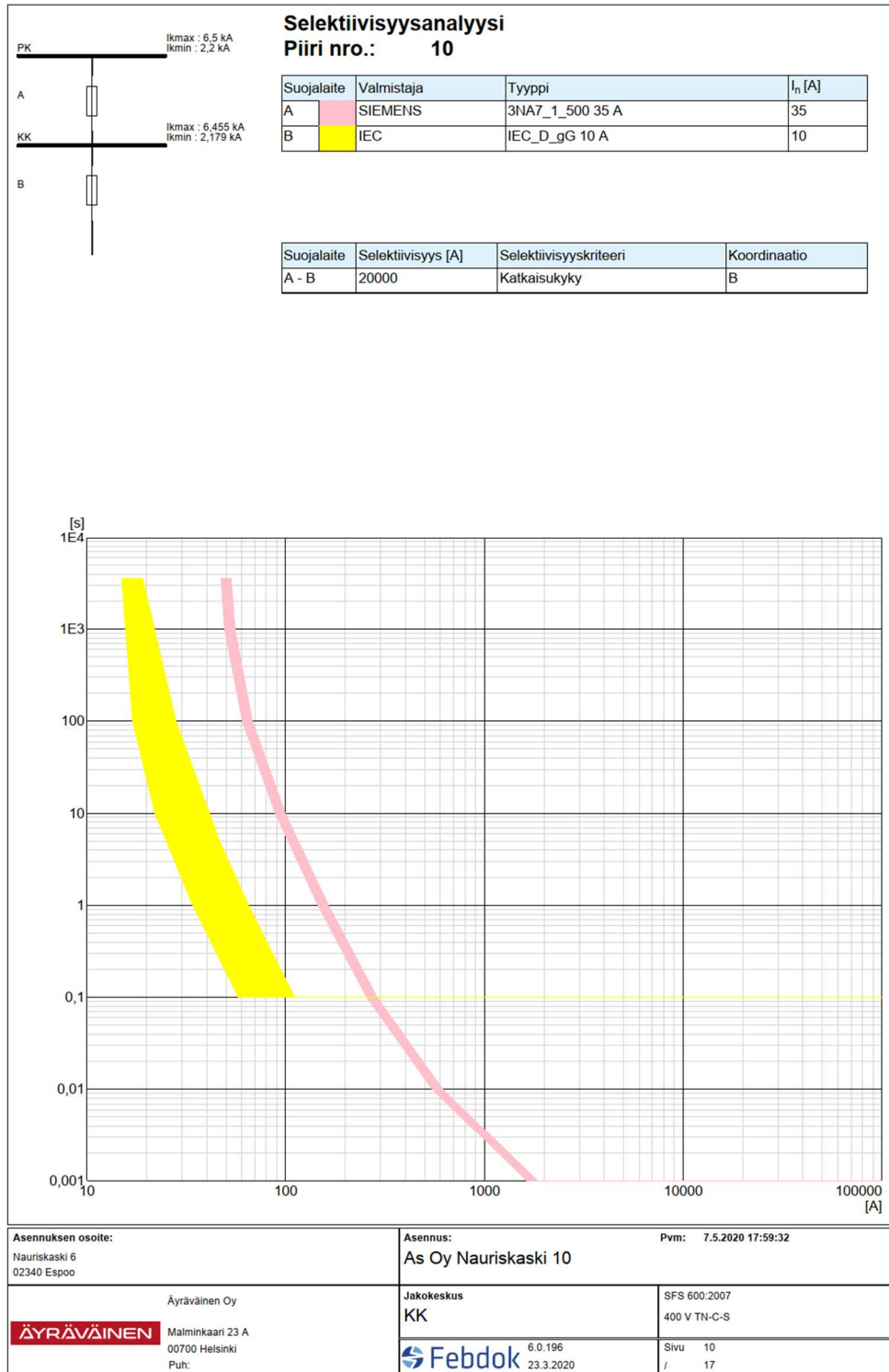


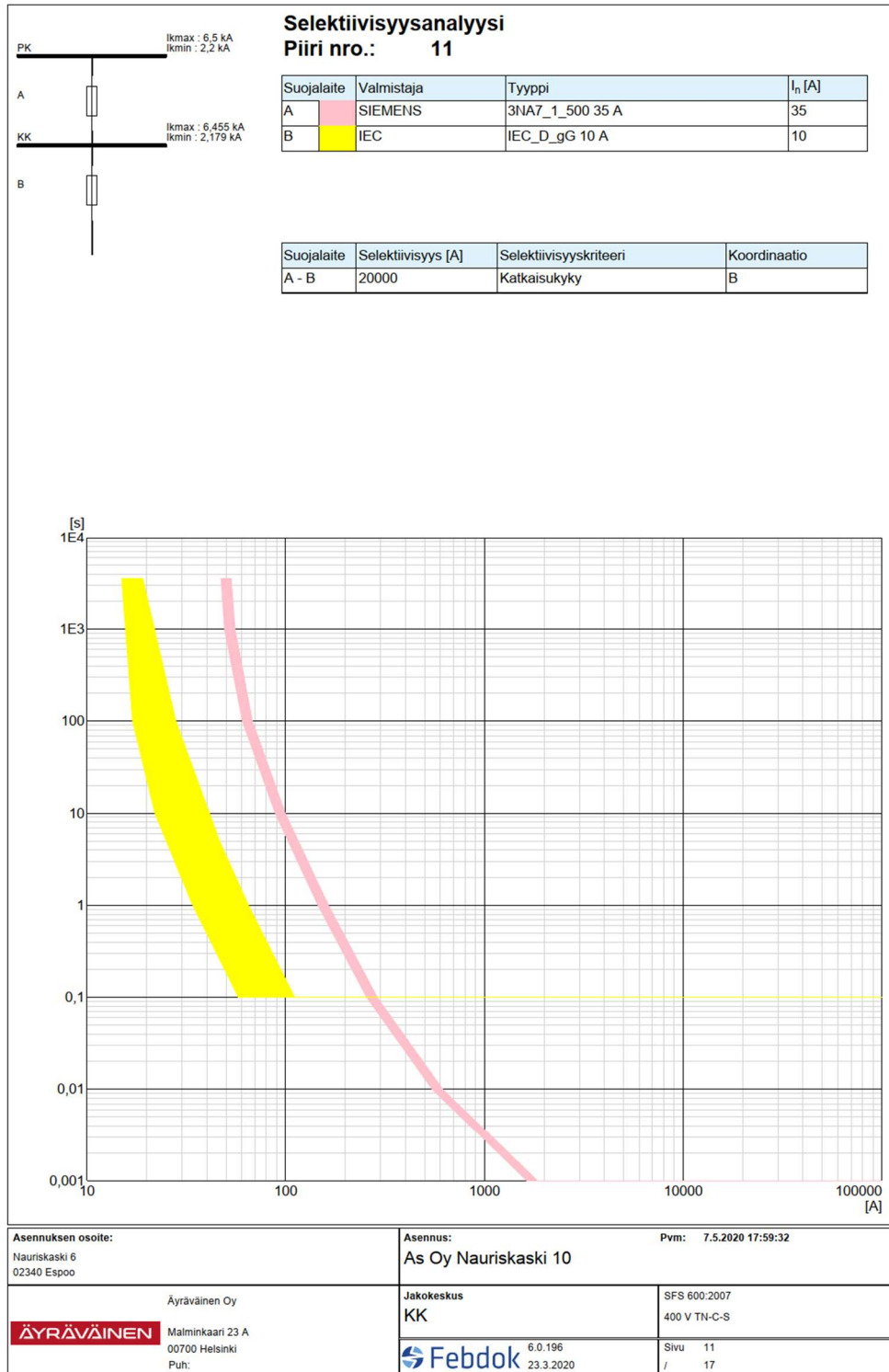


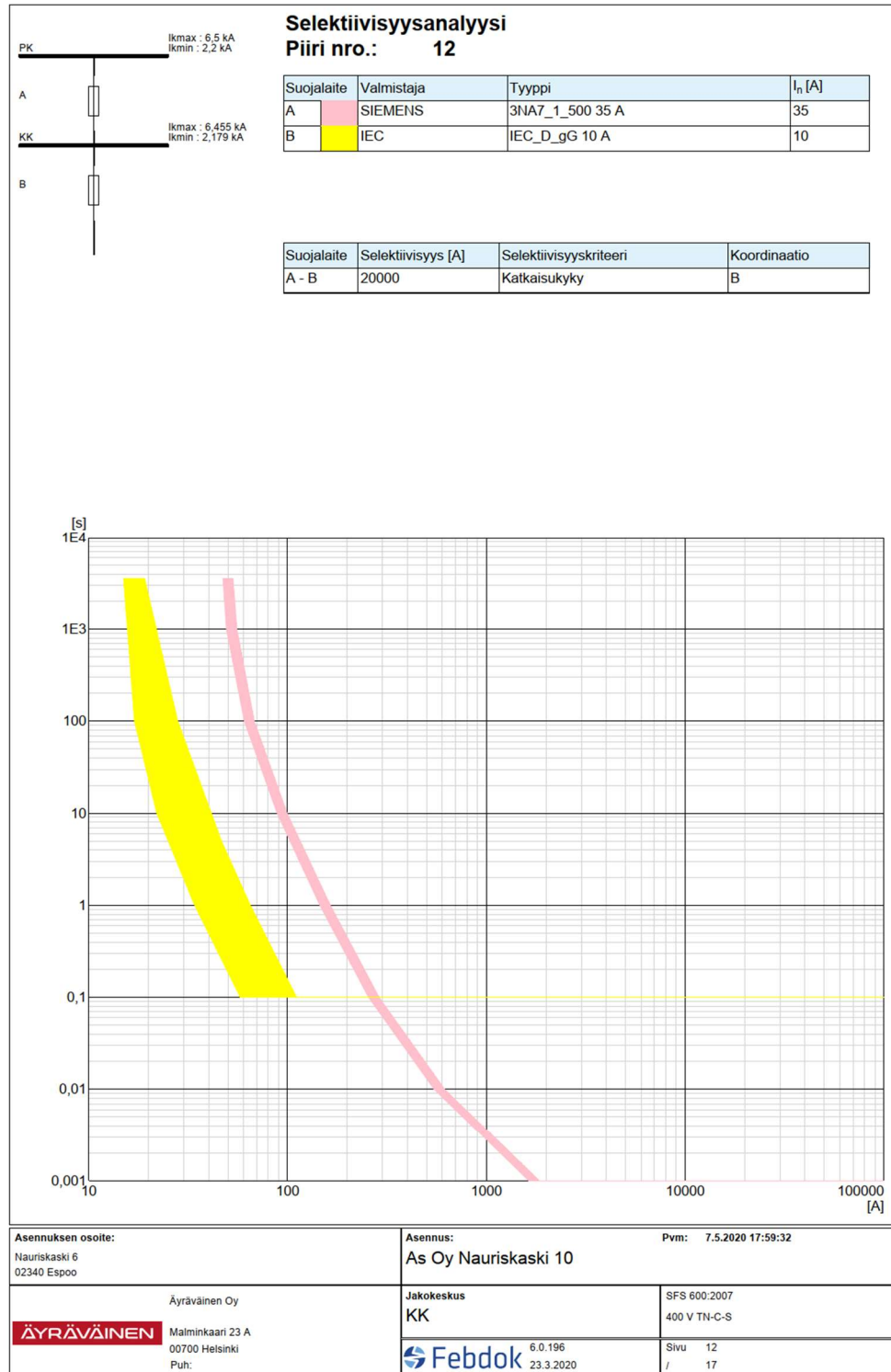


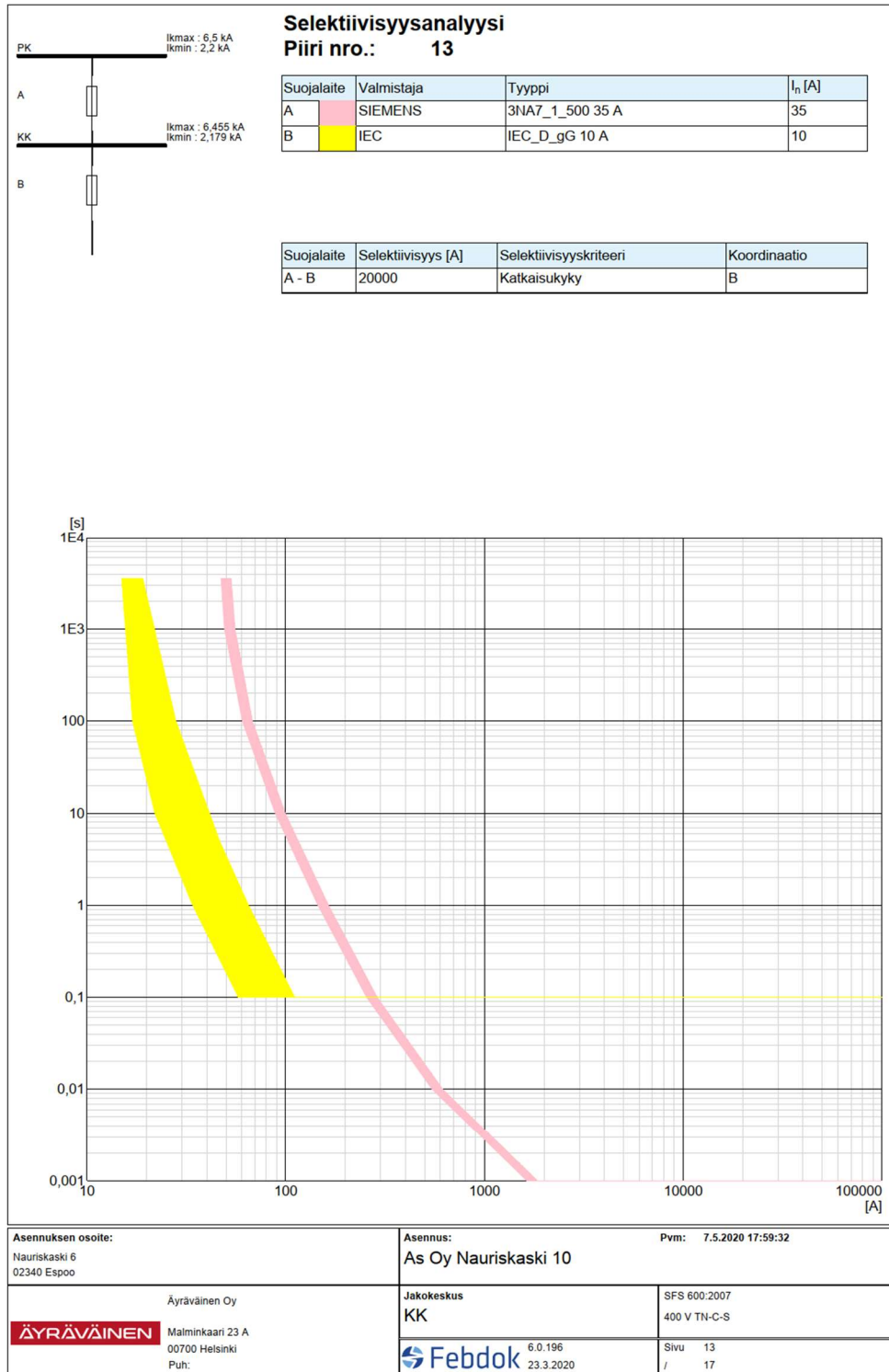


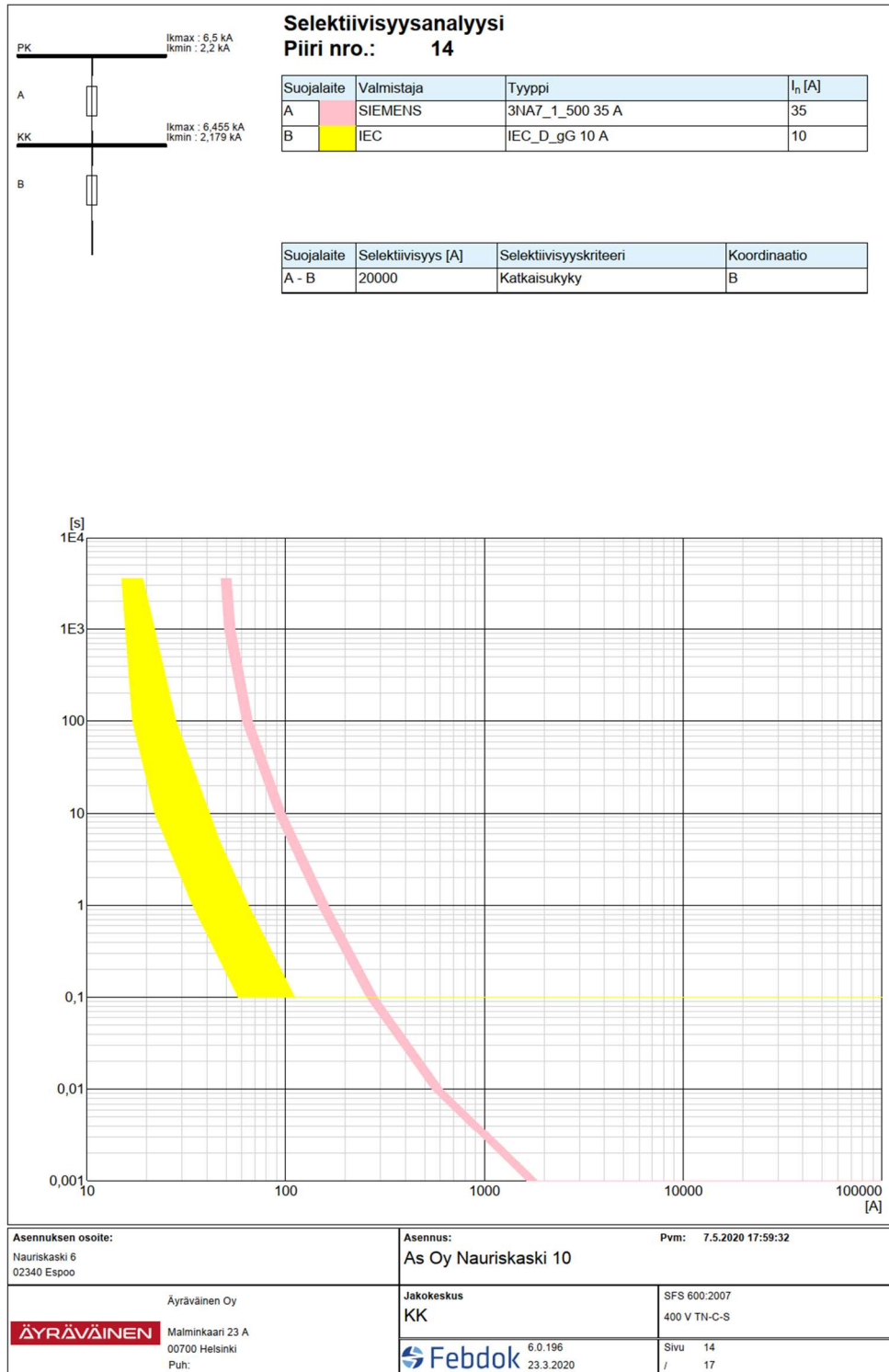


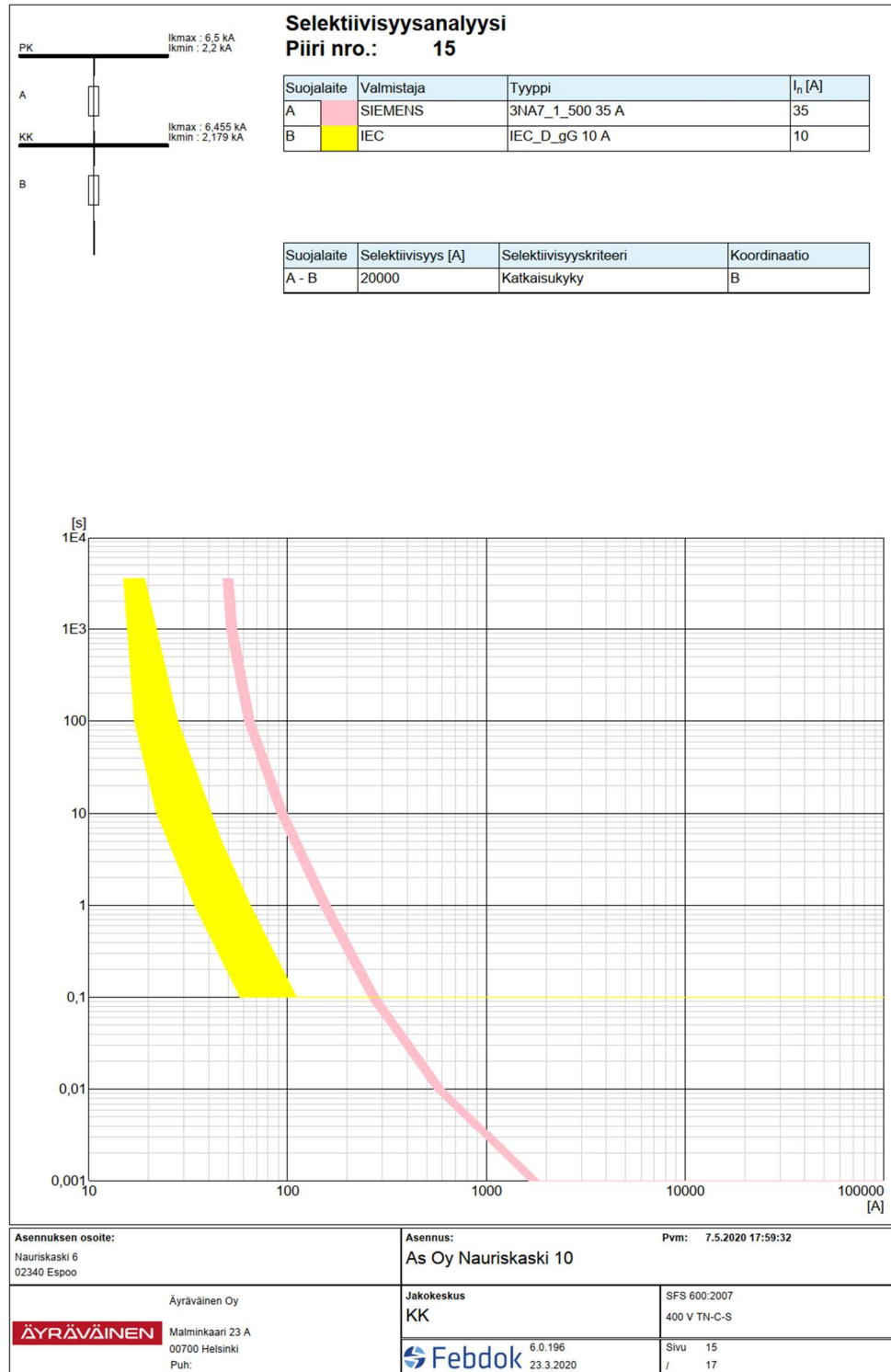


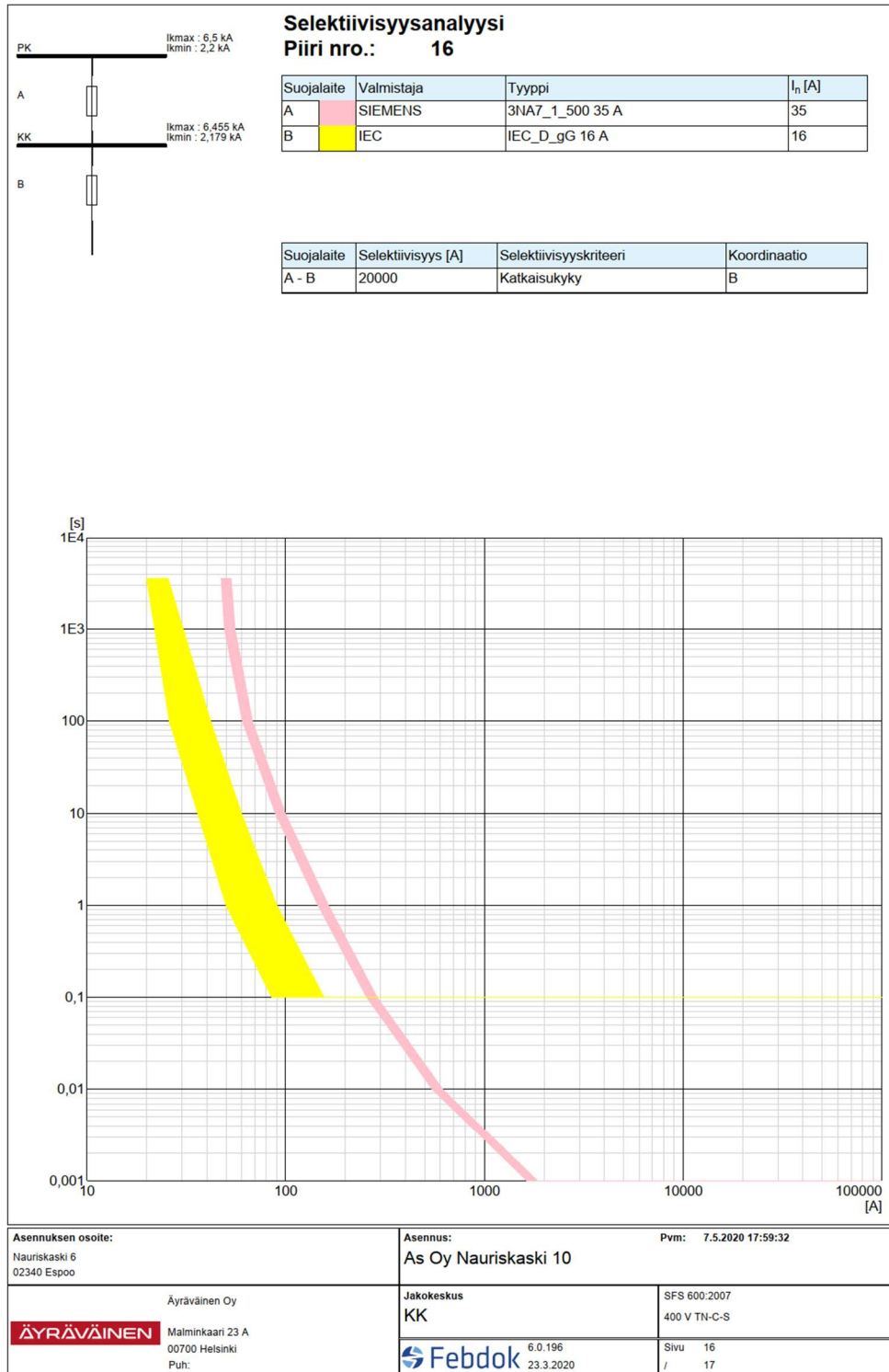


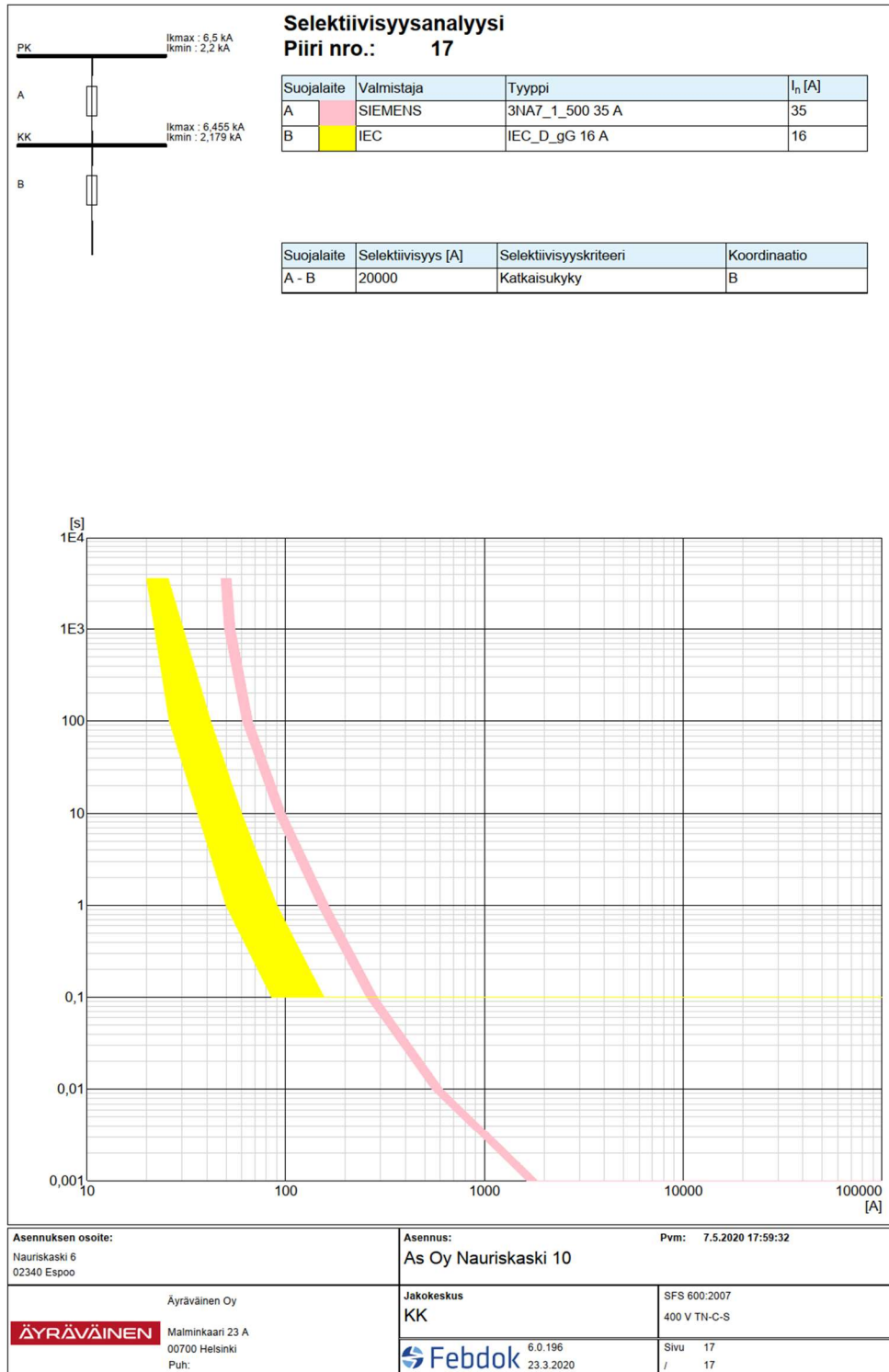












## Mitoitustulokset

Piiri nro. 1

|                          |             |                       |              |
|--------------------------|-------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_56 |                       |              |
| Kuvaus                   | : LIESI     |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 400 V     | Vaiheiden lkm         | : 3          |
| Kuormavirta              | : 12,80 A   | Kytentäjäjärjestys    | : L1-L2-L3-N |
| Cos phi                  | : 0,9       |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 8,0 kW    | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 8,9 kVA   | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |             | Z <sub>s</sub>        | : 0,3562 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 1,9 V | 0,82 % | Jännite liittimissä | : 396,7 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 1,1 V | 0,49 % | Maksimi pituus (dU) | : 81,7 m  |

|                         |               |                         |         |
|-------------------------|---------------|-------------------------|---------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |         |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 5G2,5 Cu |                         |         |
| Asennustapa             | : B2          |                         |         |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |         |
| Kaapelin pituus         | : 10,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1       |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |         |
| Kuormitettavuus         | : 20,00 A     | Mitoitusvirta           | 12,80 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 16 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_16            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 16,00 A                | I2-arvo        | : 25,60 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 90,2 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 1<br>/ 28                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 1

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                          |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|--------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/I² [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik3v max       | 3,418            | 0,94    | 3,418  | 0,007                    | 0,100             |
| Ik3v max loppu | 1,736            | 0,98    | 1,736  | 0,027                    | 0,100             |
| Ik3v min       | 1,075            | 0,99    | 1,075  | 0,072                    | 0,100             |
| Ik2v max       | 2,960            | 0,94    | 2,960  | 0,009                    | 0,100             |
| Ik2v max loppu | 1,503            | 0,98    | 1,503  | 0,037                    | 0,100             |
| Ik2v min       | 0,931            | 0,99    | 0,931  | 0,095                    | 0,100             |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,039                    | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 0,796            | 0,99    | 0,796  | 0,130                    | 0,100             |
| Ik1v min       | 0,544            | 0,99    | 0,544  | 0,279                    | 0,100             |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,039                    | 0,100             |
| Ief max loppu  | 0,796            | 0,99    | 0,796  | 0,130                    | 0,100             |
| Ief min        | 0,570            | 0,99    | 0,570  | 0,254                    | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                    |                              |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                  | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 2<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 2

|                          |             |                       |              |
|--------------------------|-------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_57 |                       |              |
| Kuvaus                   | : KIUAS     |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 400 V     | Vaiheiden lkm         | : 3          |
| Kuormavirta              | : 9,63 A    | Kytentäjäjärjestys    | : L1-L2-L3-N |
| Cos phi                  | : 0,9       |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 6,0 kW    | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 6,7 KVA   | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |             | Z <sub>s</sub>        | : 0,9010 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 4,0 V | 1,74 % | Jännite liittimissä | : 393,0 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ... Kaapelin yli                  | : 3,5 V | 1,51 % | Maksimi pituus (dU) | : 66,7 m  |

|                         |                |                         |        |
|-------------------------|----------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :              |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : MMJ 5G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2           |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C      | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 25,0 m       | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W       | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 15,00 A      | Mitoitusvirta           | 9,63 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 79,2 m      |

|                                                             |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo   | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 3<br>/ 28                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 2

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                                                                |                              |
|----------------|------------------|---------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s] | t <sub>irtikytentä</sub> [s] |
| Ik3v max       | 3,418            | 0,94    | 3,418  | 0,003                                                          | 0,100                        |
| Ik3v max loppu | 0,680            | 1,00    | 0,680  | 0,064                                                          | 0,100                        |
| Ik3v min       | 0,411            | 1,00    | 0,411  | 0,176                                                          | 0,100                        |
| Ik2v max       | 2,960            | 0,94    | 2,960  | 0,003                                                          | 0,100                        |
| Ik2v max loppu | 0,589            | 1,00    | 0,589  | 0,086                                                          | 0,100                        |
| Ik2v min       | 0,356            | 1,00    | 0,356  | 0,235                                                          | 0,100                        |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                                                          | 0,100                        |
| Ik1v max loppu | 0,328            | 1,00    | 0,328  | 0,277                                                          | 0,100                        |
| Ik1v min       | 0,206            | 1,00    | 0,206  | 0,701                                                          | 0,100                        |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                                                          | 0,100                        |
| Ief max loppu  | 0,328            | 1,00    | 0,328  | 0,277                                                          | 0,100                        |
| Ief min        | 0,222            | 1,00    | 0,222  | 0,604                                                          | 0,100                        |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                                                     |                                                                                                                    |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                  | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                  | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                         | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
|  |  Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 4<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 3

|                          |                     |                       |              |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_58         |                       |              |
| Kuvaus                   | : Pistorasiaryhmä 1 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V             | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 12,00 A           | Kytentäjäjärjestys    | : L1-N       |
| Cos phi                  | : 0,9               |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 2,5 kW            | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 2,8 KVA           | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                     | Z <sub>s</sub>        | : 0,3562 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 1,9 V | 0,81 % | Jännite liittimissä | : 228,1 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 2,1 V | 0,93 % | Maksimi pituus (dU) | : 48,4 m  |

|                         |               |                         |         |
|-------------------------|---------------|-------------------------|---------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |         |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G2,5 Cu |                         |         |
| Asennustapa             | : B2          |                         |         |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |         |
| Kaapelin pituus         | : 10,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1       |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |         |
| Kuormitettavuus         | : 23,00 A     | Mitoitusvirta           | 12,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 16 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_16            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 16,00 A                | I2-arvo        | : 25,60 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 94,6 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 5<br>/ 28                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 3

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                                                                |                              |
|----------------|------------------|---------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s] | t <sub>irtikytentä</sub> [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,039                                                          | 0,100                        |
| Ik1v max loppu | 0,796            | 0,99    | 0,796  | 0,130                                                          | 0,100                        |
| Ik1v min       | 0,544            | 0,99    | 0,544  | 0,279                                                          | 0,100                        |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,039                                                          | 0,100                        |
| Ief max loppu  | 0,796            | 0,99    | 0,796  | 0,130                                                          | 0,100                        |
| Ief min        | 0,584            | 0,99    | 0,584  | 0,242                                                          | 0,100                        |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 6<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 4

|                          |                     |                       |              |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_59         |                       |              |
| Kuvaus                   | : Pistorasiaryhmä 2 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V             | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 8,00 A            | Kytentäjäjärjestys    | : L2-N       |
| Cos phi                  | : 0.9               |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,7 kW            | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 1,8 KVA           | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                     | Z <sub>s</sub>        | : 0,6211 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 3,1 V | 1,36 % | Jännite liittimissä | : 226,9 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 3,5 V | 1,54 % | Maksimi pituus (dU) | : 72,6 m  |

|                         |               |                         |        |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G2,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2          |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 25,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 23,00 A     | Mitoitusvirta           | 8,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 16 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_16            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 16,00 A                | I2-arvo        | : 25,60 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 94,6 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 7<br>/ 28                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 4

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                          |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|--------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/I² [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,039                    | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 0,470            | 1,00    | 0,470  | 0,374                    | 0,100             |
| Ik1v min       | 0,303            | 1,00    | 0,303  | 0,900                    | 0,100             |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,039                    | 0,100             |
| Ief max loppu  | 0,470            | 0,99    | 0,470  | 0,374                    | 0,100             |
| Ief min        | 0,335            | 1,00    | 0,335  | 0,737                    | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 8<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 5

|                          |                     |                       |              |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_60         |                       |              |
| Kuvaus                   | : Pistorasiaryhmä 3 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V             | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 10,00 A           | Kytentäjäjärjestys    | : L3-N       |
| Cos phi                  | : 0.9               |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 2,1 kW            | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 2,3 KVA           | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                     | Z <sub>s</sub>        | : 0,5327 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 3,1 V | 1,36 % | Jännite liittimissä | : 226,9 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 3,5 V | 1,54 % | Maksimi pituus (dU) | : 58,0 m  |

|                         |               |                         |         |
|-------------------------|---------------|-------------------------|---------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |         |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G2,5 Cu |                         |         |
| Asennustapa             | : B2          |                         |         |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |         |
| Kaapelin pituus         | : 20,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1       |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |         |
| Kuormitettavuus         | : 23,00 A     | Mitoitusvirta           | 10,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 16 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_16            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 16,00 A                | I2-arvo        | : 25,60 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 94,6 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 9<br>/ 28                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 5

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                                                                |                              |
|----------------|------------------|---------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s] | t <sub>irtikytentä</sub> [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,039                                                          | 0,100                        |
| Ik1v max loppu | 0,545            | 0,99    | 0,545  | 0,278                                                          | 0,100                        |
| Ik1v min       | 0,355            | 1,00    | 0,355  | 0,656                                                          | 0,100                        |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,039                                                          | 0,100                        |
| Ief max loppu  | 0,545            | 0,99    | 0,545  | 0,278                                                          | 0,100                        |
| Ief min        | 0,390            | 1,00    | 0,390  | 0,543                                                          | 0,100                        |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 10<br>/ 28              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 6

|                          |                    |                       |              |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_61        |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistusryhmä 1 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V            | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 8,00 A           | Kytentäjäjärjestys    | : L1-N       |
| Cos phi                  | : 0.9              |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,7 kW           | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 1,8 KVA          | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                    | Z <sub>s</sub>        | : 0,6120 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 3,1 V | 1,33 % | Jännite liittimissä | : 226,9 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 3,5 V | 1,51 % | Maksimi pituus (dU) | : 44,5 m  |

|                         |                |                         |        |
|-------------------------|----------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :              |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : MMJ 3G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2           |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C      | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 15,0 m       | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W       | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A      | Mitoitusvirta           | 8,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 83,1 m      |

|                                                             |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo   | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                             | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 11<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 6

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                               |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|-------------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>$t=k^2S^2/I^2$ [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                         | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 0,477            | 1,00    | 0,477  | 0,131                         | 0,100             |
| Ik1v min       | 0,307            | 1,00    | 0,307  | 0,316                         | 0,100             |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                         | 0,100             |
| Ief max loppu  | 0,477            | 1,00    | 0,477  | 0,131                         | 0,100             |
| Ief min        | 0,340            | 1,00    | 0,340  | 0,257                         | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 12<br>/ 28              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 7

|                          |                    |                       |              |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_62        |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistusryhmä 2 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V            | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 5,00 A           | Kytentäjäjärjestys    | : L2-N       |
| Cos phi                  | : 0.9              |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,0 kW           | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 1,2 KVA          | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                    | Z <sub>s</sub>        | : 1,0457 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 3,9 V | 1,67 % | Jännite liittimissä | : 226,2 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 4,3 V | 1,89 % | Maksimi pituus (dU) | : 71,2 m  |

|                         |               |                         |        |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2          |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 30,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A     | Mitoitusvirta           | 5,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 83,1 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 13<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 7

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                          |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|--------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/I² [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                    | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 0,284            | 1,00    | 0,284  | 0,369                    | 0,100             |
| Ik1v min       | 0,177            | 1,00    | 0,177  | 0,950                    | 0,100             |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                    | 0,100             |
| Ief max loppu  | 0,284            | 1,00    | 0,284  | 0,369                    | 0,100             |
| Ief min        | 0,199            | 1,00    | 0,199  | 0,751                    | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 14<br>/ 28              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 8

|                          |                    |                       |              |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_63        |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistusryhmä 3 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V            | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 10,00 A          | Kytentäjäjärjestys    | : L3-N       |
| Cos phi                  | : 0.9              |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 2,1 kW           | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 2,3 KVA          | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                    | Z <sub>s</sub>        | : 0,4677 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 2,6 V | 1,11 % | Jännite liittimissä | : 227,5 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 2,9 V | 1,26 % | Maksimi pituus (dU) | : 35,6 m  |

|                         |               |                         |         |
|-------------------------|---------------|-------------------------|---------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |         |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G1,5 Cu |                         |         |
| Asennustapa             | : B2          |                         |         |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |         |
| Kaapelin pituus         | : 10,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1       |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |         |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A     | Mitoitusvirta           | 10,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 83,1 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 15<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 8

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                          |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|--------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/I² [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                    | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 0,616            | 0,99    | 0,616  | 0,078                    | 0,100             |
| Ik1v min       | 0,407            | 1,00    | 0,407  | 0,180                    | 0,100             |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                    | 0,100             |
| Ief max loppu  | 0,616            | 0,99    | 0,616  | 0,078                    | 0,100             |
| Ief min        | 0,444            | 0,99    | 0,444  | 0,151                    | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 16<br>/ 28              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 9

|                          |                    |                       |              |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_64        |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistusryhmä 4 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V            | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 6,00 A           | Kytentäjäjärjestys    | : L1-N       |
| Cos phi                  | : 0.9              |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,2 kW           | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 1,4 KVA          | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                    | Z <sub>s</sub>        | : 0,5254 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 1,8 V | 0,79 % | Jännite liittimissä | : 228,2 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 2,1 V | 0,91 % | Maksimi pituus (dU) | : 59,4 m  |

|                         |                |                         |        |
|-------------------------|----------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :              |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : MMJ 3G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2           |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C      | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 12,0 m       | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W       | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A      | Mitoitusvirta           | 6,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 83,1 m      |

|                                                             |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo   | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 17<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 9

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                               |                     |
|----------------|------------------|---------|--------|-------------------------------|---------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>$t=k^2S^2/I^2$ [s] | t irttikytkentä [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                         | 0,100               |
| Ik1v max loppu | 0,552            | 0,99    | 0,552  | 0,098                         | 0,100               |
| Ik1v min       | 0,361            | 1,00    | 0,361  | 0,228                         | 0,100               |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                         | 0,100               |
| Ief max loppu  | 0,552            | 0,99    | 0,552  | 0,098                         | 0,100               |
| Ief min        | 0,396            | 1,00    | 0,396  | 0,190                         | 0,100               |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 18<br>/ 28              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 10

|                          |                    |                       |              |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_65        |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistusryhmä 5 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V            | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 9,00 A           | Kytentäjäjärjestys    | : L2-N       |
| Cos phi                  | : 0.9              |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,9 kW           | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 2,1 KVA          | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                    | Z <sub>s</sub>        | : 0,5831 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 3,2 V | 1,40 % | Jännite liittimissä | : 226,8 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 3,6 V | 1,59 % | Maksimi pituus (dU) | : 39,6 m  |

|                         |               |                         |        |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2          |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 14,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A     | Mitoitusvirta           | 9,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 83,1 m      |

|                                                             |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo   | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 19<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 10

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                          |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|--------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/I² [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                    | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 0,500            | 0,99    | 0,500  | 0,119                    | 0,100             |
| Ik1v min       | 0,323            | 1,00    | 0,323  | 0,285                    | 0,100             |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                    | 0,100             |
| Ief max loppu  | 0,500            | 0,99    | 0,500  | 0,119                    | 0,100             |
| Ief min        | 0,356            | 1,00    | 0,356  | 0,235                    | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                                                     |                                                                                                                    |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                  | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                  | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                         | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
|  |  Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 20<br>/ 28              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 11

|                          |                    |                       |              |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_66        |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistusryhmä 6 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V            | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 10,00 A          | Kytentäjäjärjestys    | : L3-N       |
| Cos phi                  | : 0.9              |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 2,1 kW           | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 2,3 KVA          | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                    | Z <sub>s</sub>        | : 0,4677 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 2,6 V | 1,11 % | Jännite liittimissä | : 227,5 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 2,9 V | 1,26 % | Maksimi pituus (dU) | : 35,6 m  |

|                         |               |                         |         |
|-------------------------|---------------|-------------------------|---------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |         |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G1,5 Cu |                         |         |
| Asennustapa             | : B2          |                         |         |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |         |
| Kaapelin pituus         | : 10,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1       |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |         |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A     | Mitoitusvirta           | 10,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 83,1 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 21<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 11

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                                                                |                              |
|----------------|------------------|---------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s] | t <sub>irtikytentä</sub> [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                                                          | 0,100                        |
| Ik1v max loppu | 0,616            | 0,99    | 0,616  | 0,078                                                          | 0,100                        |
| Ik1v min       | 0,407            | 1,00    | 0,407  | 0,180                                                          | 0,100                        |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                                                          | 0,100                        |
| Ief max loppu  | 0,616            | 0,99    | 0,616  | 0,078                                                          | 0,100                        |
| Ief min        | 0,444            | 0,99    | 0,444  | 0,151                                                          | 0,100                        |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 22<br>/ 28              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 12

|                          |                    |                       |              |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_67        |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistusryhmä 7 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V            | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 8,00 A           | Kytentäjäjärjestys    | : L1-N       |
| Cos phi                  | : 0.9              |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,7 kW           | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 1,8 KVA          | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                    | Z <sub>s</sub>        | : 0,6120 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 3,1 V | 1,33 % | Jännite liittimissä | : 226,9 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 3,5 V | 1,51 % | Maksimi pituus (dU) | : 44,5 m  |

|                         |                |                         |        |
|-------------------------|----------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :              |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : MMJ 3G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2           |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C      | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 15,0 m       | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W       | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A      | Mitoitusvirta           | 8,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 83,1 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 23<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 12

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                                                                |                              |
|----------------|------------------|---------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s] | t <sub>irtikytentä</sub> [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                                                          | 0,100                        |
| Ik1v max loppu | 0,477            | 1,00    | 0,477  | 0,131                                                          | 0,100                        |
| Ik1v min       | 0,307            | 1,00    | 0,307  | 0,316                                                          | 0,100                        |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                                                          | 0,100                        |
| Ief max loppu  | 0,477            | 1,00    | 0,477  | 0,131                                                          | 0,100                        |
| Ief min        | 0,340            | 1,00    | 0,340  | 0,257                                                          | 0,100                        |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 24<br>/ 28              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 13

|                          |                    |                       |              |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_68        |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistusryhmä 8 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V            | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 6,00 A           | Kytentäjäjärjestys    | : L2-N       |
| Cos phi                  | : 0.9              |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,2 kW           | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 1,4 KVA          | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                    | Z <sub>s</sub>        | : 1,0457 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 4,6 V | 2,01 % | Jännite liittimissä | : 225,4 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 5,2 V | 2,27 % | Maksimi pituus (dU) | : 59,4 m  |

|                         |               |                         |        |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2          |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 30,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A     | Mitoitusvirta           | 6,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 83,1 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 25<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 13

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                                                                |                              |
|----------------|------------------|---------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s] | t <sub>irtikytentä</sub> [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                                                          | 0,100                        |
| Ik1v max loppu | 0,284            | 1,00    | 0,284  | 0,369                                                          | 0,100                        |
| Ik1v min       | 0,177            | 1,00    | 0,177  | 0,950                                                          | 0,100                        |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                                                          | 0,100                        |
| Ief max loppu  | 0,284            | 1,00    | 0,284  | 0,369                                                          | 0,100                        |
| Ief min        | 0,199            | 1,00    | 0,199  | 0,751                                                          | 0,100                        |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 26<br>/ 28              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 14

|                          |                    |                       |              |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : FEBDOK_69        |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistusryhmä 9 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V            | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 10,00 A          | Kytentäjäjärjestys    | : L3-N       |
| Cos phi                  | : 0.9              |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 2,1 kW           | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 2,3 KVA          | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                    | Z <sub>s</sub>        | : 0,4677 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 2,6 V | 1,11 % | Jännite liittimissä | : 227,5 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,9 V | 0,38 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 2,9 V | 1,26 % | Maksimi pituus (dU) | : 35,6 m  |

|                         |               |                         |         |
|-------------------------|---------------|-------------------------|---------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |         |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G1,5 Cu |                         |         |
| Asennustapa             | : B2          |                         |         |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |         |
| Kaapelin pituus         | : 10,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1       |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |         |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A     | Mitoitusvirta           | 10,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 83,1 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:01:09 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>RK C5                               | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 27<br>/ 28               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 14

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                                                                |                              |
|----------------|------------------|---------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s] | t <sub>irtikytentä</sub> [s] |
| Ik1v max       | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                                                          | 0,100                        |
| Ik1v max loppu | 0,616            | 0,99    | 0,616  | 0,078                                                          | 0,100                        |
| Ik1v min       | 0,407            | 1,00    | 0,407  | 0,180                                                          | 0,100                        |
| Ief max        | 1,461            | 0,96    | 1,461  | 0,014                                                          | 0,100                        |
| Ief max loppu  | 0,616            | 0,99    | 0,616  | 0,078                                                          | 0,100                        |
| Ief min        | 0,444            | 0,99    | 0,444  | 0,151                                                          | 0,100                        |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:01:09       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>RK C5                                                                                                       | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 28<br>/ 28              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 1

|                          |                   |                       |              |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : PV1             |                       |              |
| Kuvaus                   | : Pihavalaistus 1 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 400 V           | Vaiheiden lkm         | : 3          |
| Kuormavirta              | : 8,00 A          | Kytentäjäjärjestys    | : L1-L2-L3   |
| Cos phi                  | : 0.9             |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 5,0 kW          | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 5,5 KVA         | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                   | Z <sub>s</sub>        | : 0,9559 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 3,2 V | 1,36 % | Jännite liittimissä | : 394,6 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,0 V | 0,00 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 3,5 V | 1,50 % | Maksimi pituus (dU) | : 88,6 m  |

|                         |                     |                         |        |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :                   |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : MCMK 3x1,5/1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2                |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C           | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 30,0 m            | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W            | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 15,00 A           | Mitoitusvirta           | 8,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 82,2 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:00:08 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>KK                                  | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 1<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 1

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                          |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|--------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/I² [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik3v max       | 6,455            | 0,80    | 6,455  | 0,001                    | 0,100             |
| Ik3v max loppu | 0,642            | 1,00    | 0,642  | 0,072                    | 0,100             |
| Ik3v min       | 0,383            | 1,00    | 0,383  | 0,203                    | 0,100             |
| Ik2v max       | 5,590            | 0,80    | 5,590  | 0,001                    | 0,100             |
| Ik2v max loppu | 0,556            | 1,00    | 0,556  | 0,096                    | 0,100             |
| Ik2v min       | 0,331            | 1,00    | 0,331  | 0,272                    | 0,100             |
| Ief max        | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,005                    | 0,100             |
| Ief max loppu  | 0,310            | 1,00    | 0,310  | 0,310                    | 0,100             |
| Ief min        | 0,208            | 1,00    | 0,208  | 0,688                    | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                    |                              |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                  | Pvm: 7.5.2020 18:00:08       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>KK                                                                                                   | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 2<br>/ 26               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 2

|                          |                   |                       |              |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : PV2             |                       |              |
| Kuvaus                   | : Pihavalaistus 2 |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 400 V           | Vaiheiden lkm         | : 3          |
| Kuormavirta              | : 8,00 A          | Kytentäjäjärjestys    | : L1-L2-L3   |
| Cos phi                  | : 0.9             |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 5,0 kW          | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 5,5 KVA         | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                   | Z <sub>s</sub>        | : 1,5347 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 5,2 V | 2,26 % | Jännite liittimissä | : 390,9 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,0 V | 0,00 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 5,8 V | 2,51 % | Maksimi pituus (dU) | : 88,6 m  |

|                         |                     |                         |        |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :                   |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : MCMK 3x1,5/1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2                |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C           | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 50,0 m            | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W            | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 15,00 A           | Mitoitusvirta           | 8,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 82,2 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:00:08 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>KK                                  | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 3<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 2

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                          |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|--------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/I² [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik3v max       | 6,455            | 0,80    | 6,455  | 0,001                    | 0,100             |
| Ik3v max loppu | 0,399            | 1,00    | 0,399  | 0,187                    | 0,100             |
| Ik3v min       | 0,237            | 1,00    | 0,237  | 0,530                    | 0,100             |
| Ik2v max       | 5,590            | 0,80    | 5,590  | 0,001                    | 0,100             |
| Ik2v max loppu | 0,345            | 1,00    | 0,345  | 0,250                    | 0,100             |
| Ik2v min       | 0,206            | 1,00    | 0,206  | 0,701                    | 0,100             |
| Ief max        | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,005                    | 0,100             |
| Ief max loppu  | 0,195            | 1,00    | 0,195  | 0,783                    | 0,100             |
| Ief min        | 0,129            | 1,00    | 0,129  | 1,788                    | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia

# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                    |                              |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                  | Pvm: 7.5.2020 18:00:08       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>KK                                                                                                   | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 4<br>/ 26               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 3

|                          |                        |                       |              |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : OHJ1                 |                       |              |
| Kuvaus                   | : Ohjaus ulkovalaistus |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V                | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 3,00 A               | Kytentäjäjärjestys    | : L1-N       |
| Cos phi                  | : 0,9                  |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 0,6 kW               | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 0,7 KVA              | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                        | Z <sub>s</sub>        | : 0,1222 [Ω] |

|                                   |          |         |                     |           |
|-----------------------------------|----------|---------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : -0,9 V | -0,37 % | Jännite liittimissä | : 230,9 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,0 V  | 0,00 %  |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 0,1 V  | 0,04 %  | Maksimi pituus (dU) | : 129,8 m |

|                         |               |                         |        |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2          |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 1,0 m       | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A     | Mitoitusvirta           | 3,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 86,2 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:00:08 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>KK                                  | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 5<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 3

|                | Yhdistetty suoja |         |                |                               |                       |
|----------------|------------------|---------|----------------|-------------------------------|-----------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | $\bar{i}$ [kA] | Kaapeli<br>$t=k^2S^2/I^2$ [s] | $t_{irtikytentä}$ [s] |
| Ik1v max       | 2,481            | 0,90    | 2,481          | 0,005                         | 0,100                 |
| Ik1v max loppu | 2,037            | 0,93    | 2,037          | 0,007                         | 0,100                 |
| Ik1v min       | 1,646            | 0,94    | 1,646          | 0,011                         | 0,100                 |
| Ief max        | 2,481            | 0,90    | 2,481          | 0,005                         | 0,100                 |
| Ief max loppu  | 2,037            | 0,93    | 2,037          | 0,007                         | 0,100                 |
| Ief min        | 1,700            | 0,94    | 1,700          | 0,010                         | 0,100                 |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:00:08       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>KK                                                                                                          | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 6<br>/ 26               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 4

|                          |                           |                       |              |
|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : OHJ2                    |                       |              |
| Kuvaus                   | : Ohjaus lämmönjakokeskus |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 400 V                   | Vaiheiden lkm         | : 3          |
| Kuormavirta              | : 11,00 A                 | Kytentäjäjärjestys    | : L1-L2-L3   |
| Cos phi                  | : 0.9                     |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 6,9 kW                  | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 7,6 KVA                 | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                           | Z <sub>s</sub>        | : 0,1284 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 0,2 V | 0,08 % | Jännite liittimissä | : 399,7 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,0 V | 0,00 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 0,2 V | 0,08 % | Maksimi pituus (dU) | : 104,9 m |

|                         |                |                         |         |
|-------------------------|----------------|-------------------------|---------|
| <b>Kaapelin</b>         | :              |                         |         |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : MMJ 4G2,5 Cu |                         |         |
| Asennustapa             | : B2           |                         |         |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C      | Ei rinnakkaisia piirejä |         |
| Kaapelin pituus         | : 2,0 m        | Muu korjauskerroin      | 1       |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W       | 0,00 W/m                |         |
| Kuormitettavuus         | : 20,00 A      | Mitoitusvirta           | 11,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 16 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_16            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 16,00 A                | I2-arvo        | : 25,60 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 95,0 m      |

|                                                             |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo   | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:00:08 |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>KK                                  | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 7<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 4

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                          |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|--------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | I [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/I² [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik3v max       | 6,455            | 0,80    | 6,455  | 0,002                    | 0,100             |
| Ik3v max loppu | 4,875            | 0,89    | 4,875  | 0,003                    | 0,100             |
| Ik3v min       | 3,058            | 0,95    | 3,058  | 0,009                    | 0,100             |
| Ik2v max       | 5,590            | 0,80    | 5,590  | 0,003                    | 0,100             |
| Ik2v max loppu | 4,222            | 0,89    | 4,222  | 0,005                    | 0,100             |
| Ik2v min       | 2,648            | 0,95    | 2,648  | 0,012                    | 0,100             |
| Ief max        | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,013                    | 0,100             |
| Ief max loppu  | 1,956            | 0,94    | 1,956  | 0,022                    | 0,100             |
| Ief min        | 1,598            | 0,95    | 1,598  | 0,032                    | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                    |                              |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                  | Pvm: 7.5.2020 18:00:08       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>KK                                                                                                   | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 8<br>/ 26               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 5

|                          |                 |                       |              |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : VAL 1         |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistus LJH |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V         | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 8,00 A        | Kytentäjäjärjestys    | : L2-N       |
| Cos phi                  | : 0.9           |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,7 kW        | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 1,8 KVA       | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                 | Z <sub>s</sub>        | : 0,3781 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 1,2 V | 0,50 % | Jännite liittimissä | : 228,8 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,0 V | 0,00 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 2,3 V | 1,01 % | Maksimi pituus (dU) | : 48,7 m  |

|                         |               |                         |        |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2          |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 10,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A     | Mitoitusvirta           | 8,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 86,2 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:00:08 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>KK                                  | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 9<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 5

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                          |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|--------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/I² [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik1v max       | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,005                    | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 0,753            | 0,99    | 0,753  | 0,052                    | 0,100             |
| Ik1v min       | 0,494            | 0,99    | 0,494  | 0,122                    | 0,100             |
| Ief max        | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,005                    | 0,100             |
| Ief max loppu  | 0,753            | 0,99    | 0,753  | 0,052                    | 0,100             |
| Ief min        | 0,550            | 0,99    | 0,550  | 0,098                    | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:00:08       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>KK                                                                                                          | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 10<br>/ 26              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 6

|                          |                     |                       |              |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : VAL 2             |                       |              |
| Kuvaus                   | : Valaistus varasto |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V             | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 8,00 A            | Kytentäjäjärjestys    | : L3-N       |
| Cos phi                  | : 0.9               |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,7 kW            | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 1,8 KVA           | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                     | Z <sub>s</sub>        | : 1,1513 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 6,7 V | 2,93 % | Jännite liittimissä | : 223,3 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,0 V | 0,00 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 8,5 V | 3,70 % | Maksimi pituus (dU) | : 79,3 m  |

|                         |               |                         |        |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G2,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2          |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 60,0 m      | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 23,00 A     | Mitoitusvirta           | 8,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 140,8 m     |

|                                                             |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo   | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:00:08 |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>KK                                  | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 11<br>/ 26               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 6

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                          |                   |
|----------------|------------------|---------|--------|--------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/I² [s] | t irtikytentä [s] |
| Ik1v max       | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,013                    | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 0,258            | 1,00    | 0,258  | 1,242                    | 0,100             |
| Ik1v min       | 0,159            | 1,00    | 0,159  | 3,270                    | 0,100             |
| Ief max        | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,013                    | 0,100             |
| Ief max loppu  | 0,258            | 1,00    | 0,258  | 1,242                    | 0,100             |
| Ief min        | 0,181            | 1,00    | 0,181  | 2,523                    | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:00:08       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>KK                                                                                                          | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 12<br>/ 26              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 7

|                          |                    |                       |              |
|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : ANT              |                       |              |
| Kuvaus                   | : Antennivahvistin |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V            | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 5,00 A           | Kytentäjäjärjestys    | : L1-N       |
| Cos phi                  | : 0.9              |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,0 kW           | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 1,2 KVA          | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                    | Z <sub>s</sub>        | : 0,1222 [Ω] |

|                                   |          |         |                     |           |
|-----------------------------------|----------|---------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : -0,8 V | -0,35 % | Jännite liittimissä | : 230,8 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,0 V  | 0,00 %  |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 0,1 V  | 0,06 %  | Maksimi pituus (dU) | : 77,9 m  |

|                         |               |                         |        |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2          |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 1,0 m       | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A     | Mitoitusvirta           | 5,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 86,2 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:00:08 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>KK                                  | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 13<br>/ 26               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 7

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                                                                |                              |
|----------------|------------------|---------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s] | t <sub>irtikytentä</sub> [s] |
| Ik1v max       | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,005                                                          | 0,100                        |
| Ik1v max loppu | 2,037            | 0,93    | 2,037  | 0,007                                                          | 0,100                        |
| Ik1v min       | 1,646            | 0,94    | 1,646  | 0,011                                                          | 0,100                        |
| Ief max        | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,005                                                          | 0,100                        |
| Ief max loppu  | 2,037            | 0,93    | 2,037  | 0,007                                                          | 0,100                        |
| Ief min        | 1,700            | 0,94    | 1,700  | 0,010                                                          | 0,100                        |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:00:08       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>KK                                                                                                          | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 14<br>/ 26              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 8

|                          |                 |                       |              |
|--------------------------|-----------------|-----------------------|--------------|
| <b>Vaihteleva kuorma</b> | : HÄL           |                       |              |
| Kuvaus                   | : Hälytyskeskus |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 230 V         | Vaiheiden lkm         | : 2          |
| Kuormavirta              | : 5,00 A        | Kytentäjäjärjestys    | : L2-N       |
| Cos phi                  | : 0.9           |                       |              |
| Mitoitusteho, Pn         | : 1,0 kW        | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 1,2 KVA       | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
|                          |                 | Z <sub>s</sub>        | : 0,2346 [Ω] |

|                                   |          |         |                     |           |
|-----------------------------------|----------|---------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : -0,3 V | -0,12 % | Jännite liittimissä | : 230,3 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,0 V  | 0,00 %  |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 0,7 V  | 0,31 %  | Maksimi pituus (dU) | : 77,9 m  |

|                         |               |                         |        |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------|
| <b>Kaapelin</b>         | :             |                         |        |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : ML 3G1,5 Cu |                         |        |
| Asennustapa             | : B2          |                         |        |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C     | Ei rinnakkaisia piirejä |        |
| Kaapelin pituus         | : 5,0 m       | Muu korjauskerroin      | 1      |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W      | 0,00 W/m                |        |
| Kuormitettavuus         | : 16,50 A     | Mitoitusvirta           | 5,00 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 86,2 m      |

|                                                             |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo   | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:00:08 |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>KK                                  | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 15<br>/ 26               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 8

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                                                                |                              |
|----------------|------------------|---------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s] | t <sub>irtikytentä</sub> [s] |
| Ik1v max       | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,005                                                          | 0,100                        |
| Ik1v max loppu | 1,165            | 0,98    | 1,165  | 0,022                                                          | 0,100                        |
| Ik1v min       | 0,813            | 0,99    | 0,813  | 0,045                                                          | 0,100                        |
| Ief max        | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,005                                                          | 0,100                        |
| Ief max loppu  | 1,165            | 0,98    | 1,165  | 0,022                                                          | 0,100                        |
| Ief min        | 0,886            | 0,98    | 0,886  | 0,038                                                          | 0,100                        |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                           |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                         | Pvm: 7.5.2020 18:00:08       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>KK                                                                                                          | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Febdok Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 16<br>/ 26              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 9

|                    |   |      |
|--------------------|---|------|
| Vara virtapiiri    | : | :    |
| Kuvaus             | : | :    |
| Mitoitusjännite    | : | 230  |
| Vaiheiden lkm      | : | :    |
| Kytöntäjäjärjestys | : | L1-N |

|                             |   |                        |                |               |
|-----------------------------|---|------------------------|----------------|---------------|
| <b>Suojalaite, Merkintä</b> | : | :                      | :              |               |
| Valmistaja                  | : | IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta               | : | 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                             |   |                        | I5- (Im-) arvo | :             |

| Suojalaite     |         |         |         |                          |                  |
|----------------|---------|---------|---------|--------------------------|------------------|
|                | Ik [kA] | cos phi | İ [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/P² [s] | t irtityöntä [s] |
| Ik1v max       | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                          | 0,100            |
| Ik1v max loppu | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                          | 0,100            |
| Ik1v min       | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                          | 0,100            |
| Ief max        | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                          | 0,100            |
| Ief max loppu  | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                          | 0,100            |
| Ief min        | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                          | 0,100            |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                                                     |                                                                                     |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                  | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                   | Pvm: 7.5.2020 18:00:08         |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                         | Jakokeskus<br>KK                                                                    | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S   |
|  |  | Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 |
|                                                                                     |                                                                                     | Sivu 17<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 10

|                    |   |      |
|--------------------|---|------|
| Vara virtapiiri    | : | :    |
| Kuvaus             | : | :    |
| Mitoitusjännite    | : | 230  |
| Vaiheiden lkm      | : | :    |
| Kytöntäjäjärjestys | : | L1-N |

|                             |   |                        |                |               |
|-----------------------------|---|------------------------|----------------|---------------|
| <b>Suojalaite, Merkintä</b> | : | :                      | :              |               |
| Valmistaja                  | : | IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta               | : | 10,00 A                | I2-arvo        | : 19,00 A     |
|                             |   |                        | I5- (Im-) arvo | :             |

| Suojalaite     |         |         |         |                       |                  |
|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|------------------|
|                | Ik [kA] | cos phi | İ [kA] | Kaapeli t=k²S²/P² [s] | t irtityöntä [s] |
| Ik1v max       | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                       | 0,100            |
| Ik1v max loppu | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                       | 0,100            |
| Ik1v min       | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                       | 0,100            |
| Ief max        | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                       | 0,100            |
| Ief max loppu  | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                       | 0,100            |
| Ief min        | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                       | 0,100            |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                                                     |  |                                                                                                                    |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                  |  | Mitoitustulokset asennus: Pvm: 7.5.2020 18:00:08<br>As Oy Nauriskaski 10                                           |                              |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                         |  | Jakokeskus<br>KK                                                                                                   | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
|  |  |  Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 18<br>/ 26              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 11

|                    |   |      |
|--------------------|---|------|
| Vara virtapiiri    | : | :    |
| Kuvaus             | : | :    |
| Mitoitusjännite    | : | 230  |
| Vaiheiden lkm      | : | :    |
| Kytöntäjäjärjestys | : | L1-N |

|                             |   |                        |                |
|-----------------------------|---|------------------------|----------------|
| <b>Suojalaite, Merkintä</b> | : | :                      | :              |
| Valmistaja                  | : | IEC                    | Tuotenumero    |
| Katkaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     |
| Laukaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   |
| Nimellisvirta               | : | 10,00 A                | I2-arvo        |
|                             |   |                        | I5- (Im-) arvo |

| Suojalaite     |         |         |         |                         |                   |
|----------------|---------|---------|---------|-------------------------|-------------------|
|                | Ik [kA] | cos phi | İ [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/P [s] | t irtitykentä [s] |
| Ik1v max       | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                         | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                         | 0,100             |
| Ik1v min       | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                         | 0,100             |
| Ief max        | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                         | 0,100             |
| Ief max loppu  | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                         | 0,100             |
| Ief min        | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                         | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                                                     |                                                                                     |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                  | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                   | Pvm: 7.5.2020 18:00:08         |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                         | Jakokeskus<br>KK                                                                    | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S   |
|  |  | Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 |
|                                                                                     |                                                                                     | Sivu 19<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 12

|                    |   |      |
|--------------------|---|------|
| Vara virtapiiri    | : | :    |
| Kuvaus             | : | :    |
| Mitoitusjännite    | : | 230  |
| Vaiheiden lkm      | : | :    |
| Kytöntäjäjärjestys | : | L1-N |

|                             |   |                        |                |
|-----------------------------|---|------------------------|----------------|
| <b>Suojalaite, Merkintä</b> | : | :                      | :              |
| Valmistaja                  | : | IEC                    | Tuotenumero    |
| Katkaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     |
| Laukaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   |
| Nimellisvirta               | : | 10,00 A                | I2-arvo        |
|                             |   |                        | I5- (Im-) arvo |

| Suojalaite     |         |         |         |                      |                   |
|----------------|---------|---------|---------|----------------------|-------------------|
|                | Ik [kA] | cos phi | İ [kA] | Kaapeli t=k²S²/P [s] | t irtitykentä [s] |
| Ik1v max       | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100             |
| Ik1v min       | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                      | 0,100             |
| Ief max        | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100             |
| Ief max loppu  | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100             |
| Ief min        | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                      | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                                                     |                                                                                     |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                  | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                   | Pvm: 7.5.2020 18:00:08         |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                         | Jakokeskus<br>KK                                                                    | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S   |
|  |  | Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 |
|                                                                                     |                                                                                     | Sivu 20<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 13

|                    |   |      |
|--------------------|---|------|
| Vara virtapiiri    | : | :    |
| Kuvaus             | : | :    |
| Mitoitusjännite    | : | 230  |
| Vaiheiden lkm      | : | :    |
| Kytöntäjäjärjestys | : | L1-N |

|                             |   |                        |                |
|-----------------------------|---|------------------------|----------------|
| <b>Suojalaite, Merkintä</b> | : | :                      | :              |
| Valmistaja                  | : | IEC                    | Tuotenumero    |
| Katkaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     |
| Laukaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   |
| Nimellisvirta               | : | 10,00 A                | I2-arvo        |
|                             |   |                        | I5- (Im-) arvo |

| Suojalaite     |         |         |        |                          |                  |
|----------------|---------|---------|--------|--------------------------|------------------|
|                | Ik [kA] | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k²S²/P² [s] | t irtityöntä [s] |
| Ik1v max       | 2,481   | 0,90    | 2,481  |                          | 0,100            |
| Ik1v max loppu | 2,481   | 0,90    | 2,481  |                          | 0,100            |
| Ik1v min       | 2,179   | 0,90    | 2,179  |                          | 0,100            |
| Ief max        | 2,481   | 0,90    | 2,481  |                          | 0,100            |
| Ief max loppu  | 2,481   | 0,90    | 2,481  |                          | 0,100            |
| Ief min        | 2,179   | 0,90    | 2,179  |                          | 0,100            |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                                                     |                                                                                     |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                  | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                   | Pvm: 7.5.2020 18:00:08         |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                         | Jakokeskus<br>KK                                                                    | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S   |
|  |  | Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 |
|                                                                                     |                                                                                     | Sivu 21<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 14

|                    |   |      |
|--------------------|---|------|
| Vara virtapiiri    | : | :    |
| Kuvaus             | : | :    |
| Mitoitusjännite    | : | 230  |
| Vaiheiden lkm      | : | :    |
| Kytöntäjäjärjestys | : | L1-N |

|                             |   |                        |                |
|-----------------------------|---|------------------------|----------------|
| <b>Suojalaite, Merkintä</b> | : | :                      | :              |
| Valmistaja                  | : | IEC                    | Tuotenumero    |
| Katkaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     |
| Laukaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   |
| Nimellisvirta               | : | 10,00 A                | I2-arvo        |
|                             |   |                        | I5- (Im-) arvo |

| Suojalaite     |         |         |         |                      |                  |
|----------------|---------|---------|---------|----------------------|------------------|
|                | Ik [kA] | cos phi | İ [kA] | Kaapeli t=k²S²/P [s] | t irtityöntä [s] |
| Ik1v max       | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100            |
| Ik1v max loppu | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100            |
| Ik1v min       | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                      | 0,100            |
| Ief max        | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100            |
| Ief max loppu  | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100            |
| Ief min        | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                      | 0,100            |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                                                     |                                                                                     |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                  | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                   | Pvm: 7.5.2020 18:00:08         |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                         | Jakokeskus<br>KK                                                                    | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S   |
|  |  | Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 |
|                                                                                     |                                                                                     | Sivu 22<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 15

|                    |   |      |
|--------------------|---|------|
| Vara virtapiiri    | : | :    |
| Kuvaus             | : | :    |
| Mitoitusjännite    | : | 230  |
| Vaiheiden lkm      | : | :    |
| Kytöntäjäjärjestys | : | L1-N |

|                             |   |                        |                |
|-----------------------------|---|------------------------|----------------|
| <b>Suojalaite, Merkintä</b> | : | :                      | :              |
| Valmistaja                  | : | IEC                    | Tuotenumero    |
| Katkaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG Iru: 10 A / B | EAN-numero     |
| Laukaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG_10            | Katkaisukyky   |
| Nimellisvirta               | : | 10,00 A                | I2-arvo        |
|                             |   |                        | I5- (Im-) arvo |

| Suojalaite     |         |         |         |                      |                   |
|----------------|---------|---------|---------|----------------------|-------------------|
|                | Ik [kA] | cos phi | İ [kA] | Kaapeli t=k²S²/P [s] | t irtitykentä [s] |
| Ik1v max       | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100             |
| Ik1v max loppu | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100             |
| Ik1v min       | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                      | 0,100             |
| Ief max        | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100             |
| Ief max loppu  | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100             |
| Ief min        | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                      | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                                                     |                                                                                     |                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                                  | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                   | Pvm: 7.5.2020 18:00:08         |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh:                         | Jakokeskus<br>KK                                                                    | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S   |
|  |  | Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 |
|                                                                                     |                                                                                     | Sivu 23<br>/ 26                |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 16

|                  |   |            |
|------------------|---|------------|
| Vara virtapiiri  | : | :          |
| Kuvaus           | : | :          |
| Mitoitusjännite  | : | 230        |
| Vaiheiden lkm    | : | :          |
| Kytentäjärjestys | : | L1-L2-L3-N |

|                             |   |                        |                |
|-----------------------------|---|------------------------|----------------|
| <b>Suojalaite, Merkintä</b> | : | :                      | :              |
| Valmistaja                  | : | IEC                    | Tuotenumero    |
| Katkaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG Iru: 16 A / B | EAN-numero     |
| Laukaisuyksikkö             | : | IEC_D_gG_16            | Katkaisukyky   |
| Nimellisvirta               | : | 16,00 A                | I2-arvo        |
|                             |   |                        | I5- (Im-) arvo |

| Suojalaite     |         |         |         |                      |                   |
|----------------|---------|---------|---------|----------------------|-------------------|
|                | Ik [kA] | cos phi | İ [kA] | Kaapeli t=k²S²/P [s] | t irtitykentä [s] |
| Ik3v max       | 6,455   | 0,80    | 6,455   |                      | 0,100             |
| Ik3v max loppu | 6,455   | 0,80    | 6,455   |                      | 0,100             |
| Ik3v min       | 4,244   | 0,90    | 4,244   |                      | 0,100             |
| Ik2v max       | 5,590   | 0,80    | 5,590   |                      | 0,100             |
| Ik2v max loppu | 5,590   | 0,80    | 5,590   |                      | 0,100             |
| Ik2v min       | 3,675   | 0,90    | 3,675   |                      | 0,100             |
| Ief max        | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100             |
| Ief max loppu  | 2,481   | 0,90    | 2,481   |                      | 0,100             |
| Ief min        | 2,179   | 0,90    | 2,179   |                      | 0,100             |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                   |                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10 | Pvm: 7.5.2020 18:00:08       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>KK                                  | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
|                                                             | Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020                    | Sivu 24<br>/ 26              |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 17

|                          |                     |                       |              |
|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------|
| <b>Moottori</b>          | : JVP               |                       |              |
| Kuvaus                   | : Jätevesipumppaamo |                       |              |
| Mitoitusjännite          | : 400 V             | Vaiheiden lkm         | : 3          |
| Kuormavirta              | : 14,30 A           | Kytentäjäjärjestys    | : L1-L2-L3   |
| Cos phi                  | : 0.9               | Hyötysuhde            | : 0.9        |
| Mitoitusteho, Pn         | : 8,0 kW            | Käyttöastekerroin     | : 1          |
| Mitoitusteho, Sn         | : 9,9 kVA           | Samanaikaisuuskerroin | : 1          |
| Käynnistysaika / Te-aika | : 3,00 s / 0,00 s   | Käynnistysvirta suhde | : 6.5        |
|                          |                     | Z <sub>s</sub>        | : 0,9740 [Ω] |

|                                   |         |        |                     |           |
|-----------------------------------|---------|--------|---------------------|-----------|
| <b>Jännitteenalenema yhteensä</b> | : 5,7 V | 2,48 % | Jännite liittimissä | : 390,1 V |
| ... Jakokeskukselle               | : 0,0 V | 0,00 % |                     |           |
| ...Kaapelin yli                   | : 6,3 V | 2,75 % | Maksimi pituus (dU) | : 80,7 m  |

|                         |                     |                         |         |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------|
| <b>Kaapelin</b>         | :                   |                         |         |
| Kaapelityyppi/pinta-ala | : MCMK 3x2,5/2,5 Cu |                         |         |
| Asennustapa             | : B2                |                         |         |
| Ympäristön lämpötila    | : 30,0 °C           | Ei rinnakkaisia piirejä |         |
| Kaapelin pituus         | : 50,0 m            | Muu korjauskerroin      | 1       |
| Häviö kaapelissa        | : 0,00 W            | 0,00 W/m                |         |
| Kuormitettavuus         | : 20,00 A           | Mitoitusvirta           | 14,30 A |

|                                                                        |                          |                |               |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|
| <b>Yhdistetty suoja, Merkintä</b>                                      | :                        |                |               |
| Valmistaja                                                             | : IEC                    | Tuotenumero    | :             |
| Katkaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG Iru: 16 A / B | EAN-numero     | :             |
| Laukaisuyksikkö                                                        | : IEC_D_gG_16            | Katkaisukyky   | : 20,00 kA Ic |
| Nimellisvirta                                                          | : 16,00 A                | I2-arvo        | : 25,60 A     |
|                                                                        |                          | I5- (Im-) arvo | :             |
| Kaapelin, Suurin sallittu pituus, jolla vian poiskytkentäaika toteutuu |                          |                | : 95,0 m      |

|                                                                               |                                                          |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Asennuksen osoite:</b><br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo                     | <b>Mitoitustulokset asennus:</b><br>As Oy Nauriskaski 10 | <b>Pvm:</b> 7.5.2020 18:00:08 |
| Äyräväinen Oy<br><b>ÄYRÄVÄINEN</b> Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | <b>Jakokeskus</b><br>KK                                  | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S  |
|                                                                               | <b>Febdok</b> Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020             | Sivu 25<br>/ 26               |

## Mitoitustulokset

Piiri nro. 17

|                | Yhdistetty suoja |         |        |                                                                |                              |
|----------------|------------------|---------|--------|----------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                | Ik [kA]          | cos phi | i [kA] | Kaapeli<br>t=k <sup>2</sup> S <sup>2</sup> /I <sup>2</sup> [s] | t <sub>irtikytentä</sub> [s] |
| Ik3v max       | 6,455            | 0,80    | 6,455  | 0,002                                                          | 0,100                        |
| Ik3v max loppu | 0,630            | 1,00    | 0,630  | 0,208                                                          | 0,100                        |
| Ik3v min       | 0,375            | 1,00    | 0,375  | 0,588                                                          | 0,100                        |
| Ik2v max       | 5,590            | 0,80    | 5,590  | 0,003                                                          | 0,100                        |
| Ik2v max loppu | 0,546            | 1,00    | 0,546  | 0,277                                                          | 0,100                        |
| Ik2v min       | 0,325            | 1,00    | 0,325  | 0,783                                                          | 0,100                        |
| Ief max        | 2,481            | 0,90    | 2,481  | 0,013                                                          | 0,100                        |
| Ief max loppu  | 0,304            | 1,00    | 0,304  | 0,894                                                          | 0,100                        |
| Ief min        | 0,204            | 1,00    | 0,204  | 1,986                                                          | 0,100                        |

@ = Ei täytä vaatimuksia  
# = Ei täytä suosituksia

|                                                             |                                                                                                                    |                              |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Asennuksen osoite:<br>Nauriskaski 6<br>02340 Espoo          | Mitoitustulokset asennus:<br>As Oy Nauriskaski 10                                                                  | Pvm: 7.5.2020 18:00:08       |
| Äyräväinen Oy<br>Malminkaari 23 A<br>00700 Helsinki<br>Puh: | Jakokeskus<br>KK                                                                                                   | SFS 600:2007<br>400 V TN-C-S |
| <b>ÄYRÄVÄINEN</b>                                           |  Ver. 6.0.196<br>Pvm. 23.3.2020 | Sivu 26<br>/ 26              |