

Opinnäytetyö (AMK)  
Elektroniikka  
Elektroniikkasuunnittelu  
2018

Elmeri Aho

# SÄHKÖTURVALLISESTI KRIITTISTEN KOMONENTTIEN KARTOITUS JA TULOTARKASTUSMENETELMÄ N LUOMINEN



OPINNÄYTETYÖ (AMK / YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Elektroniikka

Maaliskuu 2018 | 25 sivua + liitteet

Elmeri Aho

# SÄHKÖTURVALLISESTI KRIITTISTEN KOMPONENTTIEN KARTOITUS JA TULOTARKASTUSMENETELMÄN LUOMINEN

Tässä työssä kartoitettiin toimeksiantajan, Wallac Oy:n, instrumenttituotannossa käytettävät sähköturvallisesti kriittiset komponentit. Näille komponenteille luotiin tulotarkastusmenetelmä tavaravastaanottoon. Alihankinnasta tuleville yksiköille tehtiin omat sertifikaatit, joilla toimittaja vakuuttaa käyttäneensä hyväksytyjä komponentteja.

Työ toteutettiin kartoittamalla yksitellen jokaisen komponentin käyttökohteet. Tämän kartoituksen jälkeen yksiköt jaettiin kahteen eri kategoriaan sen perusteella, tuleeko se koottuna alihankinnasta, vai valmistetaanko se itse. Alihankinnasta tuleville yksiköille luotiin omat sertifikaatit, ja tulotarkastukseen lista tarkastettavista komponenteista. Komponenttien valmistajan ja tyyppin tulee olla listassa, ja sertifikaateissa määriteltyjen mukaisia.

Työn tuloksena toimeksiantajalla on käytössään systeemi, jolla pystytään luotettavasti valvomaan tuotannossa käytettäviä kriittisiä komponentteja. Tavaravastaanottoon ja alihankkijoille on ohjeistettu, kuinka jatkossa tulee toimia kriittisten komponenttien suhteen.

ASIASANAT:

Sähköturvallisesti kriittiset komponentit, Standardit, Sähköturvallisuus, CE-merkintä

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Electronics

March 2018 | 25 pages + appendices

Elmeri Aho

## SURVEYING ELECTRICALLY CRITICAL COMPONENTS AND CREATING A CONTROL FOR THEM

The goal of this thesis was to survey electrically critical components used in the instrument assembling at Wallac Oy. These components are to be inspected upon arrival. Some units come directly from subcontractors. Unique certificates were made for these units assuring that these subcontractors have used components approved by Wallac Oy.

The project was carried out by surveying each component individually. After this survey units which included these components were divided into two categories. Units that are manufactured at Turku site and units that come from the subcontractors. Certificates were made for units coming from the subcontractors. Components used directly in manufacturing at Turku site were listed and this list was delivered to people inspecting arriving goods. This list and all the certificates included information about approved manufacturers and types of the components.

As a result of this project the client now has a system which ensures the usage of the right components. Subcontractors and people inspecting arriving goods have been instructed how this new system works regarding electrically critical components.

### KEYWORDS:

Electrically critical components, Standards, Electrical safety, CE marking

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	6
<b>1 JOHDANTO</b>	7
<b>2 SÄHKÖTURVALLISUUS</b>	8
2.1 Sähköturvallisuus suomessa	8
2.2 Historia	9
<b>3 SÄHKÖTURVALLISUUSSTANDARDIT</b>	10
3.1 Tukes ja Fimko	10
3.2 CE-merkintä ja direktiivit	11
3.2.1 Pienjännitedirektiivi	11
3.2.2 EMC-direktiivi	12
3.2.3 RoHS-direktiivi	12
<b>4 KRIITTISET KOMPONENTIT ELEKRONIIKKALAITTEISSA</b>	14
4.1 Turvallisuuskriittiset komponentit	14
4.1.1 Muuntaja	14
4.1.2 Kytkin ja riviliittimet	15
4.1.3 Sulake ja kuristin	17
4.2 Komponenttien valinta	18
<b>5 SÄHKÖTURVALLISESTI KRIITTISTEN KOMPONENTTIEN KARTOITUS JA TULOTARKASTUSMENETELMÄN LUOMINEN</b>	19
5.1 Projektin lähtökohdat	19
5.2 Projektin aloitus	19
5.3 Tulotarkastusohjeen ja sertifikaattien luominen	20
5.4 Tulotarkatuksen käyttöönotto	23
<b>6 YHTEENVETO</b>	24
<b>LÄHTEET</b>	25

## LIITTEET

Liite 1. Certificate of Conformity	26
------------------------------------	----

## KUVAT

Kuva 1. CE-merkki laitteissa jotka täyttävät direktiivin määräämät kriteerit	11
Kuva 2. Muuntajan rakenne	15
Kuva 3. Kytkin käyttökestävyydestissä	16
Kuva 4. Riviliitin hehkulankatestissä	16
Kuva 5. Kuristin	17
Kuva 6. Ensimmäinen sivu vastaanottoon tulevasta kriittisten komponenttien listasta	21
Kuva 7. Esimerkki alihankinnasta tulevan yksikön sertifikaatista	22

## KUVIOT

Kuvio 1. Kuolemaan johtaneet sähkötapaturmat Suomessa 1940 – 2000	9
---	---

## Käytetyt lyhenteet

AC	Vaihtovirta
DC	Tasavirta
Audit	Ulkopuolisen tahon tekemä laatutarkastus
V	Voltti
Tukes	Turvatekniikan keskus
EMC	Sähkömagneettinen yhteensopivuus
ROHS	Haitallisten aineiden käyttöä säätelevä direktiivi
SGS	Société Générale de Surveillance

# 1. JOHDANTO

Tässä työssä kartoitetaan PerkinElmer-konserniin kuuluvan Wallac Oy:n instrumentti-tuotannossa käytettävät sähköturvallisesti kriittiset komponentit, sekä luodaan niille tulotarkastusmenetelmä. Tarve tälle työlle on tullut SGS Fimkon auditin seurauksena. Wallac Oy valmistaa laitteita, reagensseja ja ohjelmistoja luonnontieteellistä tutkimusta, kliinistä diagnostiikkaa ja seulontaa varten. Turun toimipisteellä valmistetaan IVD laitteita, mikä tarkoittaa, että laitteilla tehdään tutkimuksia potilaasta tai terveestä henkilöstä otetuilla näytteillä. Wallac Oy on erikoistunut raskaana olevien äitien ja vastasyntyneiden seulontajärjestelmiin. Tällaisia laitteita valmistava yritys toimii tiukkojen laatu järjestelmien alaisena ja ulkopuoliset tahot valvovat auditoinneilla yrityksen toimintaa.

Työn teoriaosuudessa käsitellään yleisellä tasolla sähköturvallisuutta ja sen historiaa Suomessa. Lisäksi käsitellään erilaisia sähköturvallisuus standardeja, sekä niiden noudattamista valvovia tahoja. Lopuksi paneudutaan tarkemmin, mitä sähköturvallisesti kriittisillä komponenteilla tarkoitetaan ja millaisia komponentteja tähän ryhmään kuuluu.

Työn empiirisessä luvussa, luku 5, kuvataan mistä tarve työn tekemiselle syntyi. Luvussa kuvataan työn toteutusta komponenttien kartoituksesta tulotarkastuksen käyttöönottoon asti. Lopuksi on arvoitu työn onnistumista. Lähteinä työssä käytetään muun muassa standardoimisliittojen, Tukes ja SGS Fimko, käsikirjoja, dokumentteja ja verkkosivuja. Turvallisuus standardit, joihin tämä työ perustuu, ja joita on käytetty lähteinä, ovat Euroopan komission hyväksymiä ja täten voidaan pitää luotettavina lähteinä. Verkkosivuilta otettu tieto on ajan tasalla ja lähteiksi valikoitiin luotettavien toimijoiden verkkosivuja.

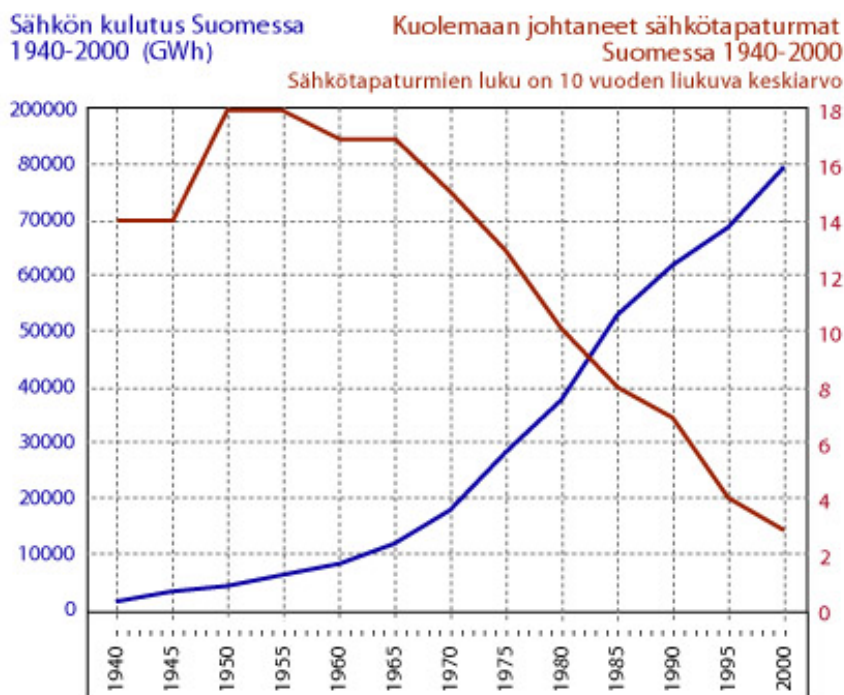
Täysin vastaavanlaista työtä ei ole aikaisemmin tehty, mutta useassa työssä sähköturvallisuus on keskeisenä osana työtä, esimerkiksi sähköturvallisuustesterien hankinta ja käyttöönotto niminen työ on tehty Turun Ammattikorkeakoulussa.

## 2.SÄHKÖTURVALLISUUS

Tavallisesta 230 V:n sähköverkosta saatu sähköisku on usein hengenvaarallinen. Alle 50 V isku ei yleensä ole hengenvaarallinen. Kiinnijääminen on lisävaarantekijä, mikä tarkoittaa, että jatkuva muutos sähkökentässä pitää yllä lihaskouristusta. Vaihtovirta tarkoittaa virran suunnan muuttumista edestakaisin. Suomessa pistorasiasta tuleva verkkovirta on vaihtovirtaa. Vaihtovirta on sinimuotoista aaltoa ja sen lyhenne on AC (alternating current). Tässä luvussa käsitellään sähköturvallisuutta suomessa [1] [2]

### 2.1 Sähköturvallisuus suomessa

Sähkön käyttö ja sen lisääntyminen ovat sidoksissa sähköturvallisuuteen. Sähkön käytön lisääntyminen yhteiskunnassa synnytti tarpeen laatia sähköturvallisuutta koskevia asetuksia ja lakeja. Suomessa sähkön käyttö on kasvanut suuresti sadan vuoden aikana, mutta sähkötapaturmien määrä on kuitenkin vähentynyt huomattavasti, kuten kuviosta 1 nähdään. [3]



Kuvio 1. Kuolemaan johtaneet sähkötapaturmat Suomessa 1940 – 2000 [3]



## 2.2 Historia

Suomessa sähkö otettiin ensimmäistä kertaa käyttöön Tampereella Finlaysonin tehtaiden Plevna-salissa vuonna 1882. Sähkö oli jo tunnettu ilmiö, mutta sitä ei ollut otettu vielä hyötykäyttöön. 1870-luvulla esiteltiin sähkökaarilamppuja, ja 1800-luvun loppu oli nopeaa keksintöjen aikaa. Kolmivaihe vaihtovirtamoottori keksittiin esimerkiksi 1800-luvun lopulla. Sähkö levisi yleiseen käyttöön hitaasti ja sen sääntelyä voidaan pitää alkaneen 1901, kun Nikolai II vahvisti lain sähkölaitoksista valon synnyttämistä, ja voimansiirtoa varten. Laki piti sisällään, että sellaisia laitoksia, joiden sähkövirta ja jännitys ovat korkeat, ja mitkä sijaitsevat sellaisilla paikoilla, että ne voivat aiheuttaa hengenvaaraa on järjestettävä erityinen silmälläpito. 1900-luvun alussa sähkölaitoksia perustettiin paljon koskien varsille. 1919 tuli voimaan laki sähkön vientikiellosta. Tarkoituksena oli turvata luonnonvarojen käyttö kotimaan tarpeisiin. [3] [4]

Suomen itsenäistyminen mahdollisti sähkö tarkastusten vakiinnuttamisen lainsäädännöllisin keinoin. Maaseutu sähkölaitosten määrä kasvoi vuosina 1917 – 1925 130:sta 430:een. Vuotta 1928 voidaan pitää keskeisenä käännekohtana. Silloin tuli voimaan sähkölaki, mikä tarkoitti alan kokonaisuudistusta. Maaseutu sähkölaitokset pystyivät pakkolunastamaan johtoihin tarvitsemansa maa-alueet, jos sopimukseen ei päästy. Paloöljypula 1930-luvulla nopeutti sähköistymistä. 1930-luvun lopulla oli sähköistetty kaikki kaupunkitalouksista ja lähes puolet maaseudun asunnoista. Ei-teollisen sähkö käyttö lisääntyi erityisesti vuodesta 1940 ja samalla kansainvälinen yhteistyö lisääntyi. Sotien aikana sähkö käyttöä säännösteltiin ja vientiä rajoitettiin. Teollisuudessa 90 prosenttia työvoima kapasiteetista toimi sähköllä talvisotaan mennessä. Sodassa Suomi menetti kolmanneksen vesivoimakapasiteetistaan. [3] [4]

Sodan jälkeen sähkön vientikielto kumottiin ja Suomi teki sopimukset Ruotsin ja Neuvostoliiton kanssa. 1960-luvulla perustettiin komitea selvittämään harvaanasuttujen alueiden sähköistämistä. Ydinvoimaan alettiin käyttää vuonna 1977, kun Loviisaan avattiin ensimmäinen ydinvoimala. Vuosien 1973 ja 1994 välisenä aikana sähkölaki kokonaan uudistui ja syntyi ensimmäiset tarkastustoiminnan järjestelyt. Euroopan unioniin liittymisen vuonna 1995 muutti sähköturvallisuuden toimintaympäristöä. Tällöin perustettiin myös turvatekniikan keskus Tukes. EU:n merkitys sähköturvallisuuden hallintotapaan suomessa on kuitenkin pieni. Sähköasennuksia ja niiden tarkastamista koskevat sääntöt määriteltiin uudestaan vuonna 1996. Muutokset eivät kuitenkaan johtuneet EU:sta, koska niitä koskevaa yhteisö lainsäädäntöä ei ole. [3] [4]

### 3. SÄHKÖTURVALLISUUS STANDARDIT

Tässä kappaleessa tarkastellaan erilaisia sähköturvallisuus standardeja ja tutustutaan Tukesin ja SGS Fimkon toimintaan ja tehtäviin.

#### 3.1 Tukes ja SGS Fimko

Tukes on lyhenne turvallisuus ja kemikaalivirastosta suomessa. Tukes on valvonta ja lupa viranomainen, joka valvoo ja edistää laitteiden ja palveluiden turvallisuutta, sekä luotettavuutta. Tukesin toiminnan keskeisin tarkoitus on suojella ihmisiä turvallisuus riskeiltä. Tukes valvoo monia toimialoja. Tähän työhön liittyen keskeisimpänä ovat sähkö, mittauslaitteet, sekä tuotteiden energia- ja ekologinen tehokkuus. Muita Tukesin töitä ovat muun muassa teollisuus- ja kuluttajakemikaalien ja biosidien tuotevalvontatehtävät, kasvinsuojeluaineiden riskinarviointi-, hyväksymis- ja valvontatehtävät sekä kemikaalirekisteri. Tukes myös kiertelee kodinkoneliikkeissä ja muissa myymälöissä. Tällaisilla tarkastuksilla valvotaan myytävänä olevien sähkölaitteiden vaatimustenmukaisuutta ja turvallisuutta. Tukesilla on oma testauslaitos, missä epäilyttävät tuotteet testataan. Myös maahantuojat ovat velvollisia antamaan selvityksen tuotteen vaatimustenmukaisuudesta. Jos tuotteet eivät täytä vaatimuksia on valmistajan, tai maahantuojan korjattava virheet, tai tuotteen myynti lopetetaan. Tällaisissa tapauksissa myös testien kustannukset voidaan veloittaa yritykseltä. [5] [6]

SGS on testaus-, tarkastus-, verifiointi-, ja sertifiointiyritys. SGS perustettiin vuonna 1878 ja aluksi yritys toimi maatalousalalla tehden tarkastuspalveluja. Vuonna 1919 yritys rekisteröitiin ja se sai nimen Société Générale de Surveillance. SGS Fimkon ydinpalvelut voidaan nykypäivänä jakaa neljään osaan. Tarkastuksilla Fimko auttaa kontrolloimaan määrää ja laatua, sekä noudattamaan eri alueiden markkina-, ja viranomaisvaatimuksia. Testauksen tarkoitus on vähentää riskien määrää ja nopeuttaa tuotteen markkinoille pääsyä. Fimkon myöntämän sertifikaatin avulla voidaan todistaa tuotteen täyttävän asiakkaan vaatimukset, kansalliset ja kansainväliset standardit sekä määräykset. Verifiointi takaa, että tuotteet ja palvelut vastaavat maailmanlaajuisia ja paikallisia määräyksiä. Fimko seuraa palveluja ja tuotteita raaka-aineista loppukulutukseen asti. [7]

### 3.2 CE-merkintä ja direktiivit

CE-merkki tarkoittaa, että tuote täyttää sitä koskevien direktiivien terveys- ja turvallisuus vaatimukset. Euroopan alueella markkinoitavat tuotteet, kuten sähkölaitteet, koneet, kaasulaitteet ja lämmitys kattilat tulee varustaa CE-merkillä. CE-merkinnän vaatimusten mukaisuus perustuu teknisen rakennetiedoston laadintaan. Tekninen rakennetiedosto sisältää muun muassa tuotteen testausraportit ja tiedoston on tarkoitus todistaa tuotteen täyttävän vaadittavat direktiivit. Kyky tasaiseen tuotantoon on myös yksi direktiivin vaatimista tekijöistä. Tuote voi vaatia joissain tapauksissa myös energiamerkintää tai e-merkintää. Tällaisissa tapauksissa ulkopuolinen puolueeton arvioija testaa ja tyyppihyväksyy tuotteen. Teknisen rakennetiedoston sisältö vaihtelee direktiiveittäin. [8] [9]



Kuva 1. CE-merkki laitteissa jotka täyttävät direktiivin määräämät kriteerit [11]

#### 3.2.1 Pienjännitedirektiivi

Pienjännitedirektiivi koskee usein sähkölaitteiden turvallisuutta. Oikein asennettuna ja huollettuna sähkölaitteen tulee olla sellainen, ettei se vaaranna henkilöiden, kotieläinten tai ympäristön turvallisuutta. Pienjännitedirektiivi on ollut voimassa vuodesta 1973 eteenpäin. Pienjännitedirektiivi koskee laitteita, joiden käyttöjännite on vaihtojännitteellä 50-1000 V ja tasajännitteellä 75-1500 V. Joillekin sähkölaitteille on olemassa omat direktiivit, joita tämä direktiivi ei koske. Tällaisia laitteita ovat muun muassa sähkölääkintälaitteet, sähkömittarit ja räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävät sähkölaitteet. Pienjännitedirektiivi ei myöskään koske kotitalouksien pistorasioita. Pienjännitedirektiivi koskee sähköstä aiheutuvia vaaratekijöitä. Oletus on, että standardien mukainen tuote täyttää vaatimukset. Kiistatapauksissa vaaditaan Fimkon raportti, missä todetaan tuotteen olevan direktiivien mukainen. [8]

### 3.2.2 EMC-Direktiivi

Sähkölaitteilta vaaditaan moitteetonta toimintaa erilaisissa ympäristöissä luotettavuuden, turvallisuuden ja huollettavuuden lisäksi. Sähkölaitteen tulisi toimia häiriöttömästi kaikissa sen eri käyttötarkoituksissa. EMC direktiivien mukainen laite toimii virheettömästi samassa tilassa olevien laitteiden kanssa. Tätä kutsutaan sähkömagneettiseksi yhteensopivuudeksi. Tämä yhteensopivuus koostuu laitteen kyvystä sietää ja päästää häiriöitä. Asuntoalueille ja teollisuusalueille on määritelty omat häiriötasot, jotta laitteet voisivat toimia häiriöttömästi. On olemassa kaksi yleissääntöä. Laitteet eivät saa aiheuttaa sovittua tasoa suurempaa häiriötä, ja laitteiden tulee kestää sovitun suuruiset häiriöt. Näin saadaan kaikki laitteet kummassakin toimintaympäristössä yhteensopiviksi. [8]

Sähkömagneettiset ilmiöt, jotka eivät mene laitteen hyötykäyttöön, luetaan sähkömagneettiseksi häiriöksi. Häiriöt voivat edetä säteilemällä, tai johtimia pitkin laitteesta toiseen. Esimerkkejä häiriöstä ovat esimerkiksi television huonolaatuinen kuva, radion rätinä tai tietokoneen virhetoiminnat. Sähkölaitteen tulee myös kestää tietty määrä häiriötä. Tätä kutsutaan immuniteetiksi käyttöympäristön häiriöitä vastaan. Sairaalalaitteet ovat hyvin herkkiä häiriöille ja usein matkapuhelimien käyttö onkin kielletty laitteiden lähellä. Maahantuojan, tai tuotteen valmistajan, vastuulla on varmistaa, että laite täyttää EMC direktiivin. Fimkon tarkastusta tarvitaan tilanteissa, missä valmistaja ei noudata standardeja. [8]

### 3.2.3 RoHS-direktiivi

RoHS-direktiivi kieltää eräiden ympäristölle vaarallisten aineiden käytön elektroniikka- ja sähkölaitteissa. Direktiivi tuli voimaan 1.7.2006 ja se on Euroopan unionin direktiivi. Tuotelähtöinen ympäristöpolitiikka on keskeinen osa Euroopan unionin ympäristöasioita koskevaa toimintaohjelmaa. Tuotteen jatkuva parantaminen, sekä toimijoiden yhteistyö tuotteen elinkaaren eri vaiheissa, ovat tuotelähtöisen ympäristöpolitiikan peruseräitä. Tuottajavastuu tarkoittaa, että valmistajalla on vastuu tuotteesta sen elinkaaren loppuun asti. Näin pyritään suojelemaan ympäristöä, säästämään luonnonvaroja sekä edistämään kestävä tuotantoa. Tähän liittyviä konkreettisia tavoitteita ovat esimerkiksi jätteen kierrätys, hyödyntäminen, vähentäminen ja ehkäiseminen. Ympäristömyönteinen tuotesuunnittelu, sekä ympäristönsuojelukustannuksien lisääminen tuotteen hintaan, kuuluvat tuottajavastuuseen. Laajennettu tuottajavastuu tarkoittaa periaatetta, jonka

mukaan saastuttaja maksaa. Ensisijaisessa vastuussa haitallisten ympäristövaikutusten korjaamisessa on niiden aiheuttaja. Jätehuollon vastuu on siirtynyt kunnilta tuottajille. EU:ssa WEEE-direktiivi määrää sähkö- ja elektroniikkatuotteiden tuottajavastuusta. [10]

RoHS-direktiivi on niin sanottu lainsäädäntöohje. Tarkoitus on antaa lainsäätäjälle toimintaohjeita, ei muuttaa jäsenvaltion lainsäädäntöä. Direktiivin mukaan tietyn määräajan kuluessa EU:n jäsenvaltion tulee muuttaa kansallista lainsäädäntöään niiden mukaisiksi. Suomessa RoHS-direktiivi astui voimaan 1.7.2006. RoHS-direktiivin sisältö on kaikissa EU-maissa sama. Toimintatavat eroavat valtioiden välillä direktiiviä sovellettaessa. WEEE-direktiivi on sähkö- ja elektroniikkaromun keräämisestä ja käsittelystä vastaava direktiivi. Sähkö- ja elektroniikkalaitteista puhuttaessa RoHS viittaa WEEE:hen. Joissain maissa WEEE-direktiivin laajuutta on kasvatettu, mikä tarkoittaa, että myös RoHS sääntely on näissä maissa tarkempaa. Suomessa, ei ainakaan toistaiseksi, ole mitään lisäehtoja, tai vaatimuksia WEEE-direktiiville. [10]

Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden kohdalla RoHS-direktiivi rajoittaa tiettyjen aineiden pitoisuuksia homogeenisessä materiaalissa. Tällaisia aineita ovat lyijy, elohopea, kromi, polybromibifenyylit ja polybromidifenyyleetterit. Pitoisuuksien tulee olla alle 0.1 painoprosenttia. Kadmium-pitoisuus saa olla vain 0.01 painoprosenttia. Käytännössä tämä tarkoittaa, ettei edellä mainittuja aineita saa esiintyä ollenkaan. Sähkö- ja elektroniikkalaitteella tarkoitetaan laitetta, joka tarvitsee sähkövirtaa, tai sähkömagneettista kenttää, toimiakseen asianmukaisesti, tai se on tarkoitettu tällaisen kentän, tai virran synnyttämiseen. Laite käyttää enintään 1000 V AC tai 1500 V DC jännitettä. [10]

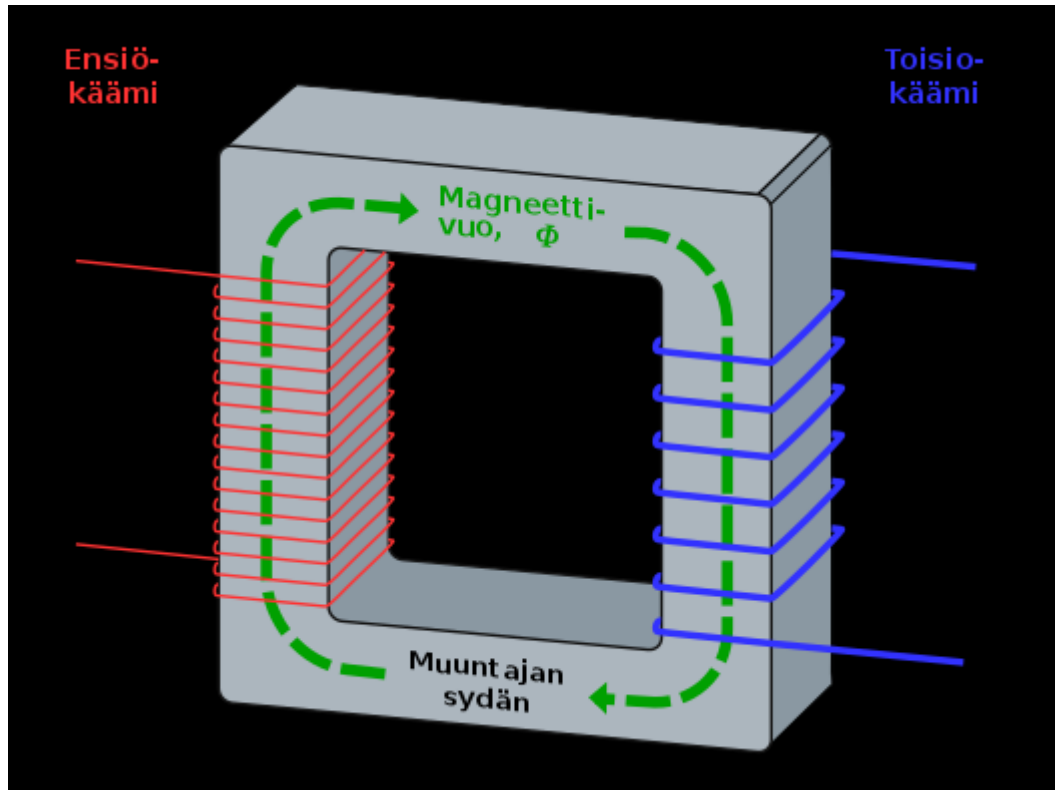
## 4. KRIITTISET KOMPONENTIT ELEKRONIIKKALAITTEISSA

### 4.1 Turvallisuuskriittiset komponentit

Tuotestandardit edellyttävät, että turvallisuuskriittiset komponentit täyttävät kyseisten komponenttistandardien vaatimukset. Komponenttien turvallisuus tulee olla tarkastettu, ennen kuin voidaan ruveta tarkastelemaan koko laitteen turvallisuutta. Komponenttia kutsutaan kriittiseksi, jos sen vikaantuminen voi aiheuttaa vaaratilanteen laitteessa. Turvallisuuskriittisiksi katsotaan kaikki verkkojännitepiirissä olevat suojaavat, eristävät tai toiminnalliset komponentit. [12]

#### 4.1.1 Muuntaja

Muuntajan tarkoitus on muuttaa ensiöjännite toisiojännitteeksi käyttötarpeen mukaan. Ensiöjännitteellä tarkoitetaan verkkojännitettä. Muuntajassa ensiöpiirin käämityksen tulee olla hyvin eristetty toisiopuolen käämityksestä, koska toisiojännite on usein kosketeltavissa. Jos ensiö- ja toisiokäämit ovat kosketuksissa toisiinsa muuntajapakassa, ne tulee olla eristettyinä toisistaan asianmukaisella pinnoituksella. Useimmiten käämit eivät kuitenkaan saa olla kosketuksissa toisiinsa, koska vain toisen käämin pinta on käsitelty eristävällä pinnoitteella. Muuntajan elinkaaren aikana tapahtuu useita lämpö- ja mekaanisia rasituksia. Tämän takia emalointia ei pidetä tarpeeksi riittävänä eristeenä. Muuntajan valmistusprosessin tulee olla erittäin hyvin suunniteltu, jotta käämit eivät pääse kosketukseen toistensa kanssa. Sähköisku on mahdollinen, jos käämien välinen turvaetäisyys ei ole riittävä. Pahimmassa tapauksessa 230 V AC verkkojännite voi päästä kosketeltavissa olevaan, 12 V DC toisiopuolelle. Alla kuva 2 muuntajan rakenteesta. [12]



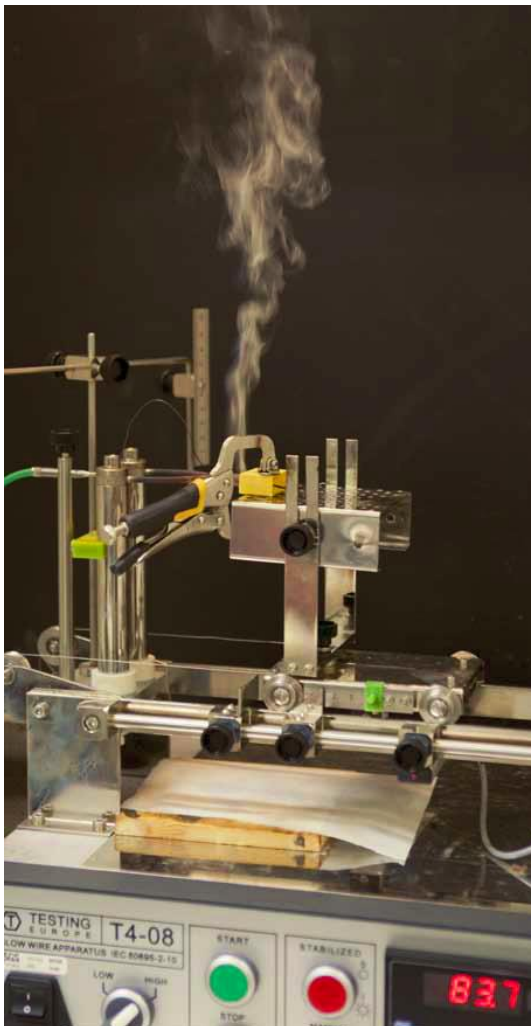
Kuva 2. Muuntajan rakenne [13]

#### 4.1.2 Kytkin ja riviliittimet

Kytkimissä on riskinä, että toistuvien käyttökertojen jälkeen kytkin vikaantuu. Kontaktien yhteen hitsautuminen voi aiheuttaa palovaaratilanteen. Kytintä kuormitetaan kymmenillä tuhansilla käyttöjaksoilla. Testin hyväksyminen vaatii, että kytkin on testin jälkeen edelleen toimintakunnossa. Riviliittimien tulee kestää kuormitettuna lämpörasitukset ja käytössä esiintyvät pintavirrat, koska liittimien eristysainemateriaalit ovat kosketuksissa jännitteisten osien kanssa. Riviliittimiä testataan hehkulanka- ja pintavirtatesteillä. Riviliittimien tulee olla myös kosketussuojattuja, eli hyvin eristetty kosketukselta. Kuvissa 3 ja 4 on kytkin ja riviliitin käyttöttestissä. [12]



Kuva 3. Kytkin käyttökestävyytestissä [12]



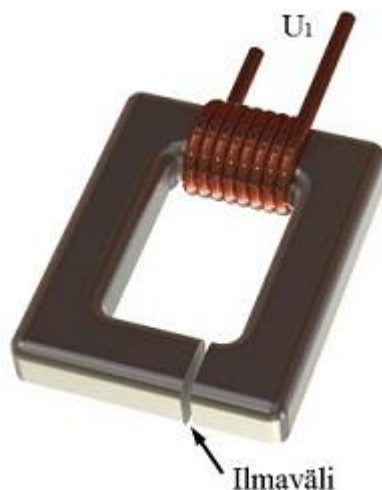
Kuva 4. Riviliitin hehkulankatestissä [12]



#### 4.1.3 Sulake ja kuristin

Sulakkeen tarkoitus on katkaista virtapiiri, kun sen läpi kulkeva sähkövirta ylittää sulakkeelle asetetun ylärajan. Virtapiiri katkeaa, kun sulakkeen sisällä oleva metallilanka sulaa poikki. Sulake estää sähkölaitteessa kulkevaa virtaa kasvamasta liian suureksi, ja aiheuttamasta vaaratilanteita käyttäjille. Rikkinäinen laite, tai ylikuormitus voivat olla syitä liian suurelle virralle. Sulakkeen rikkoutuessa tulee selvittää, miksi sulake on mennyt rikki ja korjata tilanne. Toimivassa laitteessa sähkövirta kulkee laitteen vastusten läpi. Rikkinäisessä laitteessa virta kulkee pistorasian navasta toiseen aiheuttaen oikosulun. Oikosulussa sähkövirta laitteen johdoissa ja seinän sisällä kasvaa. Virran kasvaessa sähköjohdot lämpenevät ja tulipalo on mahdollinen. [14]

Kuristin koostuu rautasydämeestä ja käämistä, joissa on ilmaväli. Sähkövirran suuruus käämissä muuttuu, kun käämiin syötetään vaihtovirtaa ja käämi synnyttää vaihtelevan magneettivuon rautasydämeen. Magneettivuo synnyttää vastakkaisen jaksoittain vaihtelevan sähkömotorisen voiman käämissä olevalle jännitteelle. Tämä sähkömotorinen voima vastustaa käämissä tapahtuvia virran vaihteluita. Yleisin kuristinrakenne on pakasydämellä varustettu kuristin. Jokaisella käämillä on induktanssi, jonka arvo määräytyy magneettipiirin vastuksesta, sekä johdinkierrosmäärästä. Kuristimia käytetään tasoittamaan virran muutoksia ja vähentämään häiriöitä. Kuristimilla on myös haittoja. Induktiivisia komponentteja sisältävissä piireissä kuristimet voivat aiheuttaa koskettimien ja kytkimien välillä kipinäntiä, kun piirejä katkaistaan. Alla kuva 5 kuristimesta. [15]



Kuva 5. Kuristin [15]

## 4.2 Komponenttien valinta

Käytettävää komponenttia valittaessa tulee varmistaa komponentin soveltuvuus käyttötarkoitukseen ja olosuhteisiin. Komponentin tulee olla mitoitusarvoissaan, ettei sitä kuormitettaisi nimellisarvoja enempää. Komponentin tulee soveltua olosuhteisiin, johon lopputuote on tarkoitettu. Tällaisia olosuhteen muutoksia voi tapahtua esimerkiksi lämpötilassa, kosteudessa ja likaantumisessa. Komponentin soveltuvuuden arvioinnin jälkeen tulee varmistaa, että komponentti on turvallisuusvaatimukset täyttävä. Paras tapa varmistaa vaatimusten mukaisuus, on valita pätevän sertifiointiyrityksen sertifioidia komponentteja. Näin varmistetaan, että komponentit on testattu puolueettomassa testauslaboratoriossa, vaadittujen turvallisuusstandardien mukaan. Tuotteita valvotaan myös vuosittaisilla valmistuspaikkojen tarkastuksilla. Kallein ja aikaa vievin tapa on varmistaa komponentin standardien mukaisuus vasta loppulaitteen valmistuksen yhteydessä. Tämä edellyttää yleensä kattavampia testejä. [12]

Usein laitteen elinkaaren aikana valmistaja joutuu käyttämään laitteessaan toisia vastaavia komponentteja. Paras tapa valmistautua tällaiseen tilanteeseen on jo laitteen suunnitteluvaiheessa valita vaihtoehtoisia korvaavia komponentteja. Näin on jo valmiiksi olemassa turvallinen vaihtoehto alkuperäisen komponentin korvaamiseksi. Vaihtoehtoiset komponentit tulee tarkastaa turvallisuuden osalta samalla tavalla kuin varsinaisetkin komponentit. [12]

## 5. SÄHKÖTURVALLISESTI KRIITTISTEN KOMONENTTIEN KARTOITUS JA TULOTARKASTUS MENETELMÄN LUOMINEN

Tässä luvussa käsitellään toimeksiantajalle tehtyä projektia sähköturvallisesti kriittisten komponenttien kartoituksesta. Tämän lisäksi käsitellään tulotarkastusprosessin luomista ja sen käyttöönottoa kyseisten komponenttien osalta.

### 5.1 Projektin lähtökohdat

Projekti sai alkunsa SGS Fimkon auditoinnista vuoden 2016 lopulla. Auditointi on tarkastus, jonka tarkoitus on havaita, onko auditoinnin kohteelle asetetut vaatimukset täytetty. Auditoinnit voivat kohdistua esimerkiksi laatujärjestelmävaatimuksiin, prosesseihin ja työohjeisiin. Tämän auditoinnin seurauksena toimeksiantajaa kehoitettiin luomaan tulotarkastusmenettely noin sadan sähköturvallisesti kriittisen komponentin osalta. Keskeistä on komponentin oikeellisuuden tarkastus. Lisäksi alihankinnasta tuleville yksiköille tulee luoda sertifiointi, jolla toimittaja vakuuttaa, että yksikössä on käytetty hyväksytyjä komponentteja.

### 5.2 Projektin aloitus

Projektin toimintasuunnitelma ja aikataulukset perustuivat SGS Fimkon seuraavaan auditointiin, minkä ajankohdan oletettiin olevan kesäkuun 2017 alussa. Tavoitteena oli, että tähän mennessä olisi esittää toimiva ratkaisu komponenttien oikeellisuuden takaamiseksi.

Tarkastuksen seurauksena SGS Fimko oli toimittanut toimeksiantajalle listan kriittisistä komponenteista, jotka vaativat tiukempaa kontrollia oikeellisuuden takaamiseksi. Projekti alkoi listan läpikäymisellä komponentti kerrallaan. Jokaisen komponentin kohdalla katsottiin, missä laitteissa sitä käytetään, ja vielä tarkemmin, missä yksikössä kyseistä laitetta. Tämän jälkeen yksiköt jaettiin kahteen eri kategoriaan. Ensimmäinen kategoria oli yksiköt, mitkä valmistetaan alusta loppuun turun toimipisteellä. Näissä yksiköissä käytetyt kriittiset komponentit tulevat suoraan toimeksiantajan tavaravastaanottoon. Näille

komponenteille tehdään tulotarkastusmenettely, jonka avulla jo komponentteja vastaanottaessa tarkastetaan niiden oikeellisuus. Näin estetään väärän tavaran pääsy tuotantoon asti.

Toinen kategoria oli alihankkijoilta toimitettavat yksiköt. Nämä yksiköt tulevat turun toimipisteeseen valmiiksi koottuina, mutta niidenkin osalta tulee varmistaa, että toimittajat ovat käyttäneet SGS Fimkon vaatimukset täyttäviä komponentteja. Tällaisille yksiköille päätettiin luoda omat sertifikaatit, joiden avulla toimittaja vakuuttaa käyttäneensä SGS Fimkon vaatimukset täyttäviä kriittisiä komponentteja.

Lista yksiköistä, joissa käytetään sähköturvallisesti kriittisiä komponentteja, kasvoi todella suureksi ja yksiköiden jakamisessa edellä mainittuihin kategorioihin oli isompi työ, kuin aluksi osattiin ennustaa. Tähän saatiin kuitenkin apua tuotannon työnjohtajalta, kenellä on paras tietämys alihankinnan kautta tulevista yksiköistä.

### 5.3 Tulotarkastusohjeen ja sertifikaattien luominen

Yksiköiden jaon jälkeen aloimme pohtia komponenttien vastaanottoon tulevaa tulotarkastusohjetta. Päädyimme ratkaisuun, missä kaikki vastaanottoon tulevat kriittiset komponentit on listattu yhteen dokumenttiin. Listaan on merkitty komponentin nimikenumero, kuvaus komponentista, komponentin valmistaja ja tyyppi. Joissain tapauksissa yhdelle komponentille voi olla useampi SGS Fimkon hyväksymä valmistaja. Tekemällä yhteistyötä oston kanssa rajasimme jokaiselle komponentille toimittajat, joilta komponentteja tilataan. Näitä verrattiin SGS Fimkon listaamiin ja lopullisesta listasta rajattiin pois kaikki ei hyväksytyt toimittajat. Alla olevassa kuvassa näkyy kyseisen listan ensimmäinen sivu. Komponenttien valmistajat ja tyyppi on poistettu esimerkkikuvasta salassapitosopimuksen vuoksi.

**Components included**

Wallac code	Description	Manufacturer	Type/model
11660125	Choke		
11660137	Choke		
11650068	Choke		
11700094	Fan		
11690045	Fan		
11690046	Fan		
11680114	Low current Switch		
11680111	Power switch		
11845029	Power switch		
11680110	Power switch		
11710047	Code reader		
11700073	Code reader		
11183040	Tube/strip		
11710059	Power supply		
11700068	Power supply		
11690074	Stepping motor		
11692116	Stepping motor		
11690091	DC motor		

Kuva 6. Ensimmäinen sivu vastaanottoon tulevasta kriittisten komponenttien listasta.

Alihankinnasta tuleville yksiköille täytyi luoda sertifikaatti, jonka toimittaja kuittaa. Jokaiselle yksikölle luotiin oma sertifikaatti, koska eri yksiköissä käytetään erilaisia kriittisiä komponentteja ja valmiita yksiköitä tilataan usealta eri alihankkijalta. Nämä sertifikaatit kulkevat koottujen yksiköiden mukana turun toimipisteeseen. Jos yksiköstä puuttuu kyseinen sertifikaatti, sitä ei voida asentaa laitteeseen. Näin pystytään varmistamaan, että

myös alihankinnasta tulevat yksiköt täyttävät SGS Fimkon asettamat vaatimukset kriittisten komponenttien osalta. Alla olevassa esimerkki alihankkijalta tulevan yksikön sertifiikaatista.

## Certificate of Conformity

### Components included in 10859152 Connection panel

Wallac code	Description	Manufacturer	Type/Model
11670001	Choke		
11880025	Fuseholder		
11880027	Fuseholder		
11862081	Other connector		
11845029	Power switch		
11240135	Wire cable		
11240146	Wire cable		
11240147	Wire cable		
11240148	Wire cable		
11830012	Fuse		

I acknowledge that all the components included in the assembly are consistent with the list above.

UNIT ID \_\_\_\_\_

Name

Signature

Date

\_\_\_\_\_

Kuva 7. Esimerkki alihankinnasta tulevan yksikön sertifiikaatista.

#### 5.4 Tulotarkastuksen käyttöönotto

Tarvittavien tulotarkastuohjeiden ja sertifikaattien luonnin jälkeen projektin seuraava vaihe oli kehitellyn systeemin käyttöönotto. Yrityksessä, kuten Wallac Oy, jossa on tarkat laatujärjestelmän asettamat vaatimukset, mitään uutta systeemiä ei voi ottaa käyttöön ennen muutostenhallintaa ja dokumenttien tarkastusta ja hyväksyntää. Luodut dokumentit liitettiin muutosehdotukseen ja muutoksen hyväksynnän jälkeen lähetettiin tarkastuskierrokselle, jossa jokainen dokumentti käydään yksitellen läpi. Systeemin käyttöönotto voidaan aloittaa vasta kun tämä tarkastus on tehty. Tarkastuksen tekevät tuotantotekninen osasto, tuotekehitys, sekä laatu-organisaation edustaja. Uudet dokumentit luotiin yrityksen Matrix -tuotetietohallintajärjestelmässä, ja linkitettiin siellä niitä koskeviin laitteisiin ja yksiköihin. Tällä tavalla dokumentit löytyvät oikeiden kohteiden alta, kun laitteita haetaan Matrix -järjestelmästä.

Uusien dokumenttien hyväksynnän jälkeen järjestettiin tarvittava koulutus tulotarkastuksessa työskenteleville henkilöille, jotka tulevat olemaan tekemisissä kriittisten komponenttien vastaanotossa. Lisäksi alihankkijoille annettiin ohjeet sertifikaattien kuittaamiseen ja tarkastamiseen. Käytännön syistä tämän osuuden työstä hoiti Wallacin tuotantotekniikka, jonka edustajien on helpompi olla yhteydessä alihankkijoihin ja tarvittava pätevyys järjestää vaatimusten mukainen koulutus.

## 6. YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin Wallac OY:n instrumenttituotannossa käytettävät sähköturvallisesti kriittiset komponentit, sekä luotiin järjestelmä, minkä avulla komponenttien oikeellisuutta voidaan valvoa. Projektin päätavoite oli vastata SGS Fimkon auditoinnissa esittämään poikkeamaan kriittisten komponenttien riittämättömästä seuraamisesta. Opinnäytetyössä käsiteltiin sähköturvallisuuksia ja sen historiaa Suomessa. Lisäksi käsiteltiin erilaisia sähköturvallisuusstandardeja, sekä niiden noudattamista valvovia tahoja. Lopuksi paneuduttiin tarkemmin, mitä sähköturvallisesti kriittisillä komponenteilla tarkoitetaan ja millaisia komponentteja tähän ryhmään kuuluu.

Projekti oli toimeksiantajalle välttämätön, koska tarve komponenttien seuraamiselle oli tullut SGS Fimkon auditin seurauksena. Alkuperäinen aikataulu ei aivan pitänyt, koska kriittisiä komponentteja oli odotettua enemmän. Lisääntynyt komponenttien määrä lisäsi kaiken työn määrää, alkukartoituksesta sertifikaattien luomiseen ja hyväksyntään asti. Pienestä myöhästymisestä ei ollut kuitenkaan suurta haittaa, sillä alun perin keväääseen suunniteltu seuraava SGS Fimkon audit olikin vasta kesällä. Kesään mennessä toimeksiantajalla oli esittää hyväksytyt suunnitelmat kriittisten komponenttien seuraamisesta. Pienestä aikataulujen venymisestä huolimatta projekti onnistui odotetulla tavalla ja systeemi, jolla sähköturvallisesti kriittisiä komponentteja seurataan, täytti toimeksiantajan, sekä Fimkon sille asettamat vaatimukset.

Mahdollisia kehityskohteita löytyy sertifikaattien ja listan päivitykseen liittyen. Laitteiden ja yksiköiden päivityksen yhteydessä usein myös elektroniikka ja komponentit muuttuvat. Tällöin tulisi myös huomata päivittää sertifikaatit ajan tasalle muutosten suhteen.



## LÄHTEET

- [1] Tukes, "Sähköturvallisuus = tietoa, tahtoa ja tekoja," [PDF-dokumentti]. Saatavilla [http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko\\_ja\\_hissit/kalvot/kodinsahkoturvall.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/kalvot/kodinsahkoturvall.pdf) (Luettu: 3.1.2018).
- [2] "AC/DC ja muuta olennaista sähköstä," [WWW-sivu]. Saatavilla: <https://aalto-muoto.wordpress.com/valo/nayttamovalaisun-perusteet/acdc-ja-muuta-olennaista-sahkosta/> (Luettu: 3.1.2018)
- [3] Tukes, "100 vuotta sähköturvallisuutta," [WWW-sivu]. Saatavilla: <http://www.tukes.fi/sahkoturvallisuus100/> (Luettu 4.1.2018)
- [4] Aarveaara Timo ja Stenwall Jari, "Sähköturvallisuuden hallintotapa Suomessa," [PDF-dokumentti]. Saatavilla [http://www.tukes.fi/tiedostot/julkaisut/10\\_2002.pdf](http://www.tukes.fi/tiedostot/julkaisut/10_2002.pdf) (Luettu: 4.1.2018)
- [5] Tukes, "Tietoa meistä," [WWW-sivu]. Saatavilla: <http://www.tukes.fi/fi/Tietoa-meista/> (Luettu 5.1.2018)
- [6] Tukes, "Sata tarinaa turvallisuudesta," [Verkkolehti]. Saatavilla: <http://verkkolehti.tukes.fi/sahkoturvallisuuden-historiaa-osa-v/> (Luettu: 5.1.2018)
- [7] SGS, "SGS Lyhyesti," [WWW-sivu]. Saatavilla: <http://www.sgs.fi/fi-fi/our-company/about-sgs/sgs-in-brief> (Luettu: 5.1.2018)
- [8] SGS, "CE-merkintä ja Direktiivipalvelut," [PDF-dokumentti]. Saatavilla [http://www.sgs.fi/-/media/local/finland/documents/technical-documents/sgs\\_cts\\_e\\_e\\_ce\\_marking\\_and\\_directives\\_fi\\_11\\_v1.pdf](http://www.sgs.fi/-/media/local/finland/documents/technical-documents/sgs_cts_e_e_ce_marking_and_directives_fi_11_v1.pdf) (Luettu: 6.1.2018)
- [9] Suomen standardoimisliitto SFS RY. SFS-käsikirja 133 CE-merkintä. Suomen standardoimisliitto SFS RY, 2010.
- [10] Teknoliateollisuus ry. RoHS Käytännössä. Teknoliateollisuuden julkaisuja 8/2007
- [11] Tukes, "CE-merkintä," [WWW-sivu]. Saatavilla: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/Kulutustavarat/CE-merkki/> (Luettu: 6.1.2018)
- [12] SGS Finland, "SGS Finlandin asiakslehti," [PDF-dokumentti]. Saatavilla: [http://www.sgs.fi/~media/Local/Finland/Documents/SGS%20Magazines/SGS\\_Finland%20Compact\\_1\\_2015.pdf](http://www.sgs.fi/~media/Local/Finland/Documents/SGS%20Magazines/SGS_Finland%20Compact_1_2015.pdf) (Luettu: 7.1.2018)
- [13] Wikipedia, "Kuva muuntajasta," [WWW-sivu]. Saatavilla: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Muuntaja> (Luettu: 7.1.2018)
- [14] Helsingin yliopisto, "Fysiikan menetelmät ja kvalitatiiviset mallit, Sähkö," [PDF-Dokumentti]. Saatavilla: [http://www.edu.helsinki.fi/astel-ope/pdf/astel\\_sahko.pdf](http://www.edu.helsinki.fi/astel-ope/pdf/astel_sahko.pdf)
- [15] Intertrafo, "Kuristin sähkötekniikan komponenttina," [WWW-sivu]. Saatavilla: <https://www.intertrafo.fi/muuntaja/kuristin>

## Certificate of Conformity

### Components included in 10859152 Connection panel

Wallac code	Description	Manufacturer	Type/Model
11670001	Choke		
11880025	Fuseholder		
11880027	Fuseholder		
11862081	Other connector		
11845029	Power switch		
11240135	Wire cable		
11240146	Wire cable		
11240147	Wire cable		
11240148	Wire cable		
11830012	Fuse		

I acknowledge that all the components included in the assembly are consistent with the list above.

UNIT ID \_\_\_\_\_

Name

Signature

Date

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_