

**Joni Heikkilä**

**Sähkökiukaan turvallisuustestaus**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2019**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Toukokuu 2019	<b>Tekijä/tekijät</b> Joni Heikkilä
<b>Koulutusohjelma</b> Sähkötekniikka		
<b>Työn nimi</b> Sähkökiukaan turvallisuustestaus		
<b>Työn ohjaaja</b> Hannu Puomio		<b>Sivumäärä</b> 25
<b>Työelämäohjaaja</b> Tapio Kunelius		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja perehtyä kotitalouslaitteiden turvallisuustestaukseen. Aihetta rajattiin vielä niin, että keskityin sähkökiukaan turvallisuustestaukseen. Tehtävänä oli selvittää, mitä vaatimuksia on pienjännitedirektiivissä, kotitalouksiin tarkoitettujen sähkölaitteiden turvallisuusstandardissa sekä sen täydentävässä alaosassa, joka on tarkoitettu sähkökiukaille. Tavoitteena oli myös löytää esimerkkejä sähköturvallisuustestilaitteista, joilla kyseisiä testejä voitaisiin suorittaa.</p> <p>Työ oli haastava, koska tietoa ei juuri muualta löytynyt kuin standardeista ja ne olivat todella raskasta luettavaa. Esimerkkejä sähköturvallisuustestereistä löysin kolme kappaletta.</p>		

<b>Asiasanat</b> Direktiivi, Standardi, Sähkökiuas, Turvallisuustestaus
--

## ABSTRACT

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> May 2019	<b>Author</b> Joni Heikkilä
<b>Degree programme</b> Electrical Engineering		
<b>Name of thesis</b> Safety Testing of an Electric Sauna Stove		
<b>Instructor</b> Hannu Puomio	<b>Pages</b> 25	
<b>Supervisor</b> Tapio Kunelius		
<p>The purpose of this thesis was to resolve and orient household electrical appliances safety testing. The subject was limited to electric sauna heating appliance safety testing. The task was to resolve what requirements there are in the Low Voltage Directive, the standard on household appliances and similar electrical appliances' safety and the standard on infrared cabins. The second task was to find examples the electrical safety testers that could be used these tests.</p> <p>The work was challenging because the information was not found elsewhere than in the standards and they were hard to read. I found three examples of electrical safety testers.</p>		

<b>Key words</b> Directive, Standard, Electric Sauna Stove, Safety Testing
---

TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	1
2 DIREKTIIVIT JA STANDARDIT .....	2
2.1 Pienjännitedirektiivi .....	2
2.2 Turvallisuustestauksen yleiset vaatimukset kotitalouksiin tarkoitetuille sähkölaitteille .....	3
2.3 CE-merkintä .....	4
3 SÄHKÖKIUKAAN TURVALLISUUSTESTAUKSEN OSA-ALUEET.....	5
3.1 Laitteiden suojaluokitus.....	5
3.2 Merkitseminen ja ohjeet .....	6
3.3 Suojaus jännitteisten osien koskettamiselta.....	7
3.4 Teho ja virta.....	8
3.5 Lämpeneminen .....	8
3.6 Vuotovirta ja jännitelujuus toimintalämpötilassa .....	9
3.7 Kosteudenkestävyys .....	10
3.8 Vuotovirta ja jännitelujuus .....	10
3.9 Epänormaali toiminta.....	10
3.10 Pystyssä pysyvyys ja mekaaniset vaarat .....	11
3.11 Mekaaninen lujuus .....	11
3.12 Laitteen rakenne.....	12
3.13 Sisäinen johdotus .....	14
3.14 Komponentit .....	14
3.15 Verkkoliitäntä ja laitteen ulkopuoliset kaapelit .....	15
3.16 Ulkoisten johtimien liittimet.....	16
3.17 Maadoituksen tekeminen.....	17
3.18 Ruuvit ja liittimet .....	17
3.19 Pinta- ja ilmävälit sekä etäisyydet eristyksen läpi.....	18
3.20 Lämmön- ja tulenkestävyys.....	18
3.21 Ruostumisenkestävyys .....	19
3.22 Säteily, myrkyllisyys ja vastaavat vaarat .....	19
4 SÄHKÖTURVALLISUUSTESTEREILLÄ SUORITETTAVAT MITTAUKSET JA LAITTEET .....	20
4.1 Vuotovirtatestaus .....	20
4.2 Jännitelujuustestaus.....	21
4.3 Maadoitustestaus.....	21
4.4 Esimerkkejä sähköturvallisuustestilaitteista .....	22
5 Yhteenveto .....	24
LÄHTEET .....	25

## **KUVIOT**

KUVIO 1. Vuotovirranmittauskytkentä toimintalämpötilassa .....	20
KUVIO 2. Maadoitustestaus .....	21

## **KUVAT**

KUVA 1. CE-merkintä .....	4
KUVA 2. Suojausluokan I merkintä .....	6
KUVA 3. Esimerkki merkinnästä Vuolux kiukaasta .....	7
KUVA 4. Testiprobe EN 61032 41 .....	8
KUVA 5. Testiympäristö lämpötilojen mittaamiseen .....	9
KUVA 6. Jousivasaratesteri .....	12
KUVA 7. Kuumalankatesteri .....	19
KUVA 8. Sefelec SXS500 sähköturvallisuustesteri .....	22
KUVA 9. Quanti GHILC sähköturvallisuustesteri .....	23
KUVA 10. VITREK V7X sähköturvallisuustesteri .....	23

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Turvallisuustestauksen osa-alueet .....	5
---	---

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyö tarkoituksena oli selvittää ja perehtyä kotitalouslaitteiden turvallisuustestaukseen. Esimerkkikohteeksi otettiin sähkökiuas. Työn tarkoituksena oli saada tieto siitä, minkälaisia testejä turvallisuustestaus sisältää ja minkälaisia testauslaitteistoja sähköturvallisuustestaus vaatii, jos niitä haluttaisiin tehdä Centria ammattikorkeakoulussa.

Opinnäytetyön aihe rajattiin käsittämään sähkökiukaan turvallisuustestausta. Opinnäytetyön tärkeimmät lähteet olivat pienjännitedirektiivi, kotitalouksiin ja vastaaviin käyttöihin tarkoitettut sähkölaitteet turvallisuus osa 1 (standardi SFS-EN 60335-1) sekä standardin alaosa, jossa on tarkennuksia sähkökiukaisiin ja infrapunasaunoihin (IEC 60335-2-53).

Kappaleessa kaksi käsitellään pienjännitedirektiivin vaatimuksia, jota sovelletaan vaihtovirralla nimellisjännitealueella 50V - 1000V ja tasavirralla nimellisalueella 75V - 1500V. Kappaleessa käydään myös läpi mitkä standardit koskettavat sähkökiukaan turvallisuustestausta.

Kappaleessa kolme käydään läpi standardien 60335-1 ja 60335-2-53 vaatimat tarkastukset ja testit sähkökiukaalle.

Kappaleessa neljä tarkastellaan sähköturvallisuustestereillä suoritettavia mittauksia sekä esimerkkejä sähköturvallisuustestereistä.

## 2 DIREKTIIVIT JA STANDARDIT

Sähkölaitteiden vaatimukset muodostuvat Euroopan unionin direktiiveistä, asetuksista ja päätöksistä sekä kansallisesta lainsäädännöstä. Direktiivit määrittävät olennaiset vaatimukset ja arviointimenetelmät, joiden avulla tuotteen vaatimuksenmukaisuus arvioidaan. Direktiivien lisäksi tarvitaan yhdenmuikaistettuja eurooppalaisia standardeja, josta selviävät sähkölaitteiden vaadittavat tekniset yksityiskohdat.

### 2.1 Pienjännitedirektiivi

Pienjännitedirektiivin tarkoituksena on varmistaa, että markkinoilla olevat sähkölaitteet ovat vaatimuksen mukaisia, joilla varmistetaan ihmisten terveyden ja turvallisuuden sekä kotieläinten ja omaisuuden suojelun korkea taso sekä taataan terve kilpailu EU:n markkinoilla. Pienjännitedirektiiviä sovelletaan vaihtovirralla nimellisjännitealueella 50V-1000V ja tasavirralla nimellisjännitealueella 75-1500V. Direktiiviä sovelletaan kaikkiin sähkölaitteiden käytöstä aiheutuviin vaaroihin kuten sähköiset, mekaaniset ja kemialliset vaarat. (Pienjännitedirektiivi 2014/35/EU.)

Pienjännitedirektiivin ulkopuolelle jäävät tuotteet kuten, kotitalouksien pistotulpat ja -rasiat, räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävät laitteet, radiologisiin ja lääketieteellisiin tarkoituksiin käytettävät sähkölaitteet, hissien sähköiset osat, sähkömittarit, sähköpaimenet ja laivoissa, ilma-aluksissa, rautateillä käytettävät erikoissähkölaitteet, jotka täyttävät kansainvälisten järjestöjen vaatimukset, joiden työskentelyyn jäsenvaltiot osallistuvat ja ammatilliseen käyttöön tarkoitettut asiakaskohtaisesti valmistetut arviointivälineistöt, joita käytetään ainoastaan tutkimus- ja kehityskäyttöön. (Pienjännitedirektiivi 2014/35/EU.)

Seuraavassa on esitelty pienjännitedirektiivin pääkohdat, joissa käsitellään yleisiä ehtoja, suojausta sähkölaitteen aiheuttamien vaarojen varalta sekä suojausta ulkoisten vaarojen varalta.

Sähkölaitteeseen on merkittävä olennaiset ominaisuudet, joiden tunteminen ja noudattaminen varmistavat sähkölaitteen turvallisen käytön niissä käyttötarkoituksissa joihin se on tarkoitettu, jos merkinnät eivät mahdu sähkölaitteeseen tulee ne laittaa mukana tulevaan asiakirjaan. Valmistajan nimi, kaupp nimi tai tavaramerkki merkittävä laitteeseen tai jos se ei ole mahdollista niin pakkaukseen. Sähkölaite siihen kuuluvine osineen on tehtävä varmistuen, että se voidaan turvallisesti kasata ja liittää verkkoon.

Sähkölaite tulisi suunnitella ja rakentaa siten että suojaus vaarojen varalta on varmistettu, jos sitä käytetään ja huolletaan käyttötarkoituksensa mukaisesti. (Pienjännitedirektiivi 2014/35/EU.)

On varmistuttava, että ihmiset ja kotieläimet ovat riittävästi suojattuja ruumiinvammalta tai muulta vahingolta, jonka saattaisi aiheuttaa suora tai välillinen sähköinen kosketus. On varmistuttava, että vaaraa aiheuttavia lämpötiloja, valokaaria tai säteilyä ei pääse syntymään. On varmistuttava, että ihmiset, kotieläimet ja omaisuus ovat riittävästi suojattuja sähkölaitteen aiheuttamien kokemuseräisesti havaittujen, muiden kuin sähköisten vaarojen varalta. On varmistuttava että, eristys on sopiva ennalta arvioitavissa olosuhteissa. (Pienjännitedirektiivi 2014/35/EU.)

On varmistuttava että, sähkölaite on odotettavissa olevien mekaanisten vaatimusten mukainen siten, ettei ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle aiheudu vaaraa. On varmistuttava että, sähkölaite kestää muut kuin mekaaniset vaikutukset odotettavissa olevissa ympäristöolosuhteissa siten, ettei ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle aiheudu vaaraa. On varmistuttava että, ennalta arvioitavissa oleva ylikuormittuminen ei aiheuta vaaraa ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle. (Pienjännitedirektiivi 2014/35/EU.)

## **2.2 Turvallisuustestauksen yleiset vaatimukset kotitalouksiin tarkoitetuille sähkölaitteille**

SFS-EN 60335-1 on suomenkielinen käännös eurooppalaisesta standardista EN 60335-1, joka on muunnos kansainvälisestä standardista IEC 60335-1. Standardi käsittää yleiset vaatimukset turvallisuustestauksesta kotitalouksiin tarkoitetuille sähkölaitteille. Eri laitteille on olemassa omat standardien alaosat, joita käytetään täydentämään 60335-1 standardin testejä. Standardi määrittelee suojaustason laitteiden aiheuttamille vaaroille kuten sähköiset, mekaaniset, lämpö-, tulipalo- ja säteilyvaaroja vastaan. Tämä standardi kattaa pienjännitedirektiivin 2006/95/EY oleelliset vaatimukset. (SFS-EN 60335-1.) Standardi 60335-2-53 on standardin 60335-1 alaosa sähkökiukaille ja valmisaunoille. Standardissa on täydentäviä kohtia osan 1 testeille, jos täydennyksiä ei ole, sovelletaan osan 1 kohdan testejä sellaisinaan.



### 2.3 CE-merkintä

CE-merkinnällä tuotteen valmistaja tai tuotteen valtuutettu edustaja vakuuttaa, että tuote täyttää tuotetta koskevat EU direktiivien ja asetusten vaatimukset. CE-merkinnän kiinnitys tapahtuu valmistajan tai valtuutetun edustajan toimesta. CE-merkintä kiinnitetään ainoastaan tuotteisiin, joilta sitä tuotelainsäädännön puolesta vaaditaan. (Tukes.)



Kuva 1. CE-merkintä (Euroopan komissio).

### 3 SÄHKÖKIUKAAN TURVALLISUUSTESTAUKSEN OSA-ALUEET

Alla olevaan taulukkoon olen jaotellut turvallisuustestauksen eri osa-alueet, sekä niiden vaatimuksenmukaisuuden todentamiset, jotka ovat joko tarkastamalla tai testaamalla/mittaamalla tai molempia. Vasemmanpuoleisesta sarakkeesta näkyy standardien kappale, josta kyseinen osa-alue löytyy. Oikeasta sarakkeesta löytyy osalle testeistä erillinen testistandardi, jonka mukaan testi suoritetaan. Osa-alueet on valittu sähkökiukaan mukaan, joten muutama kappale on jätetty pois.

TAULUKKO 1. Turvallisuustestauksen osa-alueet

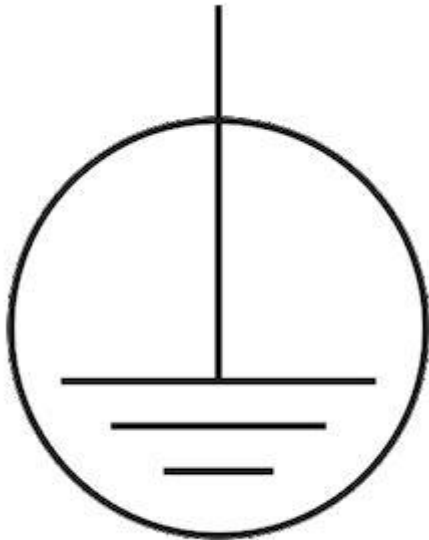
IEC 60335-1/60335-2-53 Standardin Kappale	Osa-alue	Vaatimuksenmukaisuuden todentaminen		Testaus standardi
		Tarkastamalla	Testaamalla/Mittaamalla	
6	Luokittelu	x		
7	Merkitseminen ja ohjeet	x		
8	Suojaus jännitteisten osien koskettamiselta	x	x	
10	Teho ja virta		x	
11	Lämpeneminen		x	
13	Vuotovirta ja jännitelujuus toimintalämpötilassa		x	
15	Kosteudenkestävyys		x	IEC 60529, IEC 60068-2-78
16	Vuotovirta ja jännitelujuus		x	
19	Epänormaalityöiminta		x	
20	Pystyssä pysyvyys ja mekaaniset vaarat		x	
21	Mekaaninen lujuus		x	IEC 60068-2-75,Ehb
22	Rakenne	x	x	
23	Sisäinen johdotus	x		
24	Komponentit	x	x	
25	Verkkoliitäntä ja laitteen ulkopuoliset kaapelit	x	x	
26	Ulkoisten johtimien liittimet	x	x	IEC60999-1
27	Maadoituksen tekeminen	x	x	
28	Ruuvit ja liitokset	x	x	
29	Pinta- ja ilmavälit sekä etäisyydet eristyksen läpi	x	x	
30	Lämmön- ja tulenkestävyys		x	
31	Ruostumisenkestävyys			
32	Säteily, myrkyllisyys ja vastaavat vaarat			

#### 3.1 Laitteiden suojausluokitus

Laitteilla täytyy olla suojausluokka sähköiskua vastaan jokin seuraavista: suojausluokka I, II, III. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla (IEC 60335-2-53:2011, kappale 6). Suojausluokassa I on peruseristyksen lisäksi lisäsuojarakenne, jonka avulla jännitteelle alttiit osat voidaan yhdistää kiinteän verkon suojajohtimeen, jolloin peruseristyksen rikkoontuessa ne eivät tule jännitteellisiksi. Suojausluokassa II on kaksoiseristys tai vahvistettu eristys mutta ei suojamaadoitusta. (Korpinen, L.) Suojausluokassa III

käytetään pienoisjännitettä, joka on maksimissaan 120 V vaihtojännitettä ja 50 V tasajännitettä. Jännite tuotetaan yleensä muuntajalla. (STEK.)

Kojeiden, ohjauslaitteiden, suojalaitteiden koteloituiluokka saunatiloissa on oltava vähintään IPX4, joka tarkoittaa, että laitteella on oltava suojaus vesiroisketta vastaan jokaisesta suunnasta. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (IEC 60335-2-53:2011, kappale 6.)



KUVA 2. Suojausluokan I merkintä (STEK)

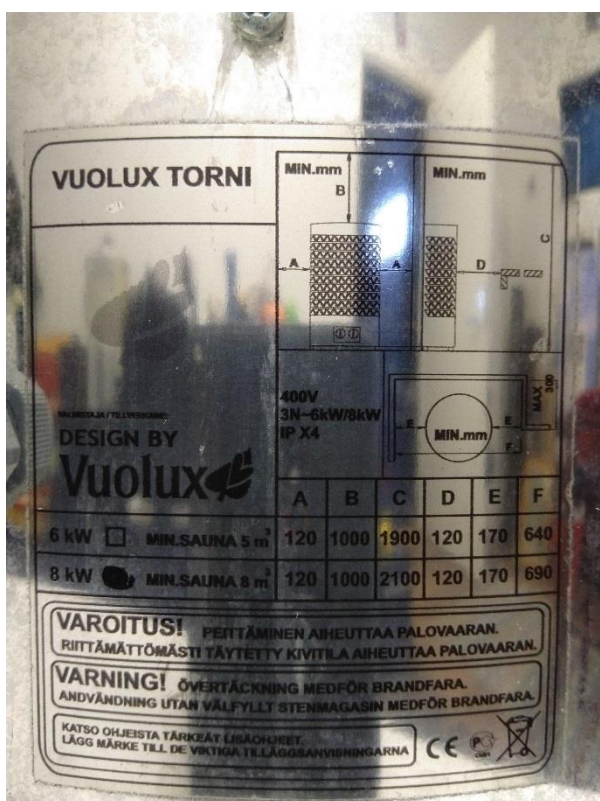
### 3.2 Merkitseminen ja ohjeet

Laitteeseen on merkittävä mitoitusjännite, mitoitustaajuus, mitoitus-teho, valmistajan tai vastuullisen edustajan nimi, malli- tai tyyppimerkintä, IP-tunnus mikäli se on muu kuin IPX0. Laitteesta on löydyttävä merkintä suojaetäisyyksistä ja varoituksista sekä syötön symboli. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1, IEC60335-2-53:2011, kappale 7.)

Kolmivaihelaitteille täytyy olla kytkentäkaavio. Lisäksi laitteesta täytyy löytyä seuraavat merkinnät: Liittimien merkintä, kytkimien merkintä, kytkimien ja ohjauslaitteiden asennon merkintä, ohjauslaitteiden sääntösuunnan merkintä, syöttökaapelin tyyppi ja jos laitteessa on vaihdettava lämpösulake tai sulake. vaatimuksen mukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1, IEC60335-2-53:2011 kappale 7.)

Standardin vaatimat merkinnät on oltava helposti luettavissa ja niiden täytyy olla laitteen pääosassa. Merkintöjen pitää olla kestäviä, joten niille tehdään kestävyystesti, jossa merkintää hangataan veteen kastetulla kangastikulla ja tämän jälkeen vielä bensiiniin kastetulla kangastikulla. Vaatimuksen mukaisuus todetaan tarkastamalla ja testaamalla. ( SFS-EN 60335-1, IEC60335-2-53:2011 kappale 7.)

Laitteelle täytyy olla käyttö- ja asennusohjeet jotka täytyy olla maan virallisella kielellä, jossa laitetta myydään. Vaatimuksen mukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1, IEC60335-2-53:2011 kappale 7.)



KUVA 3. Esimerkki merkinnästä Vuolux kiukaasta

### 3.3 Suojaus jännitteisten osien koskettamiselta

Laitteet on rakennettava niin, että niissä on riittävä suojaus jännitteisten osien tahatonta koskettamista vastaan. Muiden kuin suojausluokan II -laitteella käytetään EN 61032 mukaista testipuikkoa 41, jota käytetään 1N voimalla näkyvillä olevien lämmitysvastuksien jännitteellisiin osiin, sekä vastuksien kannattimiin. Sisäänrakennettavien laitteiden, kiinnitettävien laitteiden ja erillisinä yksiköinä toimitettavien laitteiden jännitteiset osat on suojattava vähintään peruseristyksellä ennen asennusta tai kokoonpanoa. Vaatimuksen mukaisuus todetaan tarkastamalla ja standardin SFS-EN 60335-1 kohtien 8.1.1 – 8.1.3 testeillä soveltuvin osin ottaen huomioon kohdat 8.1.4 ja 8.1.5. (SFS-EN 60335-1 kappale 8.)



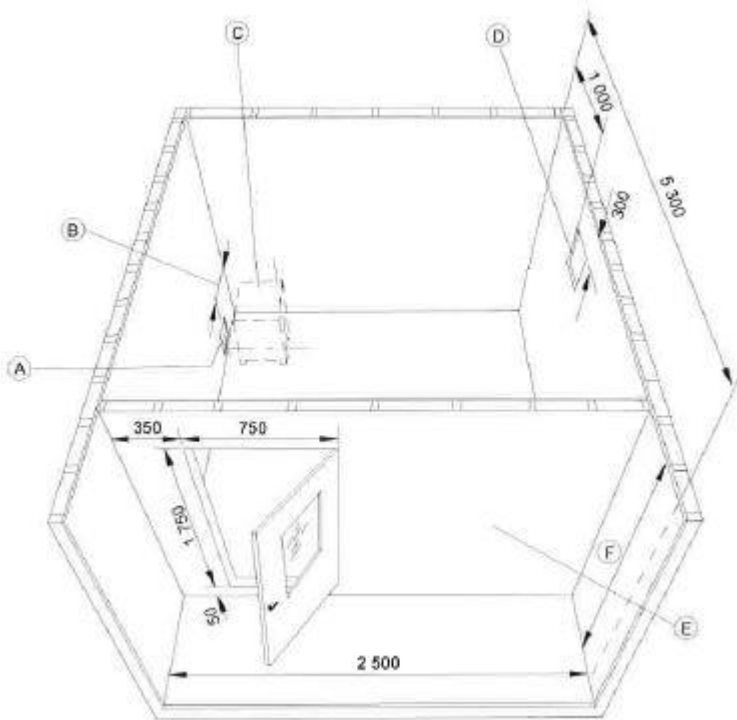
KUVA 4. Testiprobe EN 61032 41 (Guangzhou HongCe Equipment Co., Ltd).

### 3.4 Teho ja virta

Laitteen teho normaalissa toimintalämpötilassa ei saa poiketa mitoitusvahvasta enempää kuin +5% tai 20W riippuen kumpi näistä on suurempi ja -10%. Vaatimuksen mukaisuus todetaan mittaamalla sen jälkeen, kun teho on vakiintunut. Jos laitteeseen on ilmoitettu mitoitusvirta, niin se ei saa toimintalämpötilassa poiketa enempää kuin +5% tai 0.1 A riippuen kumpi on suurempi ja -10%. (SFS-EN 60335-1 kappale 10.)

### 3.5 Lämpeneminen

Laitteet ja niiden ympäristö eivät saa saavuttaa liian korkeita lämpötiloja normaalikäytössä. Lämpötiloja mitataan termoelementeillä, joilla mitataan muun muassa seinän, lattian, termostaatin, ohjausyksikön, syöttöjohdon, liittimien, releiden, kytkimien lämpötilaa. Yksityiskohtaisemmat tiedot, sekä sallitut lämpötilannousut löytyvät standardeista SFS-EN 60335-1 kappale 11 ja IEC 60335-2-53 kappale 11. (SFS-EN 60335-1, IEC 60335-2-53 kappale 11.)



KUVA 5. Testiympäristö kiukaan lämpötilojen mittaamiseen (IEC 60335-2-53).

A: Ilmanvaihto tulo

B: Säädettävä etäisyys

C: Kiuas

D: Ilmanvaihto poisto

E: Siirrettävä seinä

F: 1900mm, 2100mm tai 2300mm

### 3.6 Vuotovirta ja jännitelujuus toimintalämpötilassa

Kiukaan vuotovirta mitataan lämmityksen loppu vaiheessa. Kiuasta syötetään 1.15-kertaisella mitoitus-teholla. Mittauksessa voidaan käyttää pieni-impedanssista virtamittaria, jolla kyetään mittaamaan todellinen tehollisarvo. Vuotovirran raja-arvo on 0.75mA tai 0.75mA laitteen mitoitus-tehon kilowattia kohden, sen mukaan kumpi on suurempi, maksimiarvon ollessa 5mA. (SFS-EN 60335-1, IEC 60335-2-53 kappale 13.)

Jännitelujuustestissä laite erotetaan sähköverkosta ja testijännite kytketään jännitteisten osien ja koskeltavien osien välille yhden minuutin ajaksi, testin aikana ei saa tulla läpilyöntiä. Testijännitteet ja suurjännitelähteiden vaatimukset löytyvät SFS-EN 60335-1 kappale 13.3 taulukko 4 ja 5. (SFS-EN 60335-1 kappale 13.)

### **3.7 Kosteudenkestävyys**

Kosteudenkestävyytestit tehdään standardin IEC 60529 ja IEC 60068-2-78 mukaan. . Kosteudenkestävyytestin jälkeen suoritetaan vuotovirta- ja jännitelujuustestit, jossa huomataan, jos eristyksiin on päässyt vettä. (SFS-EN 60335-1 kappale 15.)

### **3.8 Vuotovirta ja jännitelujuus**

Vuotovirta- ja jännitelujuustestit tehdään kosteudenkestävyytestien jälkeen. Vuotovirran testijännite on 1.06-kertainen mitoitusjännite jaettuna luvulla  $\sqrt{3}$ . Vuotovirta mitataan viiden sekunnin kuluttua testijännitteen kytkemisen jälkeen, eikä vuotovirta kiukaalla saa ylittää 0.75mA tai 0.75mA laitteen mitoitustehon kilowattia kohden, sen mukaan kumpi on suurempi, maksimiarvon ollessa 5mA Jännitelujuustestin testijännitteet löytyvät SFS-EN 60335-1 kappaleen 16 taulukosta 3. Testin aikana ei saa olla läpilyöntiä. (SFS-EN 60335-1 kappale 16.)

### **3.9 Epänormaali toiminta**

Elektroniset piirit on suunniteltava ja niiden on toimittava niin että mahdollisessa vikatilanteessa laite on turvallinen. Epänormaalin toiminnan testit tehdään samoissa olosuhteissa kuin lämpeneminen kohdan testit. Mitoitustehoina käytetään 0.85 kertaista sekä 1.24 kertaista mitoitustehoa.

Elektroniset piirit testataan mitoitusjännitteellä, jossa tutkittavan kohdan ja syöttölähteen vastakkaisen navan väliin kytketään säätövastus suurimpaan arvoon asetettuna. Resistanssia pienennetään, kunnes vastuksen ottama teho saavuttaa maksimi arvonsa. Jos laite on vikaolosuhteissa riippuvainen pienoissulakkeesta, niin suoritetaan standardin 60335-1 kohdan 19.12 testit. Testin huomioitavat vikaolosuhteet on lueteltu kappaleessa standardin SFS-EN 60335-1 kappaleessa 19.11.2. Testien aikana ei laitteesta saa

tulla liekkejä, sulaa metallia, kaasuja ja lämpötilat eivät saa nousta yli 140 °C seinissä, katossa eikä lattiassa. Testien jälkeen, kun laite on jäähtynyt, on vaatimuksenmukaisuus täytyttävä kohdan suojaus jännitteisten osien koskettamiselta testien osalta. (SFS-EN 60335-1 kappale 19 ja IEC 60335-2-53 kappale 19.)

### **3.10 Pystyssä pysyvyys ja mekaaniset vaarat**

Testissä laitteen täytyy pysyä 10 ° kallistettuna pystyssä. Seuraavaksi testi toistetaan 15 ° kulmassa ja jos laite kaatuu, suoritetaan sille kohdan lämpeneminen testit, niissä asennoissa joissa se on kaatunut. Testin aikana lämpötilat eivät saa ylittää standardin SFS-EN 60335-1 taulukon 9 arvoja. (SFS-EN 60335-1 kappale 20.)

### **3.11 Mekaaninen lujuus**

Mekaaninen lujuus testataan jousivasaratestillä, jossa laitteeseen kohdistetaan iskuja standardin IEC 60068-2-75 testin Ehb mukaisesti. Laite tuetaan tukevasti ja kotelon jokaiseen heikkoon kohtaan kohdistetaan kolme iskua energialla 0.5J. Testin jälkeen laitteessa ei saa näkyä mitään sellaista vauriota joka huonontaisi standardin SFS-EN 60335-1 vaatimuksenmukaisuutta. (SFS-EN 60335-1 kappale 21.)





KUVA 6. Jousivasaratestillä testataan tuotteen mekaaninen lujuus (Seguridad electrica).

### 3.12 Laitteen rakenne

Kiinteissä laitteissa on varmistettava, että saadaan tehtyä kaikinapainen aukikytkeä syötöstä. Nämä kytkimet on kytkettävä suoraan syöttöliittimiin ja koskettimien avausvälin on täytettävä ylijänniteluokan III vaatimukset. Vaatimuksen mukaisuus todetaan tarkastamalla ja mittaamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 22.)

Laitteet on rakennettava niin, ettei vesi pääse vaikuttamaan sähköiseen eristykseen. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja epävarmoissa tilanteissa käytetään värjättyä vesiliuosta, jota laitetaan pipetin avulla laitteen sisällä oleviin osiin, joissa vuotoja voisi tapahtua. Testin jälkeen todetaan tarkastamalla, että käämeissä tai eristyksissä ei ole nestejälkiä. (SFS-EN 60335-1 kappale 22.)

Jos laitteessa on paikkoja, joita voi päästä koskettamaan ilman työkaluja ja joita mahdollisesti puhdistetaan normaalikäytössä, on sähkökytkentöjen oltava sellaisia, ettei niihin kohdistu vetorasitusta toimenpiteen aikana. Vaatimuksen mukaisuus todetaan tarkastamalla ja käsittelytestillä. (SFS-EN 60335-1 kappale 22.)

Laitteet on rakennettava niin, ettei sen eristyksiin, sisäisiin johdotuksiin, käämeihin, kommutaattoreihin ja liukurenkaisiin pääse öljyä, rasvaa tai muuta vastaavia aineita. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 22.)

Laitteessa mahdollisesti olevassa lämpörajoittimessa ei saa olla kiinteää kytkinlaitetta, jolla sen saa palautettua vahingollisesti. Laitteen kiinteät osat jotka estävät koskemasta jännitteisiin osiin on kiinnitettävä luotettavalla tavalla ja niiden on kestävä normaalikäytössä esiintyvä mekaaninen rasitus. Vaatimuksen mukaisuus todetaan testillä, joka on kuvattu standardin SFS-EN 60335-1 kappaleessa 22.11. (SFS-EN 60335-1.)

Laitteet täytyy rakentaa niin, että normaalikäytössä tartuttaessa kädensijoihin käsi ei saa koskettaa osien lämpötilannousu ylittää lyhytaikaisesti kädessä pidettävälle kädensijoille standardin SFS-EN 60335-1 taulukossa 3 määritellyn arvon. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja tarpeen mukaan määrittämällä lämpötilannousu. (SFS-EN 60335-1 kappale 22.)

Laitteessa ei saa olla teräviä kohtia jotka voivat aiheuttaa vaaraa käyttäjän hoitotoimenpiteen aikana paitsi niitä jotka ovat tarpeellisia laitteen toiminnalle. Laitteen kotelot eivät saa näyttää leluilta. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 22.)

Virtaa johtavien osien ja muiden metalliosien on oltava normaalikäytössä korroosiota vastustavaa materiaalia. Vaatimuksenmukaisuus todetaan epänormaali toiminta testien jälkeen tarkastamalla, että kyseisissä osissa ei näy jälkiä korroosiosta. (SFS-EN 60335-1 kappale 22.)

Laitteet eivät saa sisältää asbestia, PCB sisältäviä öljyjä eikä elohopeaa sisältäviä komponentteja lampuja lukuun ottamatta. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 22.)

Käyttönappien, vipujen, kädensijojen ja vastaavien osien akselit on oltava jännitteettömiä paitsi, jos akselia ei voi koskettaa osan poistamisen jälkeen. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja käyttämällä testipuikkoa tai testisormea. Muiden kuin suojausluokan III rakenteiden kädensijat, nupit ja vivut joita käytetään normaalikäytössä, eivät peruseristyksen eristysvian sattuessa saa tulla jännitteisiksi. Tätä vaatimusta sovelletaan kiinteillä laitteilla ainoastaan sähköisten komponenttien kädensijoihin, vipuihin ja nuppeihin edellyttäen, että ne on luotettavasti maadoitettu. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja tarvittaessa asiaan kuuluvilla testeillä. (SFS-EN 60335-1 kappale 22.)

Kondensaattoreita ei saa kytkeä lämpötilanrajoittimen koskettimien väliin, vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla (SFS-EN 60335-1 kappale 22).

Syötön liitännäkotelossa on oltava 5mm halkaisijaltaan oleva tyhjennysaukko tai 20mm<sup>2</sup> alueella vähintään 3mm halkaisijaltaan oleva aukko. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja mittaamalla. (IEC 60335-2-53 kappale 22.)

Laitteilla jotka eivät ole julkisissa tiloissa on ajastimen käyttöalue rajoitettu 6 tuntiin, automaattinen uudelleenkäynnistys ei ole sallittua. Termostaattien ja lämpörajoittimien on toimittava itsenäisesti, eivätkä ne saa ohjata samaa kontaktoria. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (IEC 60335-2-53 kappale 22.)

### **3.13 Sisäinen johdotus**

Johdinteissä ei saa olla teräviä kulmia ja niiden täytyy olla sileitä, jotta johtimet eivät vaurioidu. Läpivientien täytyy olla pyöristettyjä tai niissä on oltava läpivientiholkit. Johtimien täytyy olla suojattuja niin että ne eivät kosketa teräviä kohtia. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 23.)

Sisäisten johdotusten peruseristys on oltava sähköisesti samanarvoinen kuin standardin IEC 60227 tai IEC60245. Kelta-vihreitä johtimia käytetään vain maadoitusjohtimina eikä alumiinijohtimia saa käyttää sisäisessä johdotuksessa. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 23.)

### **3.14 Komponentit**

Komponenttien on täytettävä turvallisuusvaatimukset standardien edellyttävällä tavalla. Ellei komponentteja ole testattu erikseen, eikä merkitty tai käytetty merkintöjä vastaavasti, ne testataan laitteessa olevien olosuhteiden mukaisesti. (SFS-EN 60335-1 kappale 24.)

Lämpösuojat eivät saa olla itsestäänpalautuvia ja niiden on katkaistava kaikki lämmityselementit. Ohjauslaitteet ja suojalaitteet jotka sijoitetaan saunaan, on toimittava standardin kohdan lämpeneminen korkeimmassa lämpötilassa. (IEC 60335-2-53 kappale 24.)

Kojekytkimet, ajastimet ja termostaatit, jotka ohjaa relettä on oltava standardin IEC61058-1 mukaisia. Termostaatit, lämpötilanrajoittimet ja ajastimet on oltava standardin IEC 60730-1 mukaisia. Standardin 60730-1 mukaan testataan releet ja kontaktorit. (SFS-EN 60335-1 kappale 24.)

Taipuisissa kaapeleissa ei saa olla kytkimiä eikä itsetoimivia ohjauslaitteita. Ei saa asentaa laitetta, joka vikatapauksessa laukaisee kiinteässä asennuksessa olevan suojalaitteen. Laitteeseen ei saa asentaa lämpötilanrajoittimia, jotka voidaan korjata juottamalla, lukuunottamatta, jos juotteen sulamispiste on yli 230 C. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 24.)

Kytkimet joilla ohjataan kaikkinaapaista aukikytkentää, on kytkettävä suoraan syöttöliittimiin, koskettimien avausvälin on täytettävä ylijänniteluokan 3 vaatimukset. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja mittaamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 24.)

### **3.15 Verkkoliitäntä ja laitteen ulkopuoliset kaapelit**

Jos laite on tarkoitettu liitettäväksi yhteen syöttöön, niin sen saa varustaa vain yhdellä verkkoonliittämislaitteella. Jos kiinteästi asennettavalla laitteella on useampi verkkoonliittämislaitte pitää ne silloin eristää riittävästi toisistaan. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja mittaamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 25.)

Kiinteään asennukseen tulevalta laitteelta vaaditaan muun muassa, että laitteen syöttöjohtimet on kyettävä kytkemään sen jälkeen, kun laite on asennettu paikoilleen, laitteessa on oltava liittimet taipuisan kaapelin kytkemiseksi. Vaatimuksen mukaisuus todetaan tarkastamalla ja tarvittaessa tekemällä vaaditut kytkennät. (SFS-EN 60335-1 kappale 25.)

Kiinteästi asennettavat laitteet joiden mitoitusvirta on enintään 16A, kaapelien ja asennusputkien mitat täytyy olla standardin SFS-EN 60335-1 taulukon 10 mukaiset. Kaapeleiden ja asennusputkien sisäänvientiaukot on oltava sellaisia, etteivät ne pienennä ilma- ja pintavälejä standardin SFS-EN 60335-1 kohdan 29 arvoja pienemmiksi. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja mittaamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 25.)

Monivaiheiset kiinteästi asennettavat laitteet, joissa tulee verkkoliitännäjohto valmiiksi mukana, on verkkoliitännäjohto liitettävä laitteeseen Y-tyyppisellä liitännällä. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 25.)

Verkkoliitännäjohdon on oltava polykloropreeni päällysteinen eikä saa olla kevyempi kuin raskas polykloropreeni päällysteinen joustava johto (tyyppi 60245 IEC 66) (IEC 60335-2-53, 25).

Verkkoliitännäjohdon poikkipinnan suuruus katsotaan standardin SFS-EN 60335-1 taulukosta 11. Verkkoliitännäjohto ei saa koskettaa laitteen teräviin kulmiin. Suojausluokan I laitteilla on oltava suojamaa kelta-vihreä johdin. Verkkoliitännäjohtojen johtimia ei saa jäykistää tinaamalla, jos niihin kohdistuu kosketuspainetta. Säkeisen johtimen kärjen tinaus on sallittua. Laitteen läpiviennit on oltava eristysainetta ja sellaisia, etteivät ne vaurioita verkkoliitännäjohdon vaippaa asennettaessa. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 25.)

Verkkoliitännäjohdolla on oltava vedonpoistimet jotka ovat kosketeltavissa ainoastaan työkalua käyttäen. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja käsittelytestillä, jossa kaapeliin kohdistetaan 100N vetovoima 25 kertaa sekunnin välein, tämän jälkeen kaapeliin kohdistetaan 0.35Nm vääntömomentti mahdollisimman läheltä laitetta minuutin ajan. Kaapeliin sekä liittimiin ei saa tulla vaurioita, kaapeli saa liikkua enintään 2mm pituussuunnassa. (SFS-EN 60335-1 kappale 25.)

Syöttökaapelin kytkentätila on oltava sellainen, että ennen suojuksen takaisin laittamista voidaan tarkistaa, että kytkentä on tehty oikein. Suojukset eivät saa takaisin laittaessa vaurioittaa johtimien eristystä. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja asennustestillä. (SFS-EN 60335-1 kappale 25.)

Välilytkentäkaapelit on oltava irrotettavissa ainoastaan työkalua käyttäen, jos vaatimuksenmukaisuus heikentyy, kun ne kytketään auki. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja tarvittaessa asiaan kuuluvalla testillä. (SFS-EN 60335-1 kappale 25.)

### **3.16 Ulkoisten johtimien liittimet**

Laitteissa on oltava liittimet ulkoisten johtimien kytkemiseksi ja ne on oltava suojuksen alla. X-tyyppisellä liitännällä varustetuilla laitteilla liittimet on oltava sellaisia, joissa kytkennät tehdään ruuveilla, muttereilla tai vastaavilla, lukuun ottamatta, jos liitännät on juotetut. Ruuveilla ja muttereilla saa myös

puristaa sisäisiä johtimia, jos johtimet on aseteltu niin, etteivät ne siirry, kun syöttöjohtimia asennetaan. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja käsittelytestillä. (SFS-EN 60335-1 kappale 26.)

X-tyyppisen liitännän liittimien on oltava sellaisia, että johdin puristuu metallipintojen väliin ilman että johtimet vahingoittuvat. Liittimet eivät saa irrota, kun puristusosia käytetään eikä sisäiseen johdotukseen saa kohdistua räsitusta. Pintavälit ja ilmvälit eivät saa pienentyä alle standardin SFS-EN 60335-1 kohdan 29 arvojen. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja standardin IEC60999-1 kohdan 9.6 testillä. (SFS-EN 60335-1 kappale 26.)

Liittimien on oltava sellaiset, että poikkipinnaltaan standardien edellyttämät johtimet niihin mahtuvat. Liittimien on oltava lähellä toisiaan. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla, mittaamalla ja kiinnittämällä oikeankokoiset kaapelit. (SFS-EN 60335-1 kappale 26.)

### **3.17 Maadoituksen tekeminen**

Kosketeltavat metalliosat täytyy maadoittaa pysyvästi ja luotettavasti. Suojajännitepiirejä ei saa kytkeä maahan ellei ne ole PELV-piirejä. Maadoitusta ei saa kytkeä nolnaan. Maadoitusliittimet eivät saa päästä löystymään. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja käsittelytestillä. (SFS-EN 60335-1 kappale 27.)

Kaikkien maadoituksen osien täytyy olla galvanoituja, jottei niissä ole syöpymisvaaraa. Osien galvanoinnin paksuus pitää olla vähintään 5µm. Maadoitusliittimien ja maadoitettujen osien välinen resistanssi ei saa ylittää 0.1Ω. Vaatimuksen mukaisuus todetaan tarkastamalla ja mittaamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 27.)

### **3.18 Ruuvit ja liitokset**

Ruuvien ja liitosten on kestävä normaalikäytöstä aiheutuvat räsitukset. Ruuvit eivät saa olla eristysainetta, jos niiden korvaaminen metalliruuveilla voi heikentää eristystä. vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja standardin SFS-EN 60335-1 kappaleen 28.1 testillä. (SFS-EN 60335-1 kappale 28.)

Maadoitusliitokset on oltava sellaisia, ettei kosketuspaine vahingoita eristystä. Karkeakierteisiä ruuveja saa käyttää sähköisissä liitoksissa ainoastaan, jos ne puristavat näitä osia suoraan toisiaan vasten. Karkeakierteisiä sekä itseporautuvia ruuveja saa käyttää ainoastaan, jos niitä ei ole tarkoitus avata. Maadoituksessa pitää käyttää vähintään kahta ruuvia, ellei ruuvin kierrepituus ole vähintään puolet ruuvin halkaisijasta. Ruuvit ja mutterit on lukittava löystymistä vastaan, jos niitä käytetään maadoitus- tai sähköliitoksiin. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 28.)

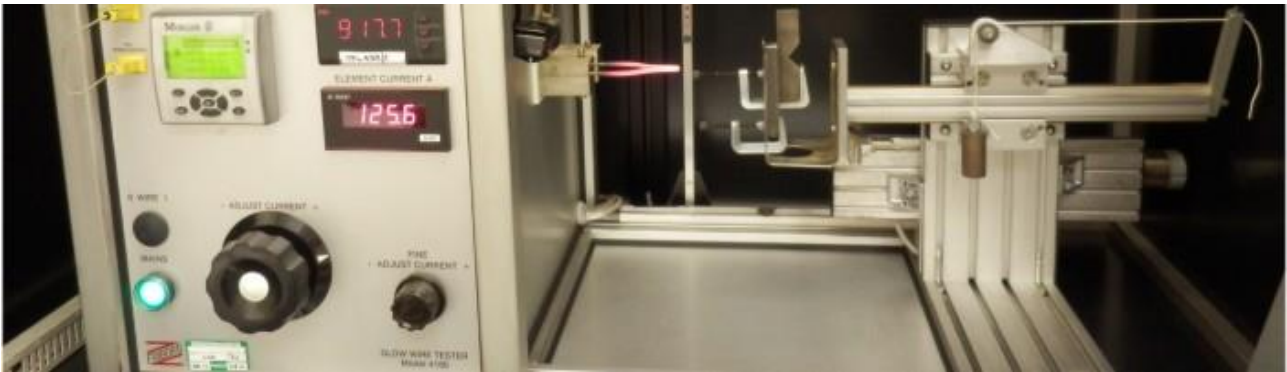
### **3.19 Pinta- ja ilmvälit sekä etäisyydet eristyksen läpi**

Laitteiden pinta- ja ilmvälit pitää olla riittävän suuret, jotta ne kestävät sähköiset rasitukset joille laite joutuu alttiiksi. Ilmvälit täytyy olla standardin SFS-EN 60335-1 taulukon 16 ja 15 mukaiset. Peruseristyksen ilmvälin täytyy olla riittävä kestämään normaalikäytön ylijännitteet. Lisäeristyksellä on oltava vähintään samat ilmvälit kuin peruseristyksellä. Ilmvälejä ei ole määritelty, jos laite täyttää kohdan toiminnallinen peruseristys oikosuljettuna vaatimukset. Pintavälien on oltava vähintään sen suuruisia kuin toimintajännitteellä on vaadittu, huomioon ottaen likaantumisasaste ja materiaali. (SFS-EN 60335-1 kappale 29.)

Peruseristyksen ja lisäeristyksen ilmvälit eivät saa olla standardin SFS EN 60335-1 taulukon 17 arvoja pienempiä ja vahvistetun eristyksen pitää olla vähintään kaksinkertainen taulukon 17 arvoihin nähden. Toiminnallisen eristyksen pintavälit katsotaan taulukosta 18 ja 19. Lisäeristyksen paksuus pitää olla vähintään 1mm ja vahvistetun eristyksen vähintään 2mm kestääkseen laitteen sähköiset rasitukset. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tarkastamalla ja mittaamalla. (SFS-EN 60335-1 kappale 29.)

### **3.20 Lämmön- ja tulenkestävyys**

Ulkoisten osien on kestävä riittävästi lämpöä ja niiden täytyy olla syttymistä ja tulen leviämistä vastustavaa materiaalia. Vaatimuksenmukaisuus todetaan tekemällä standardin SFS EN 60335-1 kohdan 30.1 ja 30.2.1 tai 30.2.3 mukainen testi. Ei metallisille osille tehdään hehkulankatesti, jossa lämpötila on 550C. Ei metallisille osille jotka kannattelevat liittimiä, joissa kulkee yli 0.2A virta, tehdään standardin SFS-EN 60335-1 kappaleen 30.2.3.1 ja 30.2.3.2 mukainen hehkulankatesti. (SFS-EN 60335-1 kappale 30.)



KUVA 7. Kuumalankatesteri (kA Testing facility).

### 3.21 Ruostumisenkestävyys

Jotta laite täyttäisi standardin vaatimukset, on se suojattava riittävästi ruostumista vastaan (SFS-EN 60335-1 kappale 31).

### 3.22 Säteily, myrkyllisyys ja vastaavat vaarat

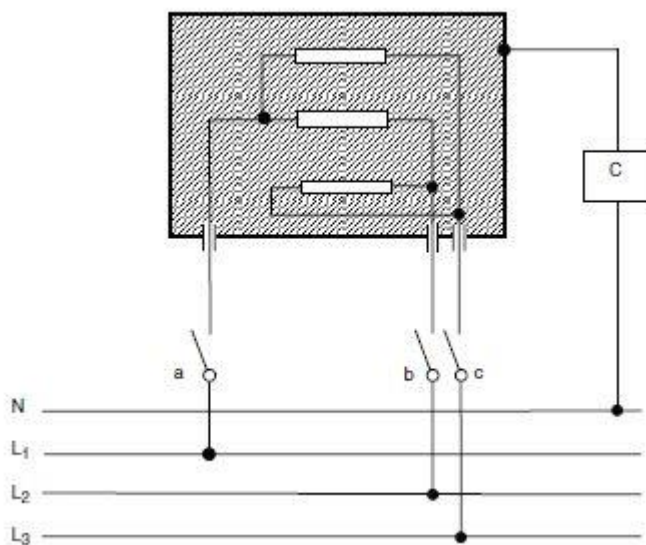
Laite ei saa normaalikäytössä aiheuttaa myrkyttämistä eikä säteilyvaaraa (SFS-EN 60335-1 kappale 32).



## 4 SÄHKÖTURVALLISUUSTESTEREILLÄ SUORITETTAVAT MITTAUKSET JA LAITTEET

### 4.1 Vuotovirtatestaus

Vuotovirtatestin tarkoituksena on testata eristeiden toiminta. Yleensä laitteissa esiintyy pieniä vuotovirtoja, mutta epänormaalit vuotovirrat voivat aiheuttaa henkilö- ja laitevahinkoja. Testissä mitataan laitteen sähköisistä osista metalliosiin siirtyvä vuotovirta, joka ei saa ylittää standardin raja-arvoja.



KUVIO 1. Vuotovirranmittauskytkentä toimintalämpötilassa (SFS EN 60335-1).

Kytkenät ja syötöt: L1, L2, L3, N

Pieni-impedanssinen virtamittari: C

Vuotovirta toimintalämpötilassa mitataan, kun kaikki kytkimet a, b, ja c on kiinni, sekä niin että, vuoron perään yksi kytkimistä on auki ja kaksi muuta kiinni. Mittauksen aikana laitetta syötetään erotusmuuntajan välityksellä tai maasta erotettuna. (SFS EN 60335-1.)

Vuotovirta mitataan myös heti kosteudenkestävyystestin jälkeen. Siinä tuotetta ei kytketä syöttöön vaan vaihtosähköinen testajännite laitetaan jännitteisten osien ja kosketeltavien metallisten osien välille. Nämä on yhdistetty 10cm x 20cm metallikalvoon, joka koskettaa kosketeltaviin eristysaineisiin pintoihin

ja sitä tarpeen vaatiessa liikutetaan laitteen kuorta pitkin, jotta kaikki kohdat tulee testattua. (SFS EN 60335-1.)

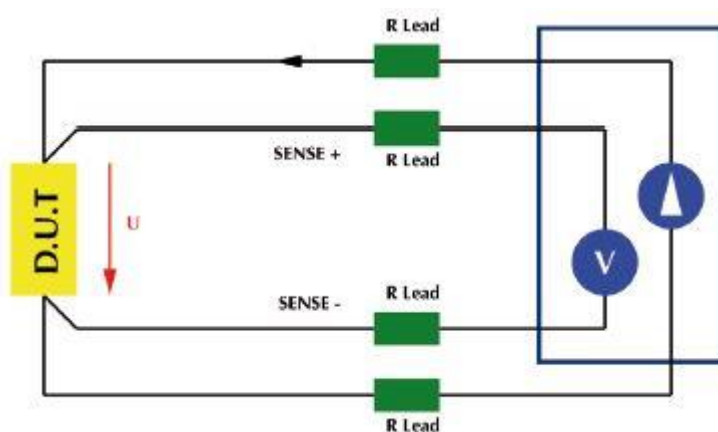
## 4.2 Jännitelujuustestaus

Testin tarkoituksena on testata eristeen jännitteenkestoisuutta mahdollisten jännitepiikkien varalta, joita esimerkiksi ukkonen voi aiheuttaa. Jännitelujuustestissä laite erotetaan sähköverkosta ja testijännite kytketään jännitteisten osien ja kosketeltavien osien välille. Läpilyöntiä ei saa tapahtua testin aikana. (SFS EN 60335-1.)

## 4.3 Maadoitustestaus

Testin tarkoituksena on testata tuotteen riittävä maadoitus kaikista jännitteelle alttiista metalliosista, jotta laitetta on turvallista käyttää. Jos maadoituksessa ja eristeessä on vikaa, on vaarana saada sähköisku laitteen rungosta. Vikatilanteessa toimiva maadoitus johtaa jännitteen maahan, jolloin virta kasvaa ja sulake palaa. (SFS EN 60335-1, Lopperi, M.)

Testissä käytetään tyhjäkäyntijännitteeltään enintään 12V tasa- tai vaihtovirtalähteestä saatavaa virtaa, joka on 25 A tai 1,5-kertainen laitteen mitoitusvirtaan nähden suurempi virta valitaan. Riittävän suuri virta paljastaa heikot liitännät, jos esimerkiksi kaapelista olisi vain muutama säie ehjänä, niin ne sulaisi poikki näin suurella virralla ja vika paljastuisi. Testissä mitataan maadoitusliittimen ja jokaisen kosketeltavan metalliosan välinen jännitehäviö. Tämän jälkeen lasketaan jännitehäviön ja virran perusteella resistanssi, joka ei saa ylittää standardin raja-arvoa. (SFS EN 60335-1, Lopperi, M.)



KUVIO 2. Maadoitustestaus (FINERO)

#### 4.4 Esimerkkejä sähköturvallisuustestilaitteista

Sefelec SXS500 sähköturvallisuustestilaitteella onnistuvat AC- ja DC-jännitelujuustestaus, eristysvastustestaus, maavastustestaus ja erillisellä FXS-501 laitteella myös vuotovirtamittaus.



KUVA 8. Sefelec SXS500 sähköturvallisuustesteri (Sefelec).

Finero Quanti GHILC-testilaitteella voidaan tehdä maadoitustesti, eristysvastustesti, suurjännitetesti sekä vuotovirtatesti.



KUVA 9. Quanti GHILC sähköturvallisuustesteri (Finero).

VITREK V7X-sarjan testilaitteella onnistuu suurjännitetesti, eristysvastustesti, maadoituksen jatkuvuustesti ja resistanssimittaus.



KUVA 10. VITREK V7X sähköturvallisuustesteri (Omniray).

## 5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tehtävänä oli selvittää ja perehtyä kotitalouslaitteiden turvallisuustestaukseen. Aihetta rajattiin sen verran, että esimerkikohteeksi otettiin sähkökiuas. Tärkeimmät lähteet olivat pienjännite-direktiivi ja standardit kotitalouksiin ja vastaaviin käyttöihin tarkoitetut sähkölaitteet turvallisuus osa 1(EN 60335-1), sekä sen alaosa(IEC 60335-2-53), joka on tarkoitettu sähkökiukaille ja infrapunasau-noille. Näistä lähteistä piti selvittää minkälaisia testejä turvallisuustestaus sisältää ja minkälaista testi-laitteistoa se vaatii.

Kotitalouksiin tarkoitettujen sähkölaitteiden turvallisuustestaus on todella laaja kokonaisuus, koska siinä on pyritty ottamaan huomioon kaikki mahdolliset tilanteet, jotka voivat aiheuttaa vaaraa ihmisten ja kotieläinten terveydelle ja turvallisuudelle sekä vahinkoa omaisuudelle. Turvallisuustestaus sisältää niin tarkastelua, kuin mittaamista/testaamista. Turvallisuustestauksessa käsiteltävät osa-alueet liittyvät sähköisten, mekaanisten ja kemiallisten vaarojen havaitsemiseksi.

Testilaitteiston selvittämisessä keskityin sähköturvallisuustestereihin. Sähköturvallisuustestereitä löysin kolmelta eri valmistajalta. Sefelec, Finero ja Vitrek valmistajilta on saatavissa sähköturvallisuusteste-reitä, joilla onnistuu tekemään standardin edellyttämät testit, joita ovat vuotovirtatestaus, jännitelujuus-testaus ja maadoitustestaus. Näiden lisäksi sähköön liittyviä testejä on vielä tehon ja virran mittaaminen.

Työ oli mielenkiintoinen sekä samalla raskas, koska direktiivit ja standardit ovat mielestäni melko ras-kasta luettavaa. Työ olisi ollut enemmän mukaansa tempaavampi, jos olisi ollut testilaitteisto ja kiuas ja olisi voinut käytännössä tehdä sähkökiukaan turvallisuustestauksen ja tällöin, ehkä tekstiäkin olisi saanut helpommin kirjoitettua.

## LÄHTEET

Euroopan komissio. CE-merkintä. Saatavilla: [https://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking\\_fi?2nd-language=hr](https://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking_fi?2nd-language=hr). Viitattu 1.4.2019

Finero. Sähköturvallisuustesteri. Saatavilla: <http://www.finero.fi/tuki/Quanti/Quanti-GHI-101215-small.pdf>. Viitattu 28.12.2018

Finero. Sähköturvallisuustesteri. Saatavilla: <http://www.finero.fi/tuki/Quanti/Quanti-GHILC-101217-big.pdf>. Viitattu 28.12.2018

Guangzhou HongCe Equipment Co., Ltd. IEC61032 testi probe 41. Saatavilla: <http://www.iectestingequipment.com/sale-2225305-iec61032-figure-16-test-finger-probe-41-test-thorn-probe-with-handle.html>. Viitattu 1.4.2019

IEC 60335-2-53 (edition 4.1 2017-01)

kA Testing facility. Kuumalankatesteri. Saatavilla: <http://www.glow-wire-testing.com/60695-2-10/>. Viitattu 28.12.2018

Korpinen, L. 2007. Sähköturvallisuus. Saatavilla: [http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt\\_opus/7sahkoturvallisuus.pdf](http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/7sahkoturvallisuus.pdf). Viitattu 29.3.2019

Lopperi, M. 2011. Sähkölaitetestaus ja –korjaus. Saatavilla: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/37149/Lopperi\\_Mikko.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/37149/Lopperi_Mikko.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Viitattu 12.12.2018

Omniray. Sähköturvallisuustesteri. Saatavilla: [http://www.omniray.fi/userData/omniray/docs/vitrex/V7x\\_Datasheet.pdf](http://www.omniray.fi/userData/omniray/docs/vitrex/V7x_Datasheet.pdf). Viitattu 27.12.2018

Pienjännitedirektiivi 2014/35/EU

Sefelec. Sähköturvallisuustesteri. Saatavilla: <https://www.sefelec.com/en/SAFETY-TESTER.php>. Viitattu 28.12.2018

Seguridad electrica. Jousivasaratesteri. Saatavilla: <http://www.seguridadelectrica.com/english/swing-pendulum-impact-test-5J.php>. Viitattu 8.12.2018

SFS-EN 60335-1 (2013-08-12)

STEK. Sähkölaitteiden suojausluokat. Saatavilla: <https://stek.fi/sahkoasennuksen-suojausperiaatteet/sahkolaitteiden-suojausluokat/>. Viitattu 20.3.2019

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. CE-merkintä Saatavilla: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>. Viitattu 5.11.2018