

Topi Voltti

SÄHKÖNJAKELUJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI

Esisuunnittelu ryhmäkeskuksen mitoituksesta ja hankinnasta

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2016**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Huhtikuu 2016	Tekijä/tekijät Topi Voltti
Koulutusohjelma Sähkötekniikka		
Työn nimi Sähkönjakelujärjestelmän modernisointi		
Työn ohjaaja Jari Halme		Sivumäärä 27 + 5
Työelämäohjaaja Mikko von Bagh		
<p>Työssä tehtiin esisuunnittelu ryhmäkeskuksen toteutuksesta. Ryhmäkeskuksella korvattiin vanha keskus. Tarkoituksena oli valmistella keskuksen mitoitus, valinta ja hankintamäärittely sekä työmäärityksen kirjoittaminen. Opinnäytetyön käytännön toteutus tehtiin Borealis Polymers Oy:lle Kilpilahden teollisuusalueella.</p> <p>Ennen varsinaista työn suunnittelutyötä tuli kartoittaa nykyisestä keskuksesta tarvittavat lähdöt sekä toteuttaa sähkötoista vastaavien henkilöiden toiveet uusista lähdöistä. Tämän jälkeen tuli mitoittaa riittävä suojaus ja nousukaapeli.</p> <p>Lopputulosten perusteella kirjoitettiin työmääritys ja hankintamääritys, jotka olivat yritykselle opinnäytetyön keskeisin osuus.</p>		
Asiasanat Hankintamääritys, Ryhmäkeskuksen mitoitus, Työmääritys		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date April 2016	Author Topi Voltti
Degree programme Electrical Engineering		
Name of thesis Modernization of Electrical Power Distribution System		
Instructor Mikko von Bagh	Pages 27 + 5	
Supervisor Jari Halme		
<p>This thesis is about preplanning of electrical group switchgear for Borealis Polymers. Switchgear is meant to replace the old one. Purpose was to prepare sizing and choose new switchgear. Based on this knowledge, definitions for purchasing and working were written.</p> <p>Before the planning of the new switchgear, necessary outputs had to be determined. Some of the outputs are from the old switchgear. Some of necessary outputs are new. With this information protection and cabling was planned.</p> <p>After planning of the new switchgear, purchasing and working definitions were written. These documents are the most essential part of this thesis for the ordering company.</p>		

<p>Key words Purchasing definition, Replacing of group switchgear, Working definition</p>
--

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 BOREALIS POLYMERS OY	2
3 NYKYINEN RYHMÄKESKUS	3
3.1 Lähdöt	4
3.2 Johtimien ja kiskojen värijärjestelmä	5
4 STANDARDIT	7
4.1 SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset	8
4.2 SFS -EN-60204-1 Koneturvallisuus – koneiden sähkölaitteisto	8
5 RYHMÄKESKUSTA SYÖTTÄVÄN JOHDON MITOITUS	10
5.1 Suojauksen mitoitusvirran arvioiminen	10
5.2 Nousujohtoa edeltävän verkon impedanssin laskeminen	11
5.3 Kaapelityypin ja johdinpoikkipinta-alan määrittäminen	12
5.4 Sallitun johtopituuden määrittäminen	12
5.5 Kaapelityypin valinta	13
6 OIKOSULKUVIRRRAN LASKEMINEN	14
6.1 Muuntajan oikosulkuvirta	14
6.2 Keskuksen oikosulkuvirta ja sysäyoikosulkuvirta	15
6.3 Kaapelin termisen oikosulkukestoisuuden tutkiminen	17
7 SULAKKEET	18
7.1 Sulakkeiden virranrajoituskyky	18
7.2 Sulakkeiden toiminta-aika	19
7.3 Kaapelin terminen oikosulkukestoisuus verrattuna sulakkeen kestoisuuteen	20
8 TYÖ- JA HANKINTAMÄÄRITTELY	21
8.1 Työmääritys	21
8.2 Hankintamääritys	22
9 YHTEENVETO	24
LÄHTEET	26
LIITTEET	
KUVIOT	
KUVIO 1. Nykyisen ryhmäkeskuksen lähdöt.....	4
KUVIO 2. Kertoimen riippuvuus piirin suhteesta R/X.....	16
KUVIO 3. Sulakkeen virran rajoitus OFAA gG- sulakkeelle, koot 000...4	18

KUVIO 4. Toiminta-aika OFAA gG- sulakkeelle, koot 000...5.....	19
KUVIO 5. OFAA gG- sulakkeiden I^2t - taulukko	20

KUVAT

KUVA 1. Keskus F0114	3
KUVA 2. Keskus F0114	6

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Nykyiset lähdöt	4
TAULUKKO 2. Standardointijärjestöt alueittain	7
TAULUKKO 3. Mitatut arvot	10
TAULUKKO 4. Borealiksen yrityskohtaiset spesifikaatiot	21

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on suunnitella uusi ryhmäkeskus F 0114 Borealis Polymers Oy:n Porvoon tuotantolaitokselle. Keskus sijaitsee muovituotannon korjaamorakennuksen ja eristäjien tukitilan välisen putkisillan alla. Keskeisiä tehtäviä opinnäytetyössä ovat:

- korvata keskusta syöttävä kaapeli uudella
- kartoittaa korvaavassa keskuksessa tarvittavat lähdöt ja varalähdöt
- tarpeettomien lähtöjen periaatekuvien poistaminen ja kaapeliluetteloiden, saattoluettelon sekä periaatekuvan päivittäminen
- muutosten seurauksena tulee kirjoittaa keskuksen ja sen komponenttien hankintaa tarkasteleva hankintamäärittely ja asennusta sekä kytkentätapoja määrittelevä työmäärittely

Suunnittelutyön kannalta tärkein ohjelma on AutoCAD 2011. Ohjelmalla piirretään ryhmäkeskuksen pääkaavio sekä tehdään muutokset kaapeliluetteloihin. Kuvien sähköiseen hallintaan ja etsintään käytetään SAP DMS -tuotannonhallintajärjestelmää. Järjestelmä helpottaa kuvien siirtämistä revisioiden eli kytkentäkaavioiden muutosten tekemisessä.

Työ aloitetaan tutustumalla nykyiseen keskuksen kaavioiden avulla. Opinnäytetyössä keskitytään pääosin keskuksessa tarvittaviin mitoituksiin. Työssä haastavaksi osoittautuivat löytyneiden dokumenttien paikkansa pitävyys ja useiden piirustuksien puute tai hankala saatavuus. Tämän vuoksi kaikkia laskuja ei pystytä toteuttamaan tarkoilla arvoilla tai ollenkaan. Tärkeimmät yksityiskohdat olemassa olevasta keskuksesta saadaan tutkimalla sitä paikan päällä.

2 BOREALIS POLYMERS OY

Borealis Polymers Oy on Porvoon Kilpilahden teollisuusalueella toimiva muovin tuottaja. Borealis on perustettu 1995. Neste ja Pekema Oy aloittivat toimintansa alueella 1971. Yrityksen liikevaihto oli 228 miljoonaa euroa vuonna 2014. Työntekijöitä Borealiksella on noin 900 henkilöä. (Borealis Porvoo – esittelypaketti 2016)

Borealixen valmistamat tuotteet jaetaan kolmeen ryhmään, petrokemian kaasuihin, polyolefiinimuoveihin sekä kompaundeihin eli sekoitteisiin. Petrokemian tuotteisiin kuuluvat eteeni, propeeni, butadieeni, fenoli ja asetoni. Muoveihin kuuluvat polyeteeni (PE) ja polypropeeni (PP). Kompaundeihin kuuluvat polyeteeni- ja polypropeenikompaundit. Kaikki kymmenen Borealixen tuotantolaitosta ovat aloittaneet toimintansa vuosina 1971 - 1995. Polyolefiinimuovien tuotannosta vientiin menee noin 70 %. Muoveja käytetään putkien, voimakapeleiden ja tietoliikennekaapelien johdineristeenä ja vaippamateriaalina, autojen osiin, kuljetuspakkauksiin ja lääkepakkauksiin, sekä ruokapakkauksiin ja juomapakkauksiin. (Borealis Porvoo –esittelypaketti 2016)

Kilpilahden teollisuusalueella muita merkittäviä yrityksiä ovat Neste, Neste Jacobs, Ashland Finland, Bewi Styrochem, Innogas ja Aga. Yhteensä alueella on lähes 3500 teollista työpaikkaa mukaan lukematta urakoitsijayrityksiä. Alueen pinta-ala on n. 1300 hehtaaria. (Borealis Porvoo –esittelypaketti 2016)

3 NYKYINEN RYHMÄKESKUS

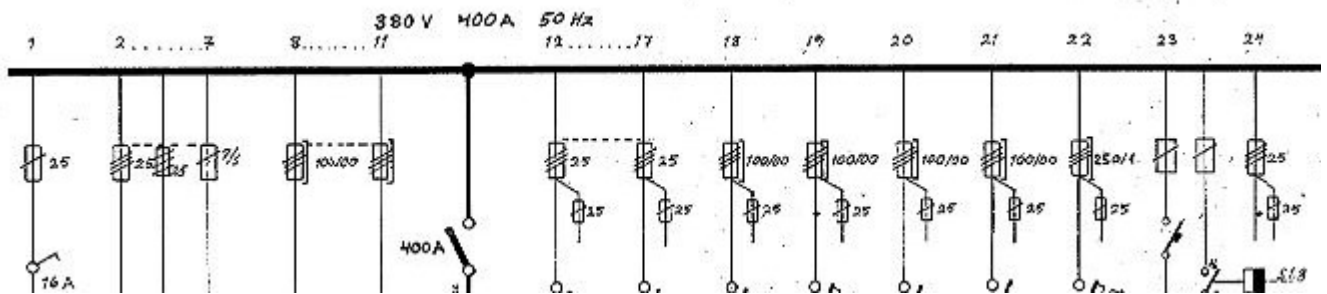
Alkuperäisen ryhmäkeskuksen kaavio on piirretty 8.6.1971. Tilaajana oli Pekema Oy. Kyseessä on teollisuusalueen alkuperäinen keskus. Keskukseen ja sen kytkimen nimellisvirta on 400 ampeeria. Keskus on leveydeltään noin viisi metriä. Nimellisjännite on 380 voltia ja taajuus 50 hertsiä. Ryhmäkeskusta syöttävä nousukaapeli tulee muuntamolta M201. Nykyinen kaapeli on tyypiltään AMCMK 3x175/57. Keskus on suojattu 160 A kahvasulakkeilla, jotka on sijoitettu muuntamolte. Keskus on muovikuorinen kennokeskus. Ryhmäkeskuksen suunnalta tarkasteltuna kaapelit etenevät sorassa ja hiekassa arviolta kahden metrin matkan ennen kuin ne päätyvät kaapelihyllylle. Seuraavissa kappaleissa esitellään lähtöjä ja kiskojen sekä johtimien tunnusvärejä.



KUVA 1. Keskus F0114

3.1 Lähdöt

Tässä kappaleessa kerrotaan nykyisen keskuksen F0114 lähdöistä. Kaikki lähdöt on asetettu suuntautumaan alaspäin.



KUVIO 1. Nykyisen ryhmäkeskuksen lähdöt (LIITE 1)

Kaikki keskuksen lähdöt ovat kolmivaiheisia lukuun ottamatta suojajännitemuuntajalähtöä ja lämmittimiä. Ryhmäkeskuksessa on:

TAULUKKO 1. Nykyiset lähdöt (LIITE 1)

Lähdön numero	Sulakekoko (A)	Käyttökohde	Vaihemäärä
1	25	Suojajännitemuuntaja	1
2-6	25	Tulppavarokelähtö	3
7	25	Tulppavarokelähtö	1
12-17	25	Kontaktorilähtö tulppavarokkeilla	3
18-19	100	Kontaktorilähtö kahvasulakkeilla ja rengasvirtamuuntajalla	3
20-21	100	Valaistuksen kontaktorilähtö kahvasulakkeilla	3
22	250	Kontaktorilähtö moottorille kahvasulakkeilla	3
23	-	Modifier-syöttösäiliöalueen lämmitin 1H100	1
24-25	25	Moottorien varalähdöt	3
26-27	-	Lämmitinlähdöt 1H28 ja 1H29	1

Muiden aiheeseen liittyvien piirustuksien perusteella lähdöt 22 ja 23 eli 250 A moottorilähtö ja syötösäiliöalueen lämmitin on poistettu käytöstä revisiossa 2 vuonna 1972. Sähkökäyttöiset Modifier -alueen lämmittimet 1H28 ja 1H29 (26 ja 27) lisättiin kennokeskukseen vuonna 1979 revisiossa 5. Piiri-kaavioiden F5 ja F6 mukaisesti sähkömoottorit on purettu vuonna 1990, ja entiset moottorilähdöt on asetettu varalähdöiksi.

Paikan päällä tehdyn tarkastelun perusteella keskuksen nykyinen tila on periaatekaaviosta poikkeava. Suurin osa sulaketaulun sulakkeista ja kiinnikkeiden kahvasulakkeista on poistettu. Yksi 25 ampeerin varokelähdöistä on käytössä juomavesiputken lämmittimenä. Lämmittimelle on asennettu 10 A gG-tyyppin tulppasulakkeet. Muita varokkeita on aikaisemmin käytetty autolämmityspistorasioiden syöttämiseen, mutta nykyisin lämmitystolpat on siirretty yhteen lähtöön. Kauko-ohjaukset on purettu. Yksi lähdöistä on myös käytössä läheisen pienen toimitilan käytössä. Lämmitystolppalähtö on varustettu 40 A ja toimitilalähtö 100 A kahvasulakkeilla. Kahdesta valaisinlähdestä toinen on käytössä. Kyseessä on ryhmän 9 eli tien vierustan katuvalaisimien syöttö. Käytöstä poistettu valaisinryhmä liittyi Modifier-alueen valaisuun, mutta alue on kokonaisuudessaan purettu.

3.2 Johtimien ja kiskojen värijärjestelmä

Kaapeleiden vaiheiden tunnistamiseen käytetään erilaisia värijärjestelmiä. Tarkastelemassani keskuksessa on käytössä kaksi erilaista järjestelmää. Tämä johtuu siitä, että keskuksen keskiosa sekä oikea puoli (KUVA 2) kuuluvat alkuperäiseen ja vasen laita jälkiasenteiseen osaan (KUVA 1). Revisiopäivämäärien perusteella jälkiasenteinen osa on rakennettu viisi vuotta alkuperäisen jälkeen. Tänä aikana värijärjestelmä on vaihtunut. Osilla on erilliset kiskot, jotka on yhdistetty toisiinsa johtoliitoksien.

Alkuperäinen keskus kuuluu järjestelmään, joka on ollut käytössä vuodesta 1957–1972. Värit on jaoteltu käytettyjen vaiheiden mukaan. Ensimmäinen vaihe on väriltään keltainen, toinen vihreä ja kolmas violetti. Nollakaapeli on harmaa ja maa musta. Jatkettu keskuksen osa on järjestelmältään vuosien 1972–1989 tuotantoa. Tässä merkintätavassa kaikki vaihejohtimet ovat mustia, nolla sininen ja maa on keltavihreä. Väriykseltään järjestelmällä ei ole juurikaan eroa nykyään käytössä olevasta väriyuksestä. (Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 177)

Huomioitavaa on kuitenkin se, että keskukselle tulevat ja siltä lähtevät kaapelit ovat väreilykseltään puna-musta-sinisiä eli ne ovat yksivaihekaapeleita. Yksivaihekaapelia on siis käytetty kolmivaiheisessa kytkennässä. Väriylykseltään ne eivät vastaa mitään taulukossa määriteltyä yksivaiheisen kaapelin väriyhdistelmää. Ensimmäinen vaihe on merkitty mustalla eli vaihejohtimella, toinen punaisella PE-johtimella ja kolmas sinisellä nollajohtimella. Tämän väriylyksen perusteella yksivaihekaapelia on voitu käyttää kolmivaiheisessa kytkennässä vuosina 1971–1976. Erikoisen kaapeliväriylytys on oletettavasti vieraan valtion kytkentätapojen mukainen, minkä vuoksi sitä ei suomalaisesta kirjallisuudesta löydy. (Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 177)



KUVA 2. Keskus F0114

4 STANDARDIT

Standardit ovat turvallisuussäädöksiä, joiden tehtävänä on luoda vaatimukset liittyen laitteiden käyttöön. Standardien tarkoituksena on parantaa tuotteiden, palvelujen tai menetelmien turvallisuutta ja kehittää tätä kautta myös niiden yhteensopivuutta sekä laatua. Standardit lisäävät myös kansainvälistä yhteensopivuutta, sillä hyödykkeen on täytettävä kansalliset standardivaatimukset ennen kohdemaan markkinoille pääsyä. (Sähkötekniikan alan standardointijärjestö 2016)

TAULUKKO 2. Standardointijärjestöt alueittain (mukaan Sähkötekniikan alan standardointijärjestö 2016)

Alue	Yleinen	Sähkötekniikka
MAAILMA	ISO	IEC
EUROOPPA	CEN	CENELEC
SUOMI	SFS	SESKO

Tässä luvussa esitellään työhön oleellisesti liittyviä sähköalan standardeja sekä standardoimisjärjestöjä. Keskeisimpiä standardeja opinnäytetyössä ovat pienjännitesähköasennuksiin liittyvä SFS-6000 ja kytkentöjen merkintätapoihin tarkoitettu SFS-EN-60204-1.

IEC (International Electrotechnical Commission) on kansainvälisesti toimiva standardisoimisjärjestö. Siihen kuuluu 82 jäsenmaata. IEC:n keskeisin tehtävä on teknisen sisällön valmistelu. IEC:n julkaisemia standardeja ja muita dokumentteja on tuotettu reilut 6000 kappaletta. Järjestön hyväksymät standardit alkavat kirjaimilla ISO. (Sähkötekniikan alan standardointijärjestö 2016)

CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) on Euroopassa toimiva standardisoimisjärjestö. Sen jäseniä ovat EU:n jäsenmaiden lisäksi Sveitsi, Norja ja Islanti. Järjestö on valmistellut yli 6000 voimassaolevaa standardia, joista n. 85 % pohjautuu IEC-standardeihin. CENELEC:n hyväksymät standardit alkavat kirjainyhdistelmällä EN. (Sähkötekniikan alan standardointijärjestö 2016)

Suomessa sähköalan standardisointia suorittaa SESKO ry. SESKO toimii yhteistyössä kansainvälisen IEC:n ja eurooppalaisen CENELEC:n kanssa. SESKO:n keskeinen tehtävä on vahvistaa kaikki EN-standardit SFS-standardeiksi joko sellaisenaan tai muutettuina. Suurin osa vahvistetaan muuttumattomina ja tärkeimmät standardit käännetään suomeksi. Suomeksi julkaistuja standardeja on n. 600 kappaletta. (Sähköteknisen alan standardointijärjestö 2016)

4.1 SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset

SFS 6000 on yksi keskeisimpiä standardeja sähköasennusten turvallisuuden kannalta. Standardisarja käsittää tilapäisten käyttötilojen, ulkovalaistuksen ja pienjännitejakeluverkkojen asennukset. Sarjan on valmistellut SESKO:n komitea SK 64. Se perustuu CENELEC:n ja IEC:n vastaaviin standardeihin. Standardisarjaan on tehty kansallisia lisäyksiä liittyen aikaisempiin kotimaisiin julkaisuihin. (Harsia 2006)

Tässä tapauksessa keskeinen osa standardisarjaa on standardi SFS 6000-7-729 Jakokeskusten asentaminen. Siinä esitellään vaatimukset jakokeskusten ja ohjauskeskusten perussuojauksesta. Keskeisiä osia ovat yleiset jakokeskuksen ominaisuuksien määrittely, keskuksen luokse päästävyys ja liitteet, kuten mm. jakokeskuksen rakenne ja ilmanvaihto.

4.2 SFS -EN-60204-1 Koneturvallisuus – koneiden sähkölaitteisto

SFS-EN-60204-1 on teollisuusalueilla laajalti käytetty standardi. Se sisältää vaatimuksia sähköturvallisuudesta, sähkölaitteiston turvatoiminnoista ja sähkökoneiston muusta toiminnasta. Keskuksen kannalta keskeisimpiä kappaleita ovat kohta 5 Merkinnät, varoitusmerkit ja viitetunnukset sekä kohta 6 Suojaus sähköiskulta. (SFS-EN-60204-1 Koneiden sähkölaitteisto 2006, 59; 152)

Merkintäohjeen mukaan jokainen kaapeli ja piuha on pystyttävä tunnistamaan molemmista päistä. Lisäksi yksilöidyt merkinnät on pystyttävä tunnistamaan dokumenteista, kuten kaapeliluettelosta. Standardissa huomioidaan myös lisämerkintätavat, kun järjestelmän sisällä kulkee useita samanvärisiä kappaleita. Kohta on erityisen tarpeellinen keskuksen merkintätapojen kannalta. (Exxi.fi 2016; SFS-EN-60204-1 Koneiden sähkölaitteisto 2006, 152-154)

Sähköiskun mahdollisuuden pienentäminen on iso osa nykyaikaista keskuksen suojausta. Henkilöt tulee suojata sähköiskulta. Suojauksella estetään sähköisku suoralta ja epäsuoralta kosketukselta. Suoralta kosketukselta suojaaminen tarkoittaa jännitteisten osien suojaamista koteloinnilla, eristämällä jännitteiset osat tai suojausta jäännösjännitteiltä. Kotelointi pyritään toteuttamaan siten, että sisälle pääsy onnistuu siihen tarkoitetulla työkalulla tai avaimella. Eristys asennetaan siten, että poistaminen onnistuu vain rikkomalla eristys. Jäännösjännitteet tulee ottaa huomioon kondensaattoreita sisältävissä asennuksissa. Syötön katkaisun jälkeen yli 60 V jännitteiden tulee purkautua 5 sekunnissa. Alle 50 μ C:n komponenteilta tätä ei vaadita. Epäsuora kosketus tapahtuu, kun jännitteelle alttiit kosketeltavat osat muuttuvat jännitteellisiksi eristysvian vuoksi. Epäsuora kosketus estetään syötön automaattisella poiskytkennällä ja kosketusjännitteen syntymisen rajoittamisella. (SFS -EN-60204-1 Koneiden sähkölaitteisto 2006, 59-64)

5 RYHMÄKESKUSTA SYÖTTÄVÄN JOHDON MITOITUS

Työssä tulee määritellä uusi kaapeli muuntamolta M201 keskukselle F 0114. Syynä uuden kaapelin vaihtamiselle on tarve nelijohtimisen kaapelijärjestelmän (TN-C) vaihtamiseen viisijohtimiseen järjestelmään (TN-S). Kaapeleiden erona on PEN- johtimen erottaminen PE- ja N- johtimiin, mikä mahdollistaa nykyaikaisen työmaakeskuksen asentamisen keskuksen läheisyyteen.

Kupari on sähköä johtavampi kuin alumiini. Tämän seurauksena alumiinikaapelin on oltava johdinpoikkipinta-alaltaan kuparijohdinta suurempi. Alumiini on suurilla johdinpoikkipinta-aloilla kuormitettavuudeltaan kustannustehokkaampi kuin kuparikaapeli. Tässä kohteessa alumiinikaapeli tulee siis kuparikaapelia halvemmaksi vaihtoehdoksi. Muuntamon ja keskuksen välinen etäisyys kaapelihylyjä pitkin on 310 m (LIITE 3), mitä voidaan pitää 400 V voimakaapelijärjestelmässä pitkänä etäisyytenä.

5.1 Suojauksen mitoitusvirran arvioiminen

Arvioinnilla on tarkoitus mitoittaa oikea sulakekoko ryhmäjohtoa syöttävälle johdolle. Aluksi tulee arvioida tarvittavien lähtöjen virta. Sulakkeellisista lähdöistä saatiin tarvittavan virran määrä tutkittua käyttämällä pihtimittaria:

TAULUKKO 3. Nykyisen keskuksen ryhmien virta

Ryhmä	Virta
Toimitila	26 A
Valaistus	8 A
Vesijohto	5 A
Lämmitystolpat	0,3 A

Mittauksen aikana oli valoisaa ja ulkolämpötila oli noin -1 °C. Kyseisenä ajankohtana työkoneita ei ollut lämmityksessä. Valaistuksen käyttövirraksi pimeälle vuorokauden ajalle arvioitiin 25 A. Lämmitystolpille mitoitettiin 25 A käyttövirta. Toimitiloissa ei ollut työkoneita käytössä mittauksen aikana. Näiden arvioitiin kasvattavan käyttövirtaa 25 %, jolloin lopullinen virran arvo on 32,5 A. Lisäksi tule-

via lähtöjä ovat 125 A sulakkeellinen työmaakeskus, 125 A varalähtö ja kaksi 16 A sulakkeilla varustettua varalähtöä. Virran kulutus on käytössä lähes puolet sulakkeen nimellisarvosta. Osakuormien huipputehojen summaksi saatiin 220 A.

Koska ryhmäkeskuksen käyttö on äärimmäisen vaihtelevaa, käyttövirta on suurimman osan ajasta murto-osa osakuormien summan huippuarvosta. Tämän vuoksi keskus ei tule koskaan saavuttamaan summan arvoa. Suurimmaksi todellisuudessa saavutettavaksi käyttövirraksi arvioitiin 140 A. Kyseistä arvoa käytetään keskuksen suurimpana käyttövirtana. Suojauksen nimellisvirran määrittelyyn pätee epäyhtälö:

$$I_B \leq I_N, \quad (1)$$

missä I_B on keskuksen käyttövirta ja I_N on suojauksen mitoitusvirta. Valitaan käyttövirrasta seuraava sulakearvo. (SFS-käsikirja 600–1 2012, 130)

$$I_N = 160 \text{ A}$$

Epäyhtälö tarkoittaa sitä, että suojauksen mitoitusvirran on oltava suurempi kuin suurin normaalin käytön virta. Suojauksen mitoitusvirta saadaan taulukosta. Kun tarvittava sulakekoko tiedetään, voidaan mitoittaa käyttöön sopiva kaapeli. (Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 94)

5.2 Nousujohtoa edeltävän verkon impedanssin laskeminen

Syöttävän muuntajan oikosulkuimpedanssi yksivaiheisena oikosulkuna:

$$Z_0 = z_0 * \frac{(U_N)^2}{S_N} \quad (2)$$

missä z_0 on muuntajan suhteellinen häviöimpedanssi, U_N on muuntajan toision nimellisjännite ja S_N on muuntajan näennäisteho. Yksikkö on ohmi (Ω). (ABB teknisiä tietoja käsikirja 2007c, 4; 7)

Muuntajan suhteellinen oikosulkuimpedanssi saadaan taulukosta. Arvo 2000 kVA muuntajalle on 6,4 %. Muuntajan toision nimellisjännite on 400 V. Oikosulkuimpedanssin arvoksi saadaan:

$$Z_0 = 0,064 * \frac{(400 V)^2}{2000\ 000 VA} = 0,00512 \Omega \quad (3)$$

5.3 Kaapelityypin ja johdinpoikkipinta-alan määrittäminen

Keskusta syöttävä kaapeli etenee muuntamolta kaapelihyllyä pitkin. Keskuksen edustalla se on kaivettu maahan, josta kaapeli on johdettu keskukseseen. Maasta noustessaan kaapeli kulkee ilmassa. Kaapelihyllyjä ei voitu avata koko matkalta. Näin ei voitu tarkistaa vierekkäin kulkevien johtimien määrää koko matkalta. Siksi tilanteessa päätettiin käyttää pientä kaapelin kuormituskerrointa. Kertoimeksi valittiin 0,6. Suojauksen nimellisvirta on 160 A. Taulukosta pienimmäksi johdon kuormitettavuudeksi saadaan 177 A. Asennustavaksi valitaan maa-asennus eli D. Johdon nimellisvirta saadaan jakamalla pienin kuormitettavuus kuormituskertoimella, mistä saadaan 295 A. Taulukosta saadaan johdon poikkipinta-alaksi 185 mm². Valitaan kaapeliksi AMCMK 4x185/57. (Alumiinivoimakaapelit 2016; Käsi- kirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 134; 217; 224–225)

5.4 Sallitun johtopituuden määrittäminen

Sallittu johtopituus saadaan kaavasta:

$$l = \frac{\left(c * U / \sqrt{3} * I_k \right) - Z_v}{2 * z} \quad (4)$$

missä l on johtimen suurin sallittu johtopituus, c on kerroin 0,95, U on pääjännite, I_k on oikosulkuvirta, joka aiheuttaa automaattisen poiskytkennän vaaditussa ajassa, Z_v on edeltävien suojalaitteiden impedanssi ja z on kaapelin impedanssi. (Käsi- kirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 94 ja 96)

Keskusta syöttävän kaapelin pituus tulee olemaan yhtä suuri kuin nykyisen keskuksen syöttökaapeli. Pituus on 310 metriä. 160 A sulakkeella poiskytkennän aiheuttava virta saadaan 950 A. Johtimen impedanssi on 0,222 Ω/km. Nousujohtoa edeltävän verkon impedanssi on 0,00512 Ω. Sallitun johtopituuden määrittämisellä saadaan tietää suurin johtopituus kyseisellä kaapelilla ja sulakekoolla. Kaapeli on

johtopituudeltaan riittävä, jos sallittu johtopituus on kaapelin johtopituutta suurempi. (Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 94 ja 96)

$$l = \frac{\left(0,95 * 230 V * \sqrt{3} / \sqrt{3} * 950 A\right) - 0,00512 \Omega}{2 * 0,222 \Omega / \text{km}} \approx 0,506 \text{ km} = 506 \text{ m} \quad (5)$$

Sallittu johtopituus on 506 metriä, mikä on enemmän kuin kaapelin todellinen pituus. Kaapeli on siis suurimmalta johtopituudeltaan käyttötarkoitukseen sopiva.

5.5 Kaapelityypin valinta

Alumiinivoimakaapeleista paras vaihtoehto on AMCMK- tyyppin kaapeli. Kyseisen kaapelityypin johdinpoikkipinta-ala on välillä 25-300 mm². Kaapelin johtimet ovat alumiinia, mutta häiriösuojaus on toteutettu kuparilangoilla ja vastakierrenauhalla. Kuparivoimakaapeleista valikoitui MCMK F4B, jonka johdinpoikkipinta-ala on 25-240 mm². Molemmat kaapelit ovat eristykseltään ja vaipaltaan PVC- eli polyvinyylidikloridivalmisteisia. Materiaali on hyvä johtimien suojaukseen, sillä se ei ole ai- neena paloherkkä. (Alumiinivoimakaapelit 2016)

Kaapelityypiksi valittiin alumiinijohtiminen AMCMK. Keskeisin kriteeri kaapelityypin valinnassa on sen hinta. Kaapelin suurempi poikkipinta-alan suuruus ei osoittautunut haasteeksi, sillä tilaa kaapelihyllyllä sekä muuntamalla on riittävästi. Alumiinikaapeli on todettu käyttökelpoiseksi, sillä nykyinen syöttökaapeli on AMCMK 3x185/57.

6 OIKOSULKUVIRRRAN LASKEMINEN

Oikosulkuvirtojen laskemisella voidaan varmistaa sulakkeiden nopea poiskytkentä ja riittävä katkaisukyky. Jotta syöttökaapeli saadaan varmistettua oikean suuruiseksi, on arvioitava ensiksi tulevan ryhmäkeskuksen suojauksen mitoitusvirta ja muuntamolle tarvittavat kahvasulakkeet. Muuntajan ja ryhmäkeskuksen oikosulkuvirtojen avulla saadaan varmistettua selektiivisyyden toiminta. Toiminnalla pyritään takaamaan sulakkeiden katkaisukyky muuntamon oikosulkutilanteessa ja nopea virran katkaisu ryhmäkeskuksen poiskytkentätilanteessa. Koska kyseessä on pääkaapeli, joka on nimellisvirraltaan yli 32 ampeeria, sovelletaan viiden sekunnin poiskytkentäaika. Muuntajan arvokilvestä saatu näennäisteho on 2 MVA ja suhteellinen oikosulkuimpedanssi 6,4 %. Keskusta edeltävä impedanssi saadaan määriteltä johtimen pituudesta sekä Prysmianin valmistajakohtaisista kaapelitiedoista. AMCMK 4x185/57 – kaapelin vaihe- ja nollajohtimen vaihtovirtaresistanssi on 0,20 Ω/km 70 °C lämpötilassa (AMCMK 2013, 3).

6.1 Muuntajan oikosulkuvirta

Muuntajan nimellisvirta saadaan kaavasta:

$$I_{Nim} = \frac{S}{\sqrt{3} * U} \quad (8)$$

missä S on muuntamon näennöisteho ja U on muuntamon pääjännite. Muuntajan nimellisvirran yksikkö on ampeeri (A) (ABB teknisiä tietoja käsikirja 2007b, 4)

$$I_{Nim} = \frac{2 * 10^6 VA}{\sqrt{3} * 400 V} = 2886,75 A \quad (9)$$

Muuntamon kolmivaiheisen oikosulkuvirran minimin lähiarvo saadaan kaavasta:

$$I_{k3} \approx \frac{I_{Nim}}{Z_k}, \quad (10)$$

missä I_{Nim} on muuntajan yksivaiheinen minimivirta ja z_k on muuntajan suhteellinen oikosulkuimpedanssi. Oikosulkuvirran yksikkö on ampeeri (A). (Nuutinen 2016; ABB teknisiä tietoja käsikirja 2007a, 8)

$$I_{k3} \approx \frac{2886,75 \text{ A}}{0,064} = 45105,47 \text{ A} \approx 45,1 \text{ kA} \quad (11)$$

Muuntajan yksivaiheisen oikosulkuvirran minimi saadaan kaavasta:

$$I_{k1} \approx I_{k3} * 0,95 \quad (12)$$

missä I_{k1} on yksivaiheinen oikosulkuvirran tehollisarvo ja I_{k3} on kolmivaiheinen oikosulkuvirran tehollisarvo. Oikosulkuvirran yksikkö on ampeeri (A). (Nuutinen 2016; ABB teknisiä tietoja käsikirja 2007a, 8)

$$I_{k1} \approx 45105,47 \text{ A} * 0,95 \approx 42820,20 \text{ A} \approx 42,8 \text{ kA} \quad (13)$$

Kohteessa käytetään ABB:n OFAA 000-3 – tyyppisiä kahvasulakkeita. Sulakkeiden katkaisukyky on 120 kA. Kohteessa on otettava huomioon, että sulakkeen katkaisukykyyn on oltava vähintään 2,5- kertainen yksivaiheiseen oikosulkuvirran tehollisarvoon verrattuna. Tällöin katkaisukykyyn on oltava vähintään noin 107,1 kA. Sulakkeiden katkaisukyky on siis riittävä keskuksen suojaamiseen muuntajan oikosulkutilanteessa. (Kahvasulakkeet 2...1600 A 2011, 8; ABB teknisiä tietoja käsikirja 2007, 8; Halme 2015)

6.2 Keskuksen oikosulkuvirta ja sysäysoikosulkuvirta

Keskuksen yksivaiheinen oikosulkuvirta lämpötilassa 70 °C saadaan yhtälöstä:

$$I_{kRk} = \frac{c * U}{\sqrt{3} * Z_K} = \frac{c * U}{\sqrt{3} * ((2 * l * \xi_j) + Z_0)} \quad (14)$$

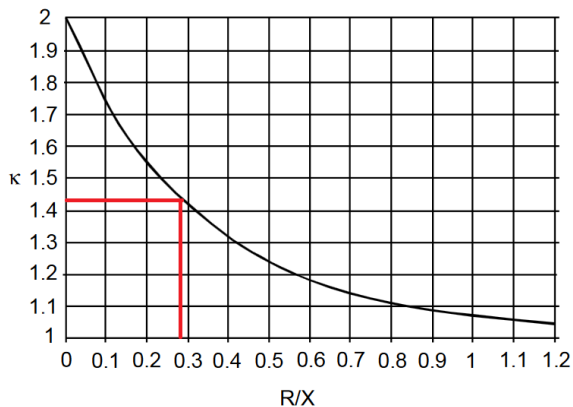
missä c on kerroin 0,95, U on pääjännite ja Z_K on kaikkien aikaisempien verkon impedanssien summa, l on johtimen pituus ja ξ_j on kaapelin vaihe- ja nolajohtimen impedanssi pituusyksikköä kohti ja Z_0 on muuntajan nolaimpedanssi. Oikosulkuvirran yksikkö on ampeeri (A). (Nuutinen 2016; ABB teknisiä tietoja käsikirja 2007a, 1; Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 95)

$$I_{kRk} = \frac{0,95 * 400 V}{\sqrt{3} * \left(2 * 0,31 km * 0,20 \frac{\Omega}{km} \right) + 0,00512 \Omega} = 1699,14 A \quad (15)$$

Kyseisellä oikosulkuvirralla saadaan varmistettua automaattisen poiskytkennän tapahtuminen viiden sekunnin sisällä ryhmäkeskuksen oikosulkeuduttua. Tähän tarvitaan sysäysoikosulkuvirran arvoa. Koska kertoimen arvon määrittäminen ei ole tarpeellista, käytetään yleistä pienjänniteverkon suurinta yleistä arvoa 1,44. Sysäysoikosulkuvirta eli prospektiivinen oikosulkuvirta saadaan kaavasta:

$$i_p = \kappa * \sqrt{2} * I_{kRk} \quad (16)$$

missä κ on sysäyskerroin ja I_{kRk} on keskuksen oikosulkuvirta. Sysäysoikosulkuvirran yksikkö on ampeeri (A). (ABB teknisiä tietoja käsikirja 2007a, 7-8)



KUVIO 2. Kertoimen riippuvuus piirin suhteesta R/X (mukaillen ABB teknisiä tietoja käsikirja 2007, 8)

$$i_p = 1,44 * \sqrt{2} * 1699,14 A = 3460,25 A \quad (17)$$

Arvolla saadaan tutkittua graafisesti sulakkeiden toimintaa kohdassa 7.

6.3 Kaapelin termisen oikosulkukestoisuuden tutkiminen

Kaapelin termisellä oikosulkukestoisuudella tarkoitetaan sen lämmön kestävyyttä oikosulkuutilanteessa. Jos kaapelin kestoisuus on liian pieni, sen johtimet ylittävät loppulämpötilansa ja ylikuumenevat. Tästä aiheutuen johtimet voivat vaurioitua. Standardin mukaan oikosulkusuojaus asetetaan paikkaan, jossa kaapelin ominaisuudet tai poikkipinta-ala muuttuvat.. Kaapelin käyttölämpötilasta loppulämpötilaan siirtymiseen kestäväan aikaan pätevä kaava saadaan standardista SFS 6000-4-43:

$$t = \left(\frac{k * S}{I}\right)^2 \quad (6)$$

missä k on äärijohtimelle saatu kerroin, S on johtimen poikkipinta-ala ja I on johtimen oikosulkuvirran tehollisarvo. Kaapeli kestoajan yksikkö on sekunti (s). (SFS-käsikirja 600–1 2012, 134)

Tässä tapauksessa oikosulkusuojana toimivat muuntamolle sijoitetut 160 A kahvasulakkeet. Johtimen poikkipinta-ala on 185mm^2 . Koska kaapelin johtimet ovat alumiinisia, standardista saadun taulukon mukaan sen kerroin on 76. (SFS-käsikirja 600–1 2012, 134)

$$t = \frac{(76 * 185)^2 A^2s}{(1699,14 A)^2} = \frac{197683600 A^2s}{2887080,5688 A^2} = 68,47 s \quad (7)$$

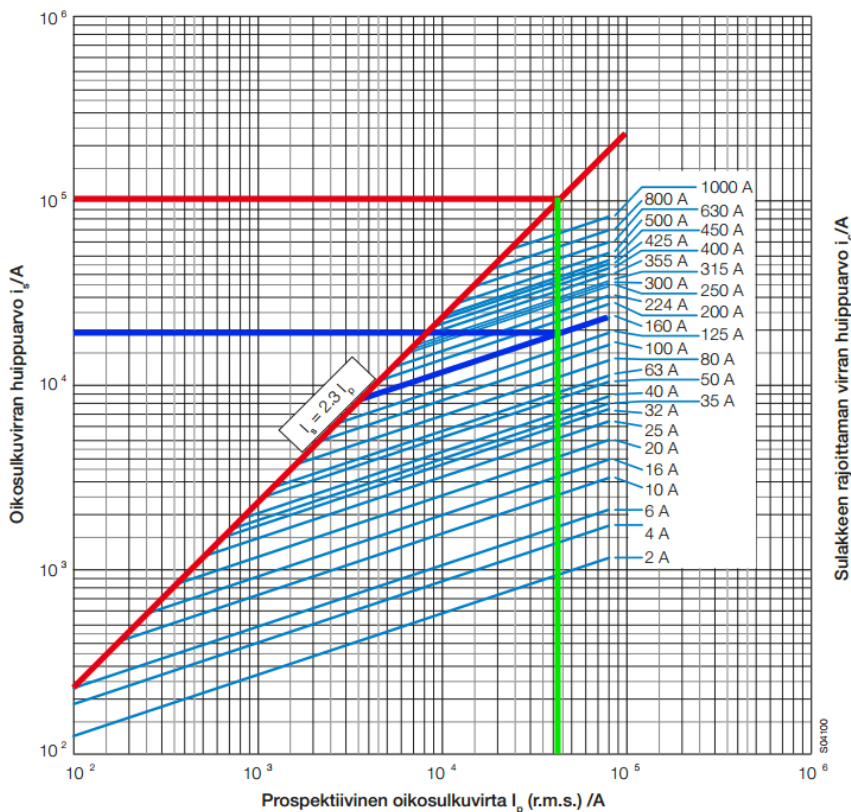
Kesto aika on selvästi pidempi kuin automaattiseen poiskytkentään vaadittu viisi sekuntia, mikä vaaditaan sulakkeen toimintaan. Kaavasta voidaan erotella I^2t – arvo, jota tarvitaan kohdassa 7.3. Arvoksi saadaan noin $197,7 M A^2s$.

7 SULAKKEET

Tässä luvussa tarkastellaan sulakkeiden toimintaa ABB:n sulakkekäyrien avulla. Käyrien avulla voidaan varmistaa OFAA gG 160 A kahvasulakkeiden virranrajoituskyky, sulamisaika ja kaapelin oikosulukestoisuus sulakearvoilla oikosulkuutilanteessa. Sulakesuojana käytetään IEC 1, johon sisältyvät sulakkeet 16...250 A (Kahvasulakkeet 2...1600 A 2011, 12)

7.1 Sulakkeiden virranrajoituskyky

Sulakkeiden virranrajoituskykytarkastelulla saadaan selvitettyä, kuinka paljon sulakkeet pienentävät läpi pääsevää virtaa. Tarkastelu tehdään muuntajan oikosulkuvirran tehon mukaan.

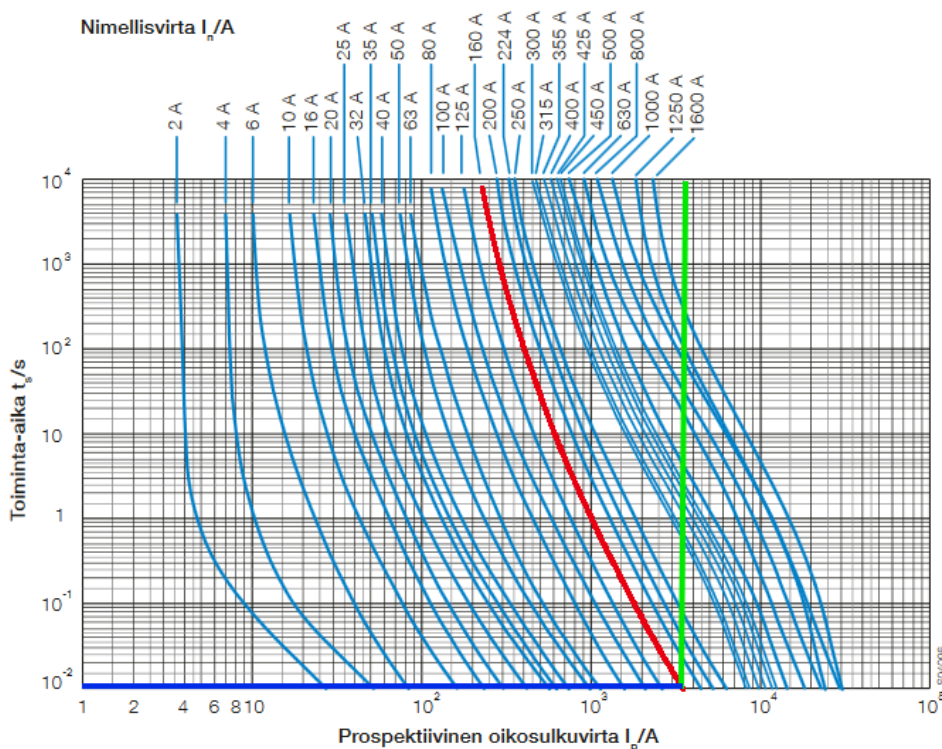


KUVIO 3. Sulakkeen virran rajoitus OFAA gG- sulakkeelle, koot 000...4 (mukailen Kahvasulakkeet 2...1600 A 2011, 33)

Kuvioon 3 on merkitty vihreällä värillä kohdasta 6.1 muuntajan tehollinen oikosulkuvirta. Sinisellä värillä on kuvattu keskuksen sulake 160 A ja sen rajoittama oikosulkuvirran huippuarvo. Punaisella on merkitty oikosulkuvirran huippuarvo, ilman sulakkeen oikosulkuvirtaa rajoittavaa vaikutusta. Tällöin oikosulkuvirran huippuarvo on 2,3-kertainen verrattuna teholliseen oikosulkuvirtaan. Kuvion tarkastelun perusteella sulake rajoittaa virran 20 kA. Ilman sulaketta arvo on 105 kA. Kahvasulakkeet rajoittavat virtaa noin 80 %.

7.2 Sulakkeiden toiminta-aika

Sulakkeiden toiminta-ajan tarkoitus on määrittää, kuinka kauan sulakkeet kestävät ryhmäkeskuksen oikosulun aiheuttamaa virtaa. Tarkastelu tehdään sulakekohtaisen käyrän mukaisesti.



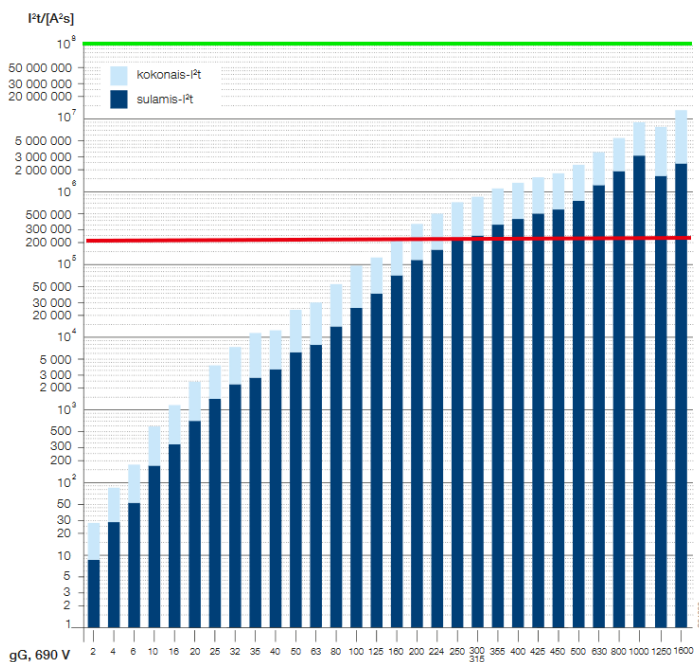
KUVIO 4. Toiminta-aika OFAA gG- sulakkeelle, koot 000...5 (mukaillen Kahvasulakkeet 2...1600 A 2011, 26)

Kuvioon 4 on merkitty vihreällä värillä kohdasta 6.4.2 saatu sysäys- eli prospektiivinen oikosulkuvirta. Punaisella värillä on kuvattu keskuksen sulake 160 A. Sinisellä värillä on merkitty punaisen ja vihreän

viivan leikkauspisteen kohta aika-akselilla. Kuvion tarkastelun perusteella voidaan todeta, että sulakkeen toiminta-aika on lyhyt. Toiminta-aika on 0,01 s eli sadasosasekunti oikosulkutilanteessa. Kohdassa 6.1 todettiin suurimmaksi normaalin käytön virraksi 140 A. Tämän vuoksi sysäysvirta tulee olemaan käytännössä aina pienempi kuin laskettu arvo. Kuvaajan perusteella voidaan osoittaa, että toiminta-aika tulee joka tapauksessa alittamaan sille annetun enimmäisajan eli viiden sekunnin poiskytkentäajan.

7.3 Kaapelin terminen oikosulkukestoisuus verrattuna sulakkeen kestoisuuteen

Termisellä oikosulkukestoisuudella tarkastellaan yleensä peräkkäisten sulakkeiden selektiivisyyttä. Tässä tapauksessa I^2t – arvoa eli kuormaintegraalia käytetään kaapelin ja sulakkeen kestoisuuden vertaamiseen.



KUVIO 5. OFAA gG- sulakkeiden I^2t - taulukko (Kahvasulakkeet 2...1600 A 2011, 40)

Kuvioon on piirretty punaisella viivalla 160 A sulakkeen kokonais- I^2t ja vihreällä kohdassa 6.5 laskukaavasta eroteltu kaapelin I^2t – arvo. Tästä voidaan päätellä, että sulakkeet suojaavat kaapelia ylikuormituksesta, sillä sulakkeet sulavat huomattavasti ennen kaapelia.

8 TYÖ- JA HANKINTAMÄÄRITTELY

Tässä kappaleessa käydään läpi suunnittelutyössä käytettyjä dokumentteja. Näitä dokumentteja ovat työmäärittely (LIITE 3) ja hankintamäärittely (LIITE 4). Kyseiset dokumentit ovat yrityksen kannalta opinnäytetyön tärkeimmät asiakirjat. Määrittelyt on luontevinta tehdä, kun on varmistettu sulakkeiden ja nousukaapelin riittävyys.

8.1 Työmäärittely

Työmäärittelyn tarkoitus on määrittää, mitä toimia tulee tehdä työn saattamiseksi haluttuun tilaan. Se luovutetaan keskuksen asennustyön tekeväälle urakoitsijalle. Tässä työssä työmäärittelyn osa-alueet koskevat nykyisen ryhmäkeskuksen purkamista ja uuden keskuksen asentamista, merkintöjä sekä koestuksia.

Työmäärittelyn alussa tarkastellaan työkohdetta ja työn laajuutta. Näillä tiedoilla on tarkoitus antaa yleiskuva tarvittavasta työn määrästä. Seuraavaksi huomioidaan asennukset sekä siihen liittyvät standardit. Kohdassa 4 esiteltyjen standardien lisäksi tulee huomioida Borealiksen omat spesifikaatiot eli tarkennukset. Spesifikaatiot on kirjoitettu englanniksi. Spesifikaatiot ottavat huomioon IEC- standardit. Koestukset ja mittaukset tehdään myös aikaisemmin esiteltyjen standardien mukaisesti. Tähän asennukseen liittyvät seuraavat yrityskohtaiset spesifikaatiot.

TAULUKKO 4. Borealiksen yrityskohtaiset spesifikaatiot

Spesifikaationumero	Nimi	Suomennos
BES-CO-03-002	Cables Power, Control and Earthing	Teho-, ohjaus- ja maadoituskaapelit
BES-CO-03-006	Electrical Heat Tracing	Sähkösaattolämmitykset
BES-CO-03-011	Low Voltage Switch Gear and Control Gear	Matalajännite- ja ohjauskeskukset

Usein asennuksen aikana huomataan suunnittelussa olevat puutteet tai virheet. Tällaisessa tapauksessa muutokseen on pyydettävä lupa suunnittelijalta ja työn päätteeksi palautettava ns. ”punakynäversiot” uusista kytkennöistä ja/tai sijoituksesta, mitkä piirretään uusiksi pääkaavioon. Borealiksen tapojen mukaisesti urakoitsijan edustajan on otettava osaa vastaanottotarkastukseen ja varmennustarkastukseen. Vastaanottotarkastus toteutetaan Borealiksen toimesta. Borealiksella tarkastuksen toteuttaa työnjohtaja asentajan kanssa. Varmennustarkastuksen toteuttaa kolmas osapuoli, joka on tavallisesti Inspecta. Näillä toimilla voidaan todentaa keskuksen toiminta, asennusten vaatimustenmukaisuus ja tarkastuksien puolueettomuus. Tarvittaessa puutteet tulee korjata urakoitsijayrityksen toimesta. Hankinnat ovat tärkeä osa työmäärittelyä, sillä se asettaa rajat sille, mitä Borealis hankkii itse ja mitkä hankinnat ovat urakoitsijan vastuulla. Tässä tapauksessa tilaaja eli Borealis hankkii hankintamäärittelyssä esitettävän ryhmäkeskuksen ja sen läheisyyteen asennettavan pistorasiakeskuksen. Urakoitsija on vastuussa muista asennusmateriaaleista.

8.2 Hankintamäärittely

Hankintamäärittelyssä kerrotaan mitä osia keskuksen sisälle asennetaan. Sitä käytetään ensimmäisenä tarjouskyselyn materiaalina. Tulevaan ryhmäkeskukseen F 0114 tulevat lähdöt ja varalähdöt on syytä esitellä pääkaaviolla ja tilaustiedoilla (LIITE 2). Näillä kuvioilla varmistetaan, että ryhmäkeskuksen sisältö on tarkoituksen mukainen. Hankintamäärittelyssä keskitytään siihen, mitä osia keskuksessa halutaan käyttää. Määrittelyn alussa käydään läpi keskuksen paikka ja työn laajuus aivan kuten työmäärittelyssä. Kiskosto on vaatimuksiltaan nykyvaatimusten mukainen. Kytkinvarokkeissa, sulakkeissa, kontaktoreissa ja apureleissa halutaan hyödyntää ABB:n tuotteita, sillä niitä on käytetty myös teollisuusalueen muissa ryhmäkeskuksissa. Riviliittimissä haluttiin hyödyntää samasta syystä WAGO:n ja Weidmüllerin tuotteita.

Ryhmäkeskukseksi valittiin Rittalin 200 A kennokeskus. Borealiksella on aikaisemminkin käytetty Rittal-tuotesarjan keskuksia vastaavissa asennustiloissa. Keskuksen arvioitu käyttöikä on 30 vuotta. Tämän vuoksi materiaaliksi valittiin ruostumaton teräs. Ruostumaton teräs on materiaalina terästä kalliimpi, mutta se kestää paremmin korroosiota. Koska asennuspaikka on sillan alla, keskuksen sijaintipaikka on kostea. Kosteuden lisäksi osa keskuksen sivusta altistuu myös auringon valolle. Nämä seikat lisäävät korroosion vaikutusta. Kosteuden vuoksi koteloluokaksi valittiin IP54 eli keskus on pölysuojattu ja roiskevedenpitävä (IP-luokat 2016).

Ryhmäkeskuksen mitoitusvirraksi valittiin 200 A ja sille tulevan syötön sulake 160 A. Sulaketta suurempi mitoitusvirta tarkoittaa mahdollisuutta laajentaa tarvittaessa keskuksen käyttöä sulaketta ja nousujohtoa vaihtamalla. Kyseiset toimet ovat koko keskuksen vaihtamiseen verrattuna halpoja. Lisäksi tällä voidaan varmistaa keskuksen kestävyys sen vanhetessa. Keskus suunnitellaan lukittavaksi. Tällä tavoin keskuksen käsiksi pääsevät henkilöt voidaan rajata.

Ryhmäkeskuksen suunnittelussa havaitut virheet korjaa Borealiksen suunnittelija. Kokoamista ei voida suorittaa ennen korjattujen piirustusten saapumista. Ryhmäkeskuksen toimittaja luovuttaa keskuksen piirustukset Borealikselle, jotta ne voidaan arkistoida sisäiseen järjestelmään. Näin varmistetaan oikeiden kytkentöjen tekeminen, jos keskuksen sisältöä halutaan muuttaa jälkikäteen. Johtimien värityksessä käytetään nykyistä värikoodausjärjestelmää. Keskuksessa käytetään suurta määrää merkintäkilpiä, jotta kytkentöjen helppo seuranta ja dokumentointi voidaan varmistaa.

Ryhmäkeskukselle on tehtävä tarvittavat koestukset. Urakointiyrityksen edustajan lisäksi keskuksen toimittajan edustajan on osallistuttava vastaanottotarkastukseen ja varmennustarkastukseen. Tarkastukseen osallistumisella saadaan varmistettua koestuksien paikkansapitävyys sekä työ- ja kokoonpanoyritysten kytkentöjen yhteensopivuus. Hankintamäärittelyn lopuksi esitellään yrityksen vaatimat takuuraajat ryhmäkeskuksen toiminnalle.

9 YHTEENVETO

Työn teko oli mielekästä, mutta haastavaa. Perusratkaisultaan työ oli käytännönläheinen. Aiheesta sain konkreettista oppia suunnittelutyöstä. Osa-alueet kattoivat suunnittelutyötä mitoituksen, keskusratkaisujen ja tarjouslaskennan parissa. Opinnäytetyön kirjoittamisen edetessä alkoi tulla selväksi, että näistä alueista suurimman painoarvon tulee saamaan mitoittaminen. Tämä sen vuoksi, että vastaavanlaisista mitoitusilanteesta ei ole suoraa esimerkkiä. Työ siis toimii hyvänä esimerkkitapauksena ryhmäkeskuksen mitoittamisesta.

Lopputuloksina voidaan sanoa, että käyttöön valitaan 160 A kahvasulakkeet. Uuden ryhmäkeskuksen tyyppi on kennokeskus. Keskuksen nimellisvirta on 200 A. Nimellisjännite on 400 V. Nousujohdoksi valittiin AMCMK 4*185/87, jonka poikkipinta-ala on 185 mm². Ryhmäkeskuksen lisäksi asennetaan sen läheisyyteen työmaakeskus.

Koen tehneeni tärkeää työtä Borealikselle tehdessäni esisuunnittelun uudesta ryhmäkeskuksesta. Aiemmin keskuksen ulkonäön ja komponenttien perusteella keskuksen uusiminen on viimeistään nyt ajankohtaista. Reilun 45 vuoden aikana keskuksen muovinen ulkokuori on heikentynyt auringon valon vaikutuksesta, ja kennot ovat paikoittain lohkeilleet. Vettä saattaa kertyä lohkeamista kennojen sisälle, mikä tekee keskuksesta tulevaisuudessa vaarallisen. Käytössä olevat komponentit ovat kosketussuojamattomia eli liittimien päät ovat vapaasti näkyvillä. Siksi keskuksen avaamista jännitteisenä ei suositella. Kuitenkin on yllättävää, että muovinen kennokeskus on kestänyt aikaa näin pitkään. Tuleva keskus suunniteltiin lukittavaksi, sillä nykyiseen keskukseen pääsee käsiksi kuka tahansa ruuvimeisselillä varustettu henkilö. Tämä seikka yhdistettynä niukkaan kosketussuojaukseen kasvattaa sähköiskun riskiä huomattavasti. Teollisuusalueelta löytyy samanlaisia alkuperäisiä keskuksia, jotka ovat käyttökänsä loppuvaiheessa.

Työssä haastavinta oli löytää tietoa keskuksen nykyisistä kytkennöistä ja mitoittamiseen käytettävistä laskukaavoista. Suunnittelutehtävissä on vakiintunut käytäntö valmiiksi lasketuista taulukoista, joiden mukaan katsotaan kaapelikohtaiset maksimipituudet ja muut vastaavat laskelmat. Taulukoissa asennustavoista riippuvat arvon muutokset katetaan suurilla varmuuskertoimilla, jotta kaapelit ovat kohteeseen riittäviä käyttötavasta riippumatta. Tästä johtuen lisätietojen saaminen laskelmien perusteista oli haastavaa. Kuitenkin käytännön toteutuksen loppupuolella saatiin tarvittavat lisätiedot ja laskelmat saatiin

tehtyä. Sysäyskertoimen olisi voinut määrittää tarkemmaksi, jolloin olisi saatu tarkempi oikosulkuvirran arvo.

Suunnittelutyötä tehdessä tuli selväksi, että usein puolet käytettävästä ajasta kuluu oikeiden lähtötietojen löytämiseen. Tämä siis tarkoitti useita arkistossa kulutettuja tunteja ja aiheeseen liittyvien kuvien arkistomeroiden etsimistä. Tätä kautta saatiin lisätietoa käytössä olleista lähdöistä. Hyödylliseksi tiedonkeruutavaksi osoittautui myös kytkentöjen tarkastelu paikan päällä, sillä osaa aikaisemmin puretuista laitteista ei ole poistettu arkistosta. Ryhmäkeskukseen lisättyihin lähtöihin ottivat kantaa sähkökunnossapidon työnjohtajat ja sähkötoiden johtaja. Näillä toimilla saatiin määritettyä tulevaan ryhmäkeskukseen tarvittavat toiminnot, kuten työmaakeskus ja varalähdöt.

LÄHTEET

- ABB. Kahvasulakkeet 2...1600 A. Pdf-dokumentti. 8; 26; 33; 40. Saatavissa: <https://library.e.abb.com/public/6bac18b236fde340c1257927002efd8c/1SCC317002C1801.pdf>. Päivitetty lokakuu 2011.
- ABB. 2007a. ABB teknisiä tietoja käsikirja 2000-07. Luku 3: Yleistä sähkötekniikkaa. 4. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/03_1_S%84hk%94tekniikka-yleist%84.pdf. Luettu 24.3.2016.
- ABB. 2007b. ABB teknisiä tietoja käsikirja 2000-07. Luku 7: Oikosulkusuojaus. 1; 7-8. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/07_1_Oikosulkusuojaus%20ja%20sulakkeet.pdf. Luettu 24.3.2016.
- ABB. 2007c. ABB teknisiä tietoja käsikirja 2000-07. Luku 11: Tehomuuntajat. 4; 7-8. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www.oamk.fi/~kurki/automaatiolabrat/TTT/11_Tehomuuntajat.pdf. Luettu 29.3.2016.
- Borealis Polymers Oy. 2016. Borealis Porvoo –esittelypaketti. Pptx-dokumentti. Päivitetty helmikuussa 2016. Ei yleisesti saatavissa.
- Ensto.fi. IP-luokat. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.alppilux.fi/fi/ip-luokat/ip-luokat>. Luettu 6.4.2016.
- Exxi.fi. 2013. SFS-EN-60204-1 standardin mukainen piuhojen ja kaapelien merkintä. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www.exxi.fi/wp-content/uploads/2013/07/SFS-EN-60204-1-standardin-mukainen-piuhojen-ja-kaapelien-merkint%C3%A4.pdf>. Luettu 18.2.2016
- Halme, J. 2015. Suojaus- ja kaukokäyttö. Luentomuistiinpanot. Centria Ammattikorkeakoulu. Ylivieskan yksikkö.
- Harsia, P. 2006. SFS 6000. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/030503/1147761307000/1147763175337/1147765304903/1147765422256.html>. Luettu 18.2.2016.
- Nuutinen, J. 2016. Granlund Joensuu Oy. Keskustelu 24.–25.2.2016.
- Prysmian Group. AMCMK. Saatavissa: http://fi.prysmiangroup.com/en/business_markets/markets/pd/download/datasheets/AMCMK.pdf. Päivitetty 29.10.2013.
- Reka.fi. Alumiinivoimakaapelit. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.reka.fi/voimakaapelit/alumiinivoimakaapelit>. Luettu 24.2.2016.
- SESKO ry. Mihin standardeja tarvitaan. Www-dokumentti. Saatavissa: http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/mihin_standardeja_tarvitaan. Luettu 18.2.2016.
- SESKO ry. Standardoimisjärjestöt. Www-dokumentti. Saatavissa: www.sesko.fi/sesko_ry. Luettu 18.2.2016.

SESKO ry. Sähkötekni­sen alan standardointijärjestö. Pdf-dokumentti. Saatavissa:
http://www.sesko.fi/files/467/SESKO_A5_syysk15.pdf. Luettu 18.2.2016.

Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2012. SFS-käsikirja 600–1.130; 134. Standardikirja. Helsinki.
Suomen standardoimisliitto SFS ry.

Suomen standardoimisliitto SFS ry. 2006. SFS-EN-60204-1 Koneiden sähkölaitteisto. 59-64; 152-154.
Standardisarja. Helsinki. Suomen standardoimisliitto SFS ry.

STUL ry. 2012. D1-2012 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 94–96; 130; 134; 177; 217; 224-
225 . Kirja. Helsinki. Painokurki Oy.

RYHMÄ	KAAVIO	NIMITYS	SULAKE A / A	KAAPELITYYPPI ² mm	I _n / A	P _n / kW	R
		POTENTIALINTASAUS		MK 50 kevi			
		SYÖTTÖ KESKUKSESTA M201 F0114 LÄHTÖ F115.G		AMCMK 4*185+57	200		
		PISTORASIAKESKUS	125/125				
		ERISTÄJIEN TUKITILA (VANHA PALOASEMA)	100/125	MCMK 3x25+10 vai AMCMK 3x50+25			
		VARA	/125				
		VALAISTUS R9 OHJAUSKYTKIN VALOANTURI	50/63	AMCMK 3x25+10			
		AUTOLÄMMITYSTOLPAT (VARASTOKENTÄ)	32/63	MCMK 3x10+10			
		VARA	/C16				
		VARA	/C16				
		VESIJOHDON LÄMMITYS OHJAUSKYTKIN VASTUS PÄÄLLE/POIS	C10	AMCMK 3x10+10			

L1,L2,L3 PE		Q1		F1		F1		F1		F1		K1		K2		F1		F1		F1		K3		K4		F1	
----------------	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--

Title		Borealis Polymers/Logistikka		F0114		RYHMÄKESKUS		PÄÄKAAVIO																				
Area	Code	Equipment	Scale	Week	Year	Design	Job	Definition	Appd.	Chkd.	Design	Job	Definition	Appd.	Chkd.	Design	Job	Definition	Appd.	Chkd.	Design	Job	Definition	Appd.	Chkd.	Design	Job	Definition
39	NG	M201	F0114				TARJOUSTA VARTEN																					
1	12.16																											

BOREALIS
 Department
 PORVOO WORKS
 Drawing Number

Revision 1
 Sheet 2 (2)

Appd.
 Chkd.
 Job Definition
 Week: 12.16
 Year: 12.16
 Design

Rev.	Week	Year	Description	Chk.	Appr.	Week	Year	Job Definition	Chk.	Appr.	Revision	Sheet																																																																													
1	12.16		TARJOUSTA VARTEN								1	1/2																																																																													
<table border="0" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%; vertical-align: top;"> A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT KESKUS 1. Nimellisjännite U_n 400 V 2. Jännitehäviö U_h _____ % 3. Taajuus f 50 Hz 4. Nimellisvirta I_n 200 A 5. Oikosulkukestoisuus terminen I_{ts} 14 kA dynaaminen I_{sd} 24 kA E3:n mukaan s _____ 6. Keskuksen häviöteho P _____ kW 7. Kiskot tai johtimet AC L1 _____ L2 _____ L3 _____ N _____ PE _____ PEN _____ 8. Kiskot tai johtimet DC L+ _____ M _____ L- _____ PE _____ 9. Ohjausjännite U _____ V f _____ Hz I _____ A S _____ kVA 10. Apujännite 1 _____ 11. Apujännite 2 _____ </td> <td style="width:33%; vertical-align: top;"> B RAKENNETIEDOT 1. Keskuksija kennon _____ kotelo _____ kehikko _____ 2. Koteloinsituukka IP 54 3. Keskuksen rakenne 1-puoleinen _____ 2-puoleinen _____ 2 kpl 1-puoleisia selät vastakkain _____ 4. Asennustapa pinnalle _____ upotettu _____ 5. Kiinnitys seinään _____ lattiaan _____ 6. Asennus- ja tukirakenteet sidekiskot _____ jaiustat _____ 7. Keskuksen yhtenäinen ovilaite lukolla _____ 8. Keskuksen oven ja kansien avautumiskulma min 90° _____ 180° _____ 9. Pintakäsitely valmistajan normaali _____ erilisen ohjeen mukaan _____ 10. Asennustila leveys _____ m korkeus _____ m syvyys _____ m 11. Ympäristön lämpötila normaali 20...25°C _____ min -40 °C – max -40 °C _____ 12. Keskukseen kaapelikulut 1 kpl/kenntä _____ 1 kpl/2 kenntää _____ valmistajan normaali _____ leveys _____ mm 13. Lattialla seisovan keskuksen alhaalla olevat läpiviennit avoin _____ palonkestävä _____ </td> <td style="width:33%; vertical-align: top;"> C TUNNUSMERKINNÄT 1. Tunnuksimerkinnät valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 2. Keskuksen tunnuskieli valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 3. Kansikojeloiden tunnuskieliväl valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 4. Kennokeskuksen kenttien merkintä juokseva numerointi _____ - vasemmalta oikealle _____ - oikealta vasemmalle _____ erill. ohjeen mukaan _____ 5. Kennokeskuksen lähtöjen merkintä juokseva numerointi _____ kentän numero + _____ juokseva numero _____ erill. ohjeen mukaan _____ 6. Sisäisten kojeiden merkintä valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 7. Sisäisten johtimien merkinnät ei suoriteta _____ erill. ohjeen mukaan _____ </td> <td style="width:33%; vertical-align: top;"> E KAAPELOINTITIEDOT 1. Syöttö kaapeli _____ kiskosta _____ laji _____ AMOMK _____ polkipinta 4*185+57 _____ mm² pituus (jännitehäviön laskemiseksi) 310 _____ m 2. Syötön tulosuunta _____ alhaalta _____ yhäältä _____ 3. Syötön sijainti vasemmalla _____ oikealla _____ keskellä _____ 4. Pääkaapeleiden lähtösuunta alas _____ ylös _____ 5. Pääkaapeleiden liittämisen kojeisiin riviittimiin _____ kojeisiin _____ 6. Ohjaukskaapeleiden lähtösuunta alas _____ ylös _____ 7. Ohjaukskaapeleiden liittämisen kojeisiin riviittimiin _____ </td> </tr> <tr> <td colspan="13"> D KALUSTETIEDOT 1. Keskuksen kalustus valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 2. Kalustuksen tyyppi kiinteä _____ uiosoitettava _____ uiosvedettävä _____ 3. Kalustustapa keskitetty _____ yksikköjähdät _____ 4. Merkkilamput hehkulamput _____ hohtalamput _____ LED-lamput _____ 5. Laskutusmittareiden toimittaja sähkölaite _____ keskusvalmistaja _____ 6. Laskutusmittaamun toimittaja sähkölaite _____ keskusvalmistaja _____ </td> </tr> <tr> <td colspan="13"> KESKUKSEEN LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET 12. Jakelujärjestelmä TN-C-S _____ käytömaadoitettu 4j. TN-S _____ käyttömaadoitettu 5j. IT _____ käyttömaad.imp.kautta IT _____ käyttömaadoittamaton IT _____ 13. Teho asennettu S _____ kVa tasattu S _____ kVa 14. Tehokerrain cos _____ 15. Lämmitystehon osuus P _____ kW </td> </tr> <tr> <td colspan="13"> <table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="width:33%;">Area 39</td> <td style="width:33%;">Code NG</td> <td style="width:33%;">Title</td> </tr> <tr> <td>Equipment M201</td> <td></td> <td>BOREALIS POLYMERS</td> </tr> <tr> <td>Scale</td> <td></td> <td>F 0114</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>RYHMÄKESKUS</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>TILAUSTIEDOT</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="13"> <table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="width:33%;">BOREALIS</td> <td style="width:33%;">Department PORVOO WORKS</td> <td style="width:33%;">Drawing Number</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>													A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT KESKUS 1. Nimellisjännite U _n 400 V 2. Jännitehäviö U _h _____ % 3. Taajuus f 50 Hz 4. Nimellisvirta I _n 200 A 5. Oikosulkukestoisuus terminen I _{ts} 14 kA dynaaminen I _{sd} 24 kA E3:n mukaan s _____ 6. Keskuksen häviöteho P _____ kW 7. Kiskot tai johtimet AC L1 _____ L2 _____ L3 _____ N _____ PE _____ PEN _____ 8. Kiskot tai johtimet DC L+ _____ M _____ L- _____ PE _____ 9. Ohjausjännite U _____ V f _____ Hz I _____ A S _____ kVA 10. Apujännite 1 _____ 11. Apujännite 2 _____	B RAKENNETIEDOT 1. Keskuksija kennon _____ kotelo _____ kehikko _____ 2. Koteloinsituukka IP 54 3. Keskuksen rakenne 1-puoleinen _____ 2-puoleinen _____ 2 kpl 1-puoleisia selät vastakkain _____ 4. Asennustapa pinnalle _____ upotettu _____ 5. Kiinnitys seinään _____ lattiaan _____ 6. Asennus- ja tukirakenteet sidekiskot _____ jaiustat _____ 7. Keskuksen yhtenäinen ovilaite lukolla _____ 8. Keskuksen oven ja kansien avautumiskulma min 90° _____ 180° _____ 9. Pintakäsitely valmistajan normaali _____ erilisen ohjeen mukaan _____ 10. Asennustila leveys _____ m korkeus _____ m syvyys _____ m 11. Ympäristön lämpötila normaali 20...25°C _____ min -40 °C – max -40 °C _____ 12. Keskukseen kaapelikulut 1 kpl/kenntä _____ 1 kpl/2 kenntää _____ valmistajan normaali _____ leveys _____ mm 13. Lattialla seisovan keskuksen alhaalla olevat läpiviennit avoin _____ palonkestävä _____	C TUNNUSMERKINNÄT 1. Tunnuksimerkinnät valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 2. Keskuksen tunnuskieli valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 3. Kansikojeloiden tunnuskieliväl valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 4. Kennokeskuksen kenttien merkintä juokseva numerointi _____ - vasemmalta oikealle _____ - oikealta vasemmalle _____ erill. ohjeen mukaan _____ 5. Kennokeskuksen lähtöjen merkintä juokseva numerointi _____ kentän numero + _____ juokseva numero _____ erill. ohjeen mukaan _____ 6. Sisäisten kojeiden merkintä valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 7. Sisäisten johtimien merkinnät ei suoriteta _____ erill. ohjeen mukaan _____	E KAAPELOINTITIEDOT 1. Syöttö kaapeli _____ kiskosta _____ laji _____ AMOMK _____ polkipinta 4*185+57 _____ mm ² pituus (jännitehäviön laskemiseksi) 310 _____ m 2. Syötön tulosuunta _____ alhaalta _____ yhäältä _____ 3. Syötön sijainti vasemmalla _____ oikealla _____ keskellä _____ 4. Pääkaapeleiden lähtösuunta alas _____ ylös _____ 5. Pääkaapeleiden liittämisen kojeisiin riviittimiin _____ kojeisiin _____ 6. Ohjaukskaapeleiden lähtösuunta alas _____ ylös _____ 7. Ohjaukskaapeleiden liittämisen kojeisiin riviittimiin _____	D KALUSTETIEDOT 1. Keskuksen kalustus valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 2. Kalustuksen tyyppi kiinteä _____ uiosoitettava _____ uiosvedettävä _____ 3. Kalustustapa keskitetty _____ yksikköjähdät _____ 4. Merkkilamput hehkulamput _____ hohtalamput _____ LED-lamput _____ 5. Laskutusmittareiden toimittaja sähkölaite _____ keskusvalmistaja _____ 6. Laskutusmittaamun toimittaja sähkölaite _____ keskusvalmistaja _____													KESKUKSEEN LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET 12. Jakelujärjestelmä TN-C-S _____ käytömaadoitettu 4j. TN-S _____ käyttömaadoitettu 5j. IT _____ käyttömaad.imp.kautta IT _____ käyttömaadoittamaton IT _____ 13. Teho asennettu S _____ kVa tasattu S _____ kVa 14. Tehokerrain cos _____ 15. Lämmitystehon osuus P _____ kW													<table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="width:33%;">Area 39</td> <td style="width:33%;">Code NG</td> <td style="width:33%;">Title</td> </tr> <tr> <td>Equipment M201</td> <td></td> <td>BOREALIS POLYMERS</td> </tr> <tr> <td>Scale</td> <td></td> <td>F 0114</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>RYHMÄKESKUS</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>TILAUSTIEDOT</td> </tr> </table>													Area 39	Code NG	Title	Equipment M201		BOREALIS POLYMERS	Scale		F 0114			RYHMÄKESKUS			TILAUSTIEDOT	<table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="width:33%;">BOREALIS</td> <td style="width:33%;">Department PORVOO WORKS</td> <td style="width:33%;">Drawing Number</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													BOREALIS	Department PORVOO WORKS	Drawing Number			
A SÄHKÖTEKNILLISET TIEDOT KESKUS 1. Nimellisjännite U _n 400 V 2. Jännitehäviö U _h _____ % 3. Taajuus f 50 Hz 4. Nimellisvirta I _n 200 A 5. Oikosulkukestoisuus terminen I _{ts} 14 kA dynaaminen I _{sd} 24 kA E3:n mukaan s _____ 6. Keskuksen häviöteho P _____ kW 7. Kiskot tai johtimet AC L1 _____ L2 _____ L3 _____ N _____ PE _____ PEN _____ 8. Kiskot tai johtimet DC L+ _____ M _____ L- _____ PE _____ 9. Ohjausjännite U _____ V f _____ Hz I _____ A S _____ kVA 10. Apujännite 1 _____ 11. Apujännite 2 _____	B RAKENNETIEDOT 1. Keskuksija kennon _____ kotelo _____ kehikko _____ 2. Koteloinsituukka IP 54 3. Keskuksen rakenne 1-puoleinen _____ 2-puoleinen _____ 2 kpl 1-puoleisia selät vastakkain _____ 4. Asennustapa pinnalle _____ upotettu _____ 5. Kiinnitys seinään _____ lattiaan _____ 6. Asennus- ja tukirakenteet sidekiskot _____ jaiustat _____ 7. Keskuksen yhtenäinen ovilaite lukolla _____ 8. Keskuksen oven ja kansien avautumiskulma min 90° _____ 180° _____ 9. Pintakäsitely valmistajan normaali _____ erilisen ohjeen mukaan _____ 10. Asennustila leveys _____ m korkeus _____ m syvyys _____ m 11. Ympäristön lämpötila normaali 20...25°C _____ min -40 °C – max -40 °C _____ 12. Keskukseen kaapelikulut 1 kpl/kenntä _____ 1 kpl/2 kenntää _____ valmistajan normaali _____ leveys _____ mm 13. Lattialla seisovan keskuksen alhaalla olevat läpiviennit avoin _____ palonkestävä _____	C TUNNUSMERKINNÄT 1. Tunnuksimerkinnät valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 2. Keskuksen tunnuskieli valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 3. Kansikojeloiden tunnuskieliväl valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 4. Kennokeskuksen kenttien merkintä juokseva numerointi _____ - vasemmalta oikealle _____ - oikealta vasemmalle _____ erill. ohjeen mukaan _____ 5. Kennokeskuksen lähtöjen merkintä juokseva numerointi _____ kentän numero + _____ juokseva numero _____ erill. ohjeen mukaan _____ 6. Sisäisten kojeiden merkintä valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 7. Sisäisten johtimien merkinnät ei suoriteta _____ erill. ohjeen mukaan _____	E KAAPELOINTITIEDOT 1. Syöttö kaapeli _____ kiskosta _____ laji _____ AMOMK _____ polkipinta 4*185+57 _____ mm ² pituus (jännitehäviön laskemiseksi) 310 _____ m 2. Syötön tulosuunta _____ alhaalta _____ yhäältä _____ 3. Syötön sijainti vasemmalla _____ oikealla _____ keskellä _____ 4. Pääkaapeleiden lähtösuunta alas _____ ylös _____ 5. Pääkaapeleiden liittämisen kojeisiin riviittimiin _____ kojeisiin _____ 6. Ohjaukskaapeleiden lähtösuunta alas _____ ylös _____ 7. Ohjaukskaapeleiden liittämisen kojeisiin riviittimiin _____																																																																																						
D KALUSTETIEDOT 1. Keskuksen kalustus valmistajan normaali _____ erill. ohjeen mukaan _____ 2. Kalustuksen tyyppi kiinteä _____ uiosoitettava _____ uiosvedettävä _____ 3. Kalustustapa keskitetty _____ yksikköjähdät _____ 4. Merkkilamput hehkulamput _____ hohtalamput _____ LED-lamput _____ 5. Laskutusmittareiden toimittaja sähkölaite _____ keskusvalmistaja _____ 6. Laskutusmittaamun toimittaja sähkölaite _____ keskusvalmistaja _____																																																																																									
KESKUKSEEN LIITETTÄVÄT KUORMITUKSET 12. Jakelujärjestelmä TN-C-S _____ käytömaadoitettu 4j. TN-S _____ käyttömaadoitettu 5j. IT _____ käyttömaad.imp.kautta IT _____ käyttömaadoittamaton IT _____ 13. Teho asennettu S _____ kVa tasattu S _____ kVa 14. Tehokerrain cos _____ 15. Lämmitystehon osuus P _____ kW																																																																																									
<table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="width:33%;">Area 39</td> <td style="width:33%;">Code NG</td> <td style="width:33%;">Title</td> </tr> <tr> <td>Equipment M201</td> <td></td> <td>BOREALIS POLYMERS</td> </tr> <tr> <td>Scale</td> <td></td> <td>F 0114</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>RYHMÄKESKUS</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>TILAUSTIEDOT</td> </tr> </table>													Area 39	Code NG	Title	Equipment M201		BOREALIS POLYMERS	Scale		F 0114			RYHMÄKESKUS			TILAUSTIEDOT																																																														
Area 39	Code NG	Title																																																																																							
Equipment M201		BOREALIS POLYMERS																																																																																							
Scale		F 0114																																																																																							
		RYHMÄKESKUS																																																																																							
		TILAUSTIEDOT																																																																																							
<table border="0" style="width:100%;"> <tr> <td style="width:33%;">BOREALIS</td> <td style="width:33%;">Department PORVOO WORKS</td> <td style="width:33%;">Drawing Number</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													BOREALIS	Department PORVOO WORKS	Drawing Number																																																																										
BOREALIS	Department PORVOO WORKS	Drawing Number																																																																																							



Laatija
TOPI VOLTTI

Työmääritys

Numero

	Pvm	Muutos 1	Sivu 1
Otsikko Ryhmäkeskuksen F 0114 uusiminen	Tarjous	Alue 39	Tunnus NG
	Muutos 1	Laitenumero	
Toimittaja	Tilaus	Toimitusaika	

1. TYÖKOHDE.....	2
2. TYÖN LAAJUUS.....	2
3. ASENNUKSET	2
4. MERKINNÄT	2-3
5. KOESTUKSET JA MITTAUKSET	3
6. SUUNNITELMAT	3
7. AIKATAULU.....	3
8. HANKINNAT	3
9. PURKUTYÖN TARKASTUSLISTA	4
10. LIITTYVÄT PIIRUSTUKSET	4

Revisio	Pvm	Kuvaus	Jakelu	Laatija	Tark.	Hyv.
1						
2						
3						
4						



Työmääritys

Numero

Muutos	Sivu
1	2

1. TYÖKOHDE

Työkohte sijaitsee Borealis Polymers Oy:n muovitehtaan korjaamorakennusta lähellä olevan ajotien sillan alla. Alue kuuluu muuntamo M201:n jakelualueeseen.

2. TYÖN LAAJUUS

Työhön kuuluu muuntamolta M201 tulevan syöttökaapelin uusinta, nykyisen keskuksen purkaminen ja uuden keskuksen asentaminen nykyisen tilalle. Lisäksi uudelle keskukselle tehdään koestukset ja mittaukset. Keskus saatetaan täyteen toimintakuntoon.

3. ASENNUKSET

3.1 LIITTYVÄT STANDARDIT

Parhaan teknisen tuloksen saavuttamiseksi on urakoitsija velvollinen ilmoittamaan hyvissä ajoin asennusvalvojalle, jos urakoitsija havaitsee työn aikana epäkohtia, jotka johtavat huonoon lopputulokseen.

Asennuksissa noudatetaan SFS-6000 (2012) pienjännitesähköasennusstandardia.

Lisäksi asennuksissa noudatetaan Borealisen spesifikaatioita.

Tilaaaja luovuttaa kyseiseen työhön tarvittavat spesifikaatiot ja piirustukset.

Jos urakoitsija ei tunne tarvittavia spesifikaatioita, urakoitsijan tulee pyytää ne tilaajalta urakkalaskentavaiheessa.

3.2 ASENNUKSET

Syöttökaapeli:

Uudelle keskukselle asennetaan muuntamolta M201 uusi syöttökaapeli 1193. Kaapeli korvaa nykyään käytössä olevan kaapelin. Muuntamolta syöttökaapeli kytketään kytkinvarokelähtöön F 115.G.

Keskukset:

Urakoitsija asentaa vanhan keskuksen tilalle uuden ryhmäkeskuksen. Keskus tulee pystyä asentamaan niin, että tarvittavat lähdöt yltävät keskukselle ilman jatkokappaleita. Keskuksen viereen asennetaan pistorasiakeskus, joka liitetään keskuksen kaapeliliitoksella.

Purkutyöt:

Nykyinen keskus puretaan kokonaisuudessaan. Kaikki kaapelit jätetään paikoilleen. Käytöstä poistettujen kaapeleiden päät tulpataan ja jätetään käännettynä kaapelihyllylle. Nykyinen syöttökaapeli 1193 tulpataan molemmista päistä ja jätetään hyllylle. Kaapelia ei merkitä varakaapeliksi. Huomioi kohta 9.



Työmääritys

Numero

Muutos

1

|

|

|

|

|

|

Sivu

3

4. MERKINNÄT

Asennukset merkitään alueella voimassa olevan merkintätavan mukaan.

Syöttökaapeli:

Uusi syöttökaapeli 1193 merkitään molemmista päistä rosterikilvellä, johon kirjoitetaan kaapelin tunnus.

5. KOESTUKSET JA MITTAUKSET

Urakoitsijan tulee noudattaa sähköasennusten käyttöönototarkastuksessa standardeja SFS-6000 ja SFS-EN 60204-1.

6. SUUNNITELMAT

Kaikkiin muutoksiin laitteiden kytkennöissä ja sijoituksessa on hankittava lupa tilaajan suunnittelijalta. Työn valmistuttua urakoitsijan tulee luovuttaa tilaajan valvojalle muutokset "punakynä"-piirroksina.

Tilaaaja hankkii omalla kustannuksellaan sähköasennusten varmennustarkastuksen. Urakoitsijan on otettava osaa tarkastukseen. Tarkastuksesta tulee esittää käyttöönototarkastuspöytäkirjat. Työn tulee olla valmistua niin, että vastaanottotarkastuksessa osoitetut puutteet tulevat korjatuiksi.

7. AIKATAULU

Aikataulu tulee tarkentumaan lähempänä hankintahetkeä.

8. HANKINNAT

Tilaaaja hankkii:

- Ryhmäkeskuksen
- Pistorasiakeskuksen

Urakoitsija hankkii:

- Kaikki muut suunnitelmissa ja asiakirjoissa esitellyt asennusmateriaalit ja sähköasennustarvikkeet.

9. PURKUTYÖN TARKASTUSLISTA

1. Tilataan sulakkeiden poisto
2. Sulakkeet poistetaan
3. Kaapelit irti
 - Kaapelit tulpataan
 - Kaapeli nostetaan kaapelihyllylle tai jätetään kaapelikanavaan.
 - Syöttöpäästä kaapelit irti ja tulpataan – pudotetaan kaapelitilaan
 - o Reikien palosuojaus
4. Ohjauskaapeli puretaan ristikytkentäkaapille asti
5. Jälleenkäynnistyksen puretaan
6. Puretun laitteen maadoitukset kiinnitetään lähimpään teräsrakenteeseen
7. Laitteen alusta tulee jättää turvalliseen tilaan
8. Kunnossapidon tiedottaminen poistetusta laitteesta

10. LIITTYVÄT PIIRUSTUKSET

Arkistonumero	Revisio	Selitys
B3-529	22	Muuntamo M201 valaistuskaavio
B3-2058 s. 40	13	Muuntamo M201 liittyvien kaapeliluettelo
B3-2058 s. 45A	7	Kaapeliluettelo LDPE
B3-20937 s. 10	19	M201 F011 kytkinvarokelähdöt, sähkökäyttöluettelo
B3-20937 s. 104	3	M201 F011 lähtö F115.G
B3-20937 s. 172	7	M201 F011 kokoonpanopiirustus

Purkupiirustukset:

B3-519	7	F 0114 periaatekaavio
B3-520 s. 1-6	4	F6 piirikaavio
B3-521 s. 1-2	4	F5 piirikaavio
B3-1893	2	1H28 virtapiiri- ja johdotuskaavio
B3-1894	2	1H29 virtapiiri- ja johdotuskaavio



BOREALIS
BOREALIS POLYMERS OY

Laatija
TOPI VOLTTI

Tark. Hyv. Pvm

HANKINTAMÄÄRITTELY

Numero

Otsikko PORVOO/ Keskukseen F 0114 Uusiminen	Tarjouspyyntö	Muutos 1	Lehti 1 (4)
	Muutos numero Tarkistettu tilausta varten	Alue 39	Tunnus NG
Toimittaja	Tilausnumero	Laitenumero M201	Työnumero

1. HANKINNAN KOHDE

Kohde on valaistusta, parkkipaikkaa ja toimitiloja syöttävä ryhmäkeskus F 0114. Keskus sijaitsee Borealis Polymers Oy:n teollisuusalueella.

2. HANKINNAN LAAJUUS

Laajuus sisältää ryhmäkeskuksen F 0114 toimituksen tilaajan varastoon kaikkien tässä hankintamäärityksessä ja piirustuksissa määriteltyjen laitteiden ja ominaisuuksien kanssa täyteen toimintakuntoon koestettuna ja kaikki asennukset sekä mittaukset tehtyinä. Hankintaan ei oteta kuitenkaan huomioon ryhmäkeskuksesta syötettävää pistorasiakeskusta, jonka Borealis tilaa.

3. KOJEISTO F0114 RK1

3.1 Yleistä

Keskus sijaitsee muovitehtaan korjaamorakennusta lähellä olevan sillan alla. Kojeistoon kuuluu itse ryhmäkeskus sekä sen välittömään läheisyyteen asennettava pistorasiakeskus.

3.2 Kojektorakenteet ja standardit

Keskukseen kaapelihylly sijaitsee samalla korkeudella keskuksen kanssa putkilinjojen yhteydessä. Hyllyltä kaapelointi tulee keskukselle alakautta.

Kojeisto kosketussuojataan voimassa olevien sähköturvallisuusmääräysten ja standardien mukaisesti.

Kojeisto kootaan Rittal 200A kaapista. Tiiveysluokka vähintään IP54. Keskuksen välittömään läheisyyteen asennetaan Vohekin Voima 1113- pistorasiakeskus.

Kennorakenteen tulee olla sellainen, että kaikki käyttö-, huolto- ja asennustyöt on mahdollista suorittaa edestäpäin.

Kennorakenteen tulee olla avattavissa vain työkalulla. Työmaakeskuksen pistokkeiden on oltava helposti käytettävissä.

3.3 Kiskosto

Asennettava kiskosto tulee olemaan 5-johdinjärjestelmän (TN-S) mukainen.

Nimellisvirta on 200 A, jonka tulee vastata lämmönnousua 50°C. N-kiskot mitoitetaan A/2 mukaisesti, PE-kiskot oikosulkulujuuden mukaan.

Kiskostomateriaalina käytetään kuparia tai alumiinia. Eristimen oikosulkulujuuden on täytettävä VDE 6070 vaatimukset. Oikosulkulujuuden tulee vastata kiskoston oikosulkulujuutta.

Muutos				
2	3	4	5	



BOREALIS
BOREALIS POLYMERS OY
Laatija
TOPI VOLTTI

HANKINTAMÄÄRITTELY

Pvm

Numero

Muutos	Lehti
1	2 (4)

4. LÄHTÖYKSIKÖT

4.1 Lähtöyksiköiden kojeet

Kojeisto asennetaan piirustusten mukaisesti. Johdotukset tehdään piirikaavioiden mukaisesti. Jos piirustuksissa havaitaan virheitä, suunnittelijalta on pyydetävä korjattu piirustus ennen kytkentöjen tekoa. Tarvittaessa laitemuutokset sovitaan tilaajan kanssa, katso kohta 6 "SUUNNITELMAT JA PIIRUSTUKSET".

Kytkinvarokkeina käytetään ABB OS-kytkinvarokkeita. Kontaktoreina ja apureleinä hyödynnetään ABB:n uutta sarjaa. Varalähdöt liitetään riviliittimille saakka.

Kahvasulakkeina käytetään ABB:n OFAA teollisuussulakkeita. Sulaketarvikkeet eivät kuulu hankintaan.

Riviliittiminä käytetään esim. WAGO:n tai Weidmullerin liittimiä. Kaikki pääkaavion mukaiset tulevat ja lähtevät kaapelit kytketään riviliittimille. Tarpeettomiksi käyneitä kaapeleita ei tarvitse kytkennöissä huomioida. PE- ja N-liittimiä tulee olla molempia vähintään yksi per lähtevä kaapeli. Riviliittimet sijoitetaan ruokalan puolelle lähelle työmaakeskusta.

4.2 Johtimet

Kojeiston sisäiset johtimet värikoodataan jännitetasojen mukaan seuraavasti:

- 400 / 230 VAC- vaiheet = musta
- Nolla N = vaaleansininen
- Suojamaa PE = keltavihreä

5. MERKINNÄT

5.1 Yleistä

Jokaisen kytkimen, merkkilampun ja varokkeen tulee olla luettavissa merkintäkilvestä, ellei sen käyttökohde ole muuten ilmeinen. Jokainen koje, laite tai liitin on merkittävä tunnuksella.

5.2 Kojeistojen etupinta

- Kilvillä merkitään:
- Keskuksen tunnus
 - Käytössä olevat liittimet
 - Kytkimien, merkkilamppujen ja mittareiden käyttötarkoitukset
 - Varoituskilvet
 - Maadoitukset

5.3 Kojeistojen sisälle tulevat merkinnät

Kojeiden merkintään käytetään tarrakirjaimia.

Muutos			
2	3	4	5



BOREALIS
BOREALIS POLYMERS OY
Laatija
TOPI VOLTTI

HANKINTAMÄÄRITTELY

Pvm

Numero

Muutos	Lehti
1	3 (4)

Riviliittimet tulee numeroida vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. Johtimia ei tarvitse numeroida.

6. SUUNNITELMAT JA PIIRUSTUKSET

Toimittaja tekee seuraavat suunnitelmat ja dokumentit:
- Kojeistojen rakenne-, kokoonpano- ja mittapiirustukset
- Kojeluettelot
- Käyttö- ja huolto-ohjeet
- Koestuspöytäkirjat

Toimittajan piirustukset tullaan liittämään osaksi tilaajan piirustussarjaa kojeluetteloa lukuun ottamatta. Piirustuksien liittämisen tekee tilaajan suunnittelija loppupiirustusten tekemisen yhteydessä. Toimittaja lähettää kyseiset piirustukset tilaajalle sähköisesti (DWG, DOC, XLS).

Toimittaja lähettää laatimistaan piirustuksista tiedostot tilaajalle ennen valmistukseen tai asennukseen ryhtymistä. Mahdolliset poikkeamat tästä teknisestä määrittelystä on ehdottomasti esitettävä tässä yhteydessä.

Tilaajan tarkastusaika on seitsemän (7) työpäivää siitä, kun piirustukset ovat saapuneet tilaajalle. Hyväksymisestä ja tarkennuksista tilaaja ilmoittaa toimittajalle.

7. KOESTUKSET

Laitteille tehdään ainakin seuraavat tarkastukset ja koestukset sekä mittaukset:
- Nimellisarvojen tarkistus
- Toimintojen tarkistus
- Eristysvastusmittaukset
- N- ja PE- johtimien erillisyyden mittaus
- Virtapiirin johdotuksen oikeellisuuden tarkistus
- Laitetoimittajan edustaja tulee osallistumaan toimituksen tarkastukseen. Tarkempi ajankohta sovitaan ennen tarkastusta. Toimittaja ilmoittaa alustavan ajankohdan.

8. TOIMITUSAIKA

Tarkemmat tiedot esitellään lähempänä kyseistä ajankohtaa. Toimitus tuodaan Borealikes varastoon Porvoossa.

9. LISÄTIETOJA

Kaikki kyselyt, tiedot ja asiapaperit on osoitettava:

Borealis Polymers Oy
Hankinnat
PL330
06101 Porvoo

10. LIITTEET

Pääkaavio ja tilaustiedot

Muutos				
2	3	4	5	



BOREALIS
BOREALIS POLYMERS OY
Laatija
TOPI VOLTTI

HANKINTAMÄÄRITTELY

Pvm

Numero

Muutos	Lehti
1	4 (4)

Mekaaninen takuu

Toimituksen takuu-aika on 18 kuukautta luovutuksesta, kuitenkin enintään 12 kuukautta käyttöönotosta. Toimittaja on takuu-aikana velvollinen korjaamaan tai uusimaan kaikki normaalikäytössä suunnittelu-, aine-, valmistus- tai asennusvikojen takia vioittuneet tai ennen aikojaan loppuun kuluneet osat. Takuusyistä hylätyt osat jäävät toimittajan omaisuudeksi. Uusituille osille annetaan vastaava takuu niiden käyttöönotosta lukien. Toimittaja vastaa takuehtojen mukaisten korjaus- ja muutostöiden välittömistä kustannuksista.

Toimituksen muiden osien takuu-aikaa pidennetään sillä ajalla, jonka laitos on ollut käyttökelttomana takuun piiriin kuuluvan vian takia.

Toimittaja ei ole vastuussa vioista, jotka johtuvat siitä, ettei koneita ja laitteita käytettäessä ole noudatettu riittävää varovaisuutta ja annettuja käyttöohjeita. Toimittaja ei ole myöskään vastuussa vioista, jotka johtuvat tilaajan suorittamista koneiden ja laitteiden puutteellisesta huollosta, virheellisestä varastoinnista, asennuksesta tai korjauksesta, normaalista kulumisesta ja huononemisesta, ilman toimittajan suostumusta tehdyistä muutoksista tai kolmannen henkilön tuottamuksesta. Toimittaja ei myöskään vastaa vioista, jotka johtuvat tilaajan toimittamasta aineesta tai tilaajan vaatimasta konstruktiosta.

Takuu-aikana todetut puutteet ja viat on toimittajan poistettava lyhimmissä mahdollisessa ajassa. Vaihnettavien osien asentaminen tapahtuu tilaajalle sopivana ajankohtana. Tilaaaja voi kuitenkin tehdä pienet vaihtotyöt toimittajan suostumuksella ja kustannuksella.

Tilaaaja on velvollinen viipymättä ilmoittamaan kirjallisesti toimittajalle havaitsemistaan vioista.

Ellei toimittaja täytä velvollisuuttaan korjata takuun piiriin kuuluvia puutteellisuksia sovittujen määräaikojen kuluessa, on tilaaja oikeutettu korjaamaan puutteellisuudet toimittajan kustannuksella ja vastuulla.

Takuu-aikana sattuneista vakavista häiriöistä on tilaajan informoitava toimittajaa, vaikka häiriö ei johtaisikaan takuukorjauksiin.

Takuuajan päätyminen todetaan kirjallisesti.

Suorituskykytakuut

Toimittaja takaa, että laitteilla saavutetaan tässä hankintamäärityksessä mainitut arvot sovituilla takuuedellytyksillä.

Muutos			
2	3	4	5