



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Sami Hietala

HUIPPUIMURILLE VAADITTAVAT PIENJÄNNITE- JA EMC-TESTAUKSET

Tekniikka ja liikenne
2010

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on valmistunut Vaasan ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelmassa. Opinnäytetyön tilaajana on Plastec finland Oy. Työ on valmistunut maaliskuun ja kesäkuun välisenä aikana 2010.

Haluaisin kiittää työn valvojaa lehtori Aarre Perälää ja yliopettaja Vesa Verkkosta, sekä laboratorioinsinöörejä Esko Niemi-Hukkalaa ja Markku Suistalaa arvokkaista neuvoista ja ajasta. Haluaisin myös kiittää Plastec finland Oy:n toimitusjohtaja Esa Salmelaa ja suunnittelija Jouni Lammia ajasta, jota löytyi työkiireiden keskeltä.

Vaasa 2.6.2010

Sami Hietala

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Sami Hietala
Opinnäytetyön nimi	Huippuimurille vaadittavat pienjännite- ja EMC-testaukset
Vuosi	2010
Kieli	suomi
Sivumäärä	39
Ohjaaja	Aarre Perälä

Työn tavoitteena on ollut löytää huippuimuria koskevien pienjännite- ja EMC-direktiivien alaiset standardit ja suorittaa näissä standardeissa vaadittavat testit, mittaukset ja tarkastukset. Testien suorituksen tarkoituksena on varmentaa uuden tuotteen turvallisuus, jotta siihen voidaan kiinnittää CE-merkintä. Oikeiden standardien löytämistä varten on haastateltu Sesko ry:n henkilöstöä ja käytetty kirjallisuudesta löydettyä materiaalia.

Työssä on käyty läpi direktiivien ja standardien merkitystä ja muodostumista, sekä CE-merkinnän tarkoitusta ja edellytyksiä.

Työn tuloksena huippuimurille pienjännite- ja EMC-standardien vaatimat testit suoritettiin hyväksytysti.

Asiasanat direktiivi, standardi, huippuimuri, CE-merkintä

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Sähkötekniikan koulutusohjelma

ABSTRACT

Author	Sami Hietala
Topic	Low Voltage And EMC Tests Required for a Roof-Installed Extractor
Year	2010
Language	Finnish
Pages	39
Name of Supervisor	Aarre Perälä

The main objective of this thesis was to find the standards from the low voltage and EMC directives that apply to a roof-installed extractor and to carry out all required tests, measurements and inspections in standards. The purpose of these tests was to make sure that the new product is safe so that the CE-mark can be attached.

To find out the relevant standards employees at Sesko ry were interviewed and literature about the subject was studied. After that the tests required by the standards were carried out on the roof extractor.

As a result of the thesis, the relevant standards applying to the roof –installed extractor were found and the required tests were carried out.

Keywords Directive, Standard, Roof-installed Extractor, CE-marking

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	2
TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn sisältö	7
1.2 Työn tavoitteet	7
1.3 Työn kuvaus	7
1.4 Työhön liittyvät haasteet	7
2 PLASTEC FINLAND OY YRITYKSENÄ	9
2.1 Plastec finland Oy	9
2.2 Huippuimurien tuotemyynti	9
3 DIREKTIIVIT	10
3.1 Pienjännitedirektiivi	10
3.2 EMC ja EMC-direktiivi	11
3.2.1 EMC	11
3.2.2 EMC-direktiivi	12
4 STANDARDIT	13
4.1 Standardien merkitys.....	13
4.2 Standardin määritelmä	13
4.3 Pienjännitestandardit	13
4.4 EMC-standardit	14
5 VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS	15
5.1 Pienjännitedirektiivin vaatimustenmukaisuusvakuutus	15
5.2 EMC-direktiivin vaatimustenmukaisuusvakuutus	15
6 CE-MERKINTÄ	17
6.1 CE-merkinnän tarkoitus	17
6.2 CE-merkinnän käytön edellytykset	17
6.3 CE-merkinnän kiinnittäminen	17
7 HUIPPUIMURIN TESTAUS	19

7.1	Testattava huippuimuri.....	19
7.2	Pienjännitetestaukset.....	21
7.2.1	Tehon ja virran vaihtelun mittaus	22
7.2.2	Vuotovirran ja eristysvastuksen mittaus	23
7.2.3	Maadoituksen jatkuvuuden mittaus	24
7.2.4	Syöksyjännitetesti	24
7.2.5	Suojausluokan selvittäminen.....	28
7.3	EMC-testaukset.....	31
7.3.1	Säteilevät häiriöt.....	32
7.3.2	Johtuvat häiriöt.....	34
8	YHTEENVETO	37

LÄHTEET

1 JOHDANTO

1.1 Työn sisältö

Tässä työssä käydään huippuimurille vaadittavien direktiivien ja niihin kuuluvien yhdenmukaistettujen standardien löytämistä, täyttämistä ja niiden toteen osoittamista. Tulevissa kappaleissa käsitellään direktiivien ja standardien merkitystä sekä CE-merkin tarkoitusta ja edellytyksiä. Työn lopussa on huippuimurin standardien mukaisten pienjännite- ja EMC-testauksien tulokset ja analysointi.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on löytää huippuimurin koestukseen vaikuttavat standardit ja suorittaa standardien vaatimat mittaukset ja testaukset. Näiden pohjalta laaditaan vaatimustenmukaisuuvakuutus. Testausten tavoitteena on todeta, että laite on suunniteltu ja rakennettu vaatimusten mukaan ja, että normaaliolosuhteissa laitetta voidaan turvallisesti käyttää. Näiden testausten jälkeen tuote täyttää sille asetetut pienjännite- ja EMC-direktiivit ja tuotteeseen voidaan laittaa CE-merkintä.

1.3 Työn kuvaus

Jokaisen valmistajan on uutta tuotetta markkinoille viedessä todennettava, että se on turvallinen ja, että se toimii kuten valmistaja on luvannut. Tätä varten on uudet tuotteet valmistajan osalta testattava ja testauksista on laadittava raportit. Testauksien läpäisyn jälkeen voi valmistaja laittaa CE-merkinnän vakuutuksena siitä, että laite täyttää direktiivien mukaiset vaatimukset.

1.4 Työhön liittyvät haasteet

Työn haasteet liittyivät lähinnä vaadittavien standardien löytämiseen sekä niiden oikeaoppiseen soveltamiseen. Standardeissa vaadittavien testien suorittaminen oli haasteellista, sillä standardit eivät ole yksiselitteisiä vaan niitä on sovellettava tutkittavaan laitteeseen sopivaksi. Standardien soveltamisen vuoksi myös oikeat mittausmenetelmät osoittautuivat joiltakin osin haasteellisiksi.

Pienjännite- ja EMC-direktiivit sisältävät yhteensä satoja yhdenmukaistettuja standardeja, joiden joukosta oikeiden löytäminen kokemattomalta etsijältä vie aikaa. Huippuimurille ei ole määritelty omaa standardia, joten siihen liittyvät tarkentavat standardit ovat riippuvaisia huippuimurin käyttötarkoituksesta.

Kaikki työssä käytettävät standardit olivat englanninkielisiä. Osittain myös englanninkielisyyden vuoksi testien suorittamisessa oli vaikeuksia, mutta suurimmat vaikeudet tulivat kuitenkin standardien sovellettavuuden vuoksi.

2 PLASTEC FINLAND OY YRITYKSENÄ

2.1 Plastec finland Oy

Plastec finland Oy aloitti vuonna 1985 Vimpelissä. Yritys tunnettiin silloin nimellä Kuitusaro Oy. Fuusioitumisen yhteydessä nimi vaihtui Plastec finland Oy:ksi. Merkittävimmät asiakkaat ovat rakennusteollisuuden kattovalmistajat, mutta meneillään on myös neuvottelut venäjän markkinoille. Plastec finland Oy tarjoaa asiakkailleen muoviteollisuuden komponenttivalmistuksesta kokonaisuuksia, kuten suunnitelun, muotinvalmistuksen, muovipuristuksen, tyhjiömuovauksen ja kokoonpanon. Käytössä on yhteensä yhdeksän muovipuristus- ja kaksi tyhjiömuovauskonetta, sekä liike-, tuotanto- ja varastotilaa yhteensä noin 2500 m². /5/

2.2 Huippuimurien tuotemyynti

Huippuimurien tuotemyynti lähti siitä, että asiakkaina oli jo peltikatontekijöitä ja tuotannossa oli jo aikaisemminkin läpivientejä. Menekki oli vähäistä, koska mallit ja toimivuus eivät olleet kunnossa. Suomessa läpivientimarkkinoita hallitsee yksi yritys jonka markkinaosuus on noin 90 prosenttia. Plastec finland Oy uskoo, että markkinoilla on tilaa hyvälle vaihtoehdolle. Plastec-ilmastoinnin läpiviennit on tarkoitettu kaikille pelti- ja huopakatoille. Plastec-läpiviennit valmistetaan pulverimaalatusta teräslevystä. Kaulus on säänkestävää polypropeenaa. Huippuimurien myynnin tavoitteena on lisätä asiakaskuntaa ja vientiä muun muassa Venäjälle. Tätä kautta yrityksen liikevaihto myös lisääntyisi. /5/

3 DIREKTIIVIT

Direktiivit ovat Euroopan Unionissa tehtävää lainsäädäntöä. Direktiiveissä määritellään tavoitteet, jotka jäsenvaltioiden tulee toteuttaa tarvittaessa muuttamalla omaa lainsäädäntöään. Direktiiviehdotuksen tekee komissio, joka tarvittaessa saa apua jäsenvaltioiden asiantuntijoilta. Direktiivin hyväksyminen tapahtuu Euroopan parlamentissa ja Euroopan Unionin jäsenvaltioiden muodostamassa neuvostossa. /9/

Direktiivejä käytetään jäsenvaltioiden lainsäädäntöjen yhdenmukaistamiseen. Esimerkiksi tuoteturvallisuusstandardit, joiden avulla Euroopan Unionin sisäisten markkinoiden tuotteet yhdenmukaistetaan. /1/

3.1 Pienjännitedirektiivi

Pienjännitedirektiivin tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteen turvallisuus valmistajan laitteelle tarkoittamassa käytössä. Direktiiviä on tarkoitettu sovellettavaksi sähkölaitteelle, joka on suunniteltu toimivaksi vaihtovirralla nimellisjännitealueella 50-1000V ja tasavirralla nimellisjännitealueella 75-1500V. Nimellisjännitealueilla tarkoitetaan sähkölaitteen syöttö- tai lähtöjännitettä. Direktiivi käsittelee terveys- ja turvallisuusriskejä ja sitä sovelletaan kaikkiin sähkölaitteen käytöstä aiheutuviin vaaroihin. Sähkölaitteen pienjännitedirektiivinmukaisuus osoitetaan testaamalla tuote sille soveltuvien yhdenmukaistettujen eurooppalaisten standardien mukaisesti. Jos yhdenmukaistetut standardit puuttuvat, vaatimustenmukaisuus voidaan osoittaa kansainvälisten IEC- ja CEE-standardien mukaan. /3/

Pienjännitedirektiivin yleiset ehdot määrittelevät, että sähkölaitteeseen tai sen mukana tulevaan ilmoitukseen on liitettävä sähkölaitteen olennaiset ominaisuudet, jotka varmistavat sähkölaitteen turvallisen käyttämisen sille tarkoitettussa ympäristössä. Sähkölaitte on myös tehtävä siten, että sen liittäminen sähköverkkoon voidaan tehdä turvallisesti ja oikein. Sähkölaitteessa tai sen mukana tulevassa pakkauksessa on selvästi ilmoitettava tavara- tai kaupallinen merkki. /3/

Sähkölaitteen teknisiltä ominaisuuksilta pienjännitedirektiivi määrittelee, että suojaus sähkölaitteelta on toteutettava siten, että ihmiset ja kotieläimet ovat riittävästi suojattu vahingolta, jonka voisi suora tai välillinen kosketus sähkölaitteeseen aiheuttaa. Huomioon tulee ottaa myös muut kuin sähköiset vaaratekijät. Myöskään vaaraa aiheuttavia lämpötiloja, valokaaria tai säteilyä ei saa syntyä. Näistä johtuen eristyksen on oltava sopiva ennalta arvioitavissa olosuhteissa. /3/

Pienjännitedirektiivi määrittelee, että sähkölaite on suojattava sellaisilta vaaroilta, jotka voivat aiheutua ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta. Sähkölaitteen on oltava sellainen, että se kestää muutkin kuin mekaaniset vaikutukset. On myös huomioitava odotettavissa oleva ylikuormittuminen, joka ei saa aiheuttaa vaaraa ihmisille, kotieläimille tai omaisuudelle. /3/

3.2 EMC ja EMC-direktiivi

3.2.1 EMC

Sähkölaitteelta edellytetään turvallisuutta, luotettavuutta ja huollettavuutta, mutta lisäksi sähkölaitteen on toimittava moitteettomasti muiden laitteiden kanssa sille tarkoitetuissa toimintaympäristössä. Häiriötön toiminta syntyy, kun saman käyttöympäristön laitteiden kanssa on sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC, electromagnetic compatibility). Sähkölaitteille on määritelty tasot kuinka paljon laite saa lähettää ympäristöön häiriöitä ja toisaalta tasot kuinka paljon sen on pystyttävä sietämään muualta tulleita häiriöitä. Jotta laitteet voisivat toimia normaalisti keskenään, on asunto- ja teollisuusympäristöön määritelty erilaiset häiriötasot. Kaikki laitteet saadaan molemmissa käyttöympäristössä keskenään yhteensopiviksi, kun huolehditaan kahdesta asiasta:

1. mikään käyttöympäristön laite ei ylitä sille annettua tasoa häiriöpäästöissä
2. kaikki käyttöympäristön laitteet suunnitellaan ja rakennetaan siten, että niillä on kyky sietää sovituntasoiset häiriöt.

Laitteen ympäristöönsä päästämäksi häiriöksi luetaan kaikki ne sähkömagneettiset ilmiöt, jotka eivät ole sen hyötykäyttöön tarkoitettuja. Häiriöitä on kahden tyyppisiä, johtuvat häiriöt ja säteilevät häiriöt. /7/

Johtuvat häiriöt etenevät toisiin laitteisiin maadoituksen tai syöttökaapelin kautta. Verkkovirtojen harmoniset yliaallot ovat luonnollisesti johtuvia häiriöitä ja saattavat aiheuttaa haittaa verkon muihin osiin. /4/

Säteilevät häiriöt ovat ilman kautta eteneviä häiriöitä. Nämä ovat suuritaajuisia häiriöitä, joita syntyy puolijohdinkytinten ja ohjauspiirien toiminnasta. /4/

3.2.2 EMC-direktiivi

Uusi EMC-direktiivin 2004/108/EY astui voimaan 20. heinäkuuta 2007. Tämän päivämäärän jälkeen vanhan direktiivin 89/336/ETY mukaisia laitteita ei saa asettaa markkinoille. /7/

EMC-direktiivin 2004/108/EY pääasialliset turvallisuusvaatimukset ovat, että laite on suunniteltava ja valmistettava siten, että seuraavat kaksi pääkohtaa täytetään:

1. *"laitteiston aiheuttama sähkömagneettinen häiriö ei ylitä tasoa, jonka ylittyessä radio- ja telelaitteet tai muut laitteistot eivät voi toimia tarkoitetulla tavalla."*
2. *"laitteiston sille tarkoitetussa käytössä odotettavissa olevan sähkömagneettisen häiriön siedon taso on sellainen, että laitteisto toimii tarkoitetun käytön heikentymättä kohtuuttomasti. "* /2/

Valmistajan on suoritettava laitteen sähkömagneettisen yhteensopivuuden arviointi edellä esitettyjen suojausta koskevien vaatimusten täyttämiseksi. Yhdenmukaistettujen standardien asianmukainen soveltaminen, vastaa sähkömagneettisen yhteensopivuuden arvioinnin suorittamista. /2/

4 STANDARDIT

4.1 Standardien merkitys

Standardisoiminen tarkoittaa yhteisten sääntöjen luomista, joilla pyritään helpottamaan ihmisten elämää. Standardien tarkoitus on lisätä tuotteiden yhteensopivuutta ja turvallisuutta. Tällä tavoin helpotetaan kaupankäyntiä ja pystytään paremmin suojelemaan ihmisiä, eläimiä ja ympäristöä. Standardit laaditaan työryhmissä ja komiteoissa, ja tulokset ovat kaikkien saatavissa. Standardeja on myös valtakunnallisia, mutta pyrkimyksenä on, että ne olisivat maailmanlaajuisia. Sähkötekniikan osalta vain Suomessa voimassa olevat standardit laatii SESKO. Maailmanlaajuiset sähkötekniset standardit laatii IEC (International Electrotechnical commission). Standardit ovat luonteeltaan suosituksia ja niiden käyttö on ilmaista.

4.2 Standardin määritelmä

Standardi voidaan määritellä usealla tavalla, mutta sen perusominaisuuksiin kuuluu, että se on kirjallinen julkaisu, joka on kaikkien saatavilla. Julkaisu on tehty standardoinnista huolehtivan viranomaisen toimesta eli kansainvälinen standardi on kansainvälisen standardoimisjärjestön laatima ja alueellinen standardi on alueellisen standardoimisjärjestön hyväksymä. Standardien luominen tapahtuu avoimissa työryhmissä, joihin on kutsuttu viranomaisia, teollisuuden, kaupan ja kuluttajien edustajia. Usein myös alansa asiantuntijoita tutkimuslaitoksista ja kouluista. Tavoitteena on päästä yhteisymmärrykseen kaikkien osapuolten kanssa, sillä standardi on tarkoitettu yleiseen käyttöön.

4.3 Pienjännitestandardit

Pienjännitedirektiivin alaisia yhdenmukaistettuja standardeja on satoja. Huippumurin testaukseen päädyttiin soveltamaan standardia IEC 60335-1, joka sisältää kotitalouskäyttöön tarkoitettujen ja siihen tarkoitukseen vastaavien sähkölaitteiden turvallisuusvaatimukset. Standardi kattaa sellaiset kotitalouskäyttöön tarkoitetut sähkölaitteet, joissa sähkölaitteen yksivaiheinen

nimellisjännite on pienempi kuin 250V ja 3-vaiheinen nimellisjännite saa olla korkeintaan 480V. Lyhyesti sanottuna standardissa olevien testien ja tarkastusten tarkoituksena on varmistaa, että sähkölaite on rakennettu siten, että normaalissa käytössä tai edes huolimattomasti käytettynä, se ei aiheuta vaaraa ihmisille tai ympäristölle. Standardi on englanninkielinen ja noin 150 sivuinen. Standardissa on perusvaatimukset suojaukselle ja huomioi suojauksen sähköisiä, mekaanisia, lämpenemistä, tulta ja säteilyä vastaan. Standardissa käsitellään myös suojausta ennalta arvattavissa olevaa epänormaalia käyttäytymistä vastaan.

4.4 EMC-standardit

Kotitalouslaitteiden sähkömagneettista yhteensopivuutta käsitellään kahdessa standardissa. Toisessa häiriöpäästöt ja toisessa häiriönsieto. Huippuimurin tapauksessa ei katsottu tarpeelliseksi suorittaa häiriönsietomittauksia, sillä kyseessä on laite, joka ei sisällä lainkaan elektroniikkaa. Häiriöpäästöt luokitellaan kahteen eri luokkaan, jotka ovat johtuvat häiriöt ja säteilevät häiriöt. Näihin raja-arvot löytyvät standardista IEC 61000-6-3. Säteilevien häiriöiden perusstandardi on CISPR 16-2-3 ja johtuvien häiriöiden perusstandardi on CISPR 14-1.

5 VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa vakuutetaan, että yrityksen markkinoille asetettu tuote täyttää sitä koskevien direktiivien määräämät vaatimukset. EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatiminen oikeuttaa CE-merkinnän kiinnittämisen tuotteeseen. EMC- ja pienjännitedirektiivi vaatii hieman erilaisen sisällön vaatimustenmukaisuuden toteen osoittamiseksi.

5.1 Pienjännitedirektiivin vaatimustenmukaisuusvakuutus

Vaatimustenmukaisuusvakuutus on laadittava vähintään yhteisön yhdellä virallisella kielellä ja sen sisällöstä on löydettävä seuraavat asiat:

- valmistajan tai tämän yhteisöön sijoittautuneen edustajan nimi ja osoite
- sähkölaitteen kuvaus
- viittaus yhdenmukaistettuihin standardeihin
- tarvittaessa viittaus eritelmiin, joiden suhteen vaatimustenmukaisuutta vakuutetaan
- allekirjoittajan henkilöllisyys, jolla on oikeus tehdä sitoumus valmistajan tai tämän yhteisöön sijoittautuneen edustajan puolesta
- CE-merkinnän kiinnittämivuoden kaksi viimeistä numeroa. /3/

5.2 EMC-direktiivin vaatimustenmukaisuusvakuutus

EMC-direktiivi määrää osittain samoja asioita kuin pienjännitedirektiivi. EMC-direktiivin 2004/108/EY mukaan vaatimustenmukaisuusvakuutus tulee sisältää seuraavat asiat:

- viittaus EMC-direktiiviin 2004/108/EY
- sen laitteen tunnistetiedot, johon vakuutuksessa viitataan
- valmistajan nimi ja osoite ja tarvittaessa yhteisöön sijoittautuneen valtuutetun edustajan nimi ja osoite
- päivätyy viittaus eritelmiin, joiden perusteella vaatimustenmukaisuus vakuutetaan sen varmistamiseksi, että laite on EMC-direktiivin säännösten mukainen

- vakuutuksen antamispäivä
- sen henkilön tunnistetiedot ja allekirjoitus, jolle on annettu valtuudet sitovasti edustaa valmistajaa tai tämän valtuutettua edustajaa. /2/

6 CE-MERKINTÄ

6.1 CE-merkinnän tarkoitus

CE-merkintä on valmistajan vakuutus viranomaisille, maahantuojille, myyjille ja kuluttajille siitä, että tuote täyttää sitä koskevien direktiivien olennaiset terveysturvallisuusvaatimukset Euroopassa. Se ei kuitenkaan ole kaiken kattava turvallisuuden taakke kuluttajille, sillä direktiivit eivät kata tuotteen kaikkia ominaisuuksia. CE-merkintä ei ole laatumerkintä, joten se ei erottele tuotteiden paremmuutta. CE-merkintä on tarkoitettu ensisijaisesti viranomaisia varten. Viranomaisten on oletettava, että CE-merkinnällä varustettu tuote täyttää asianmukaiset vaatimukset. CE-merkintä takaa tuotteelle vapaan liikkumisen Euroopan sisäisillä markkinoilla. /6/

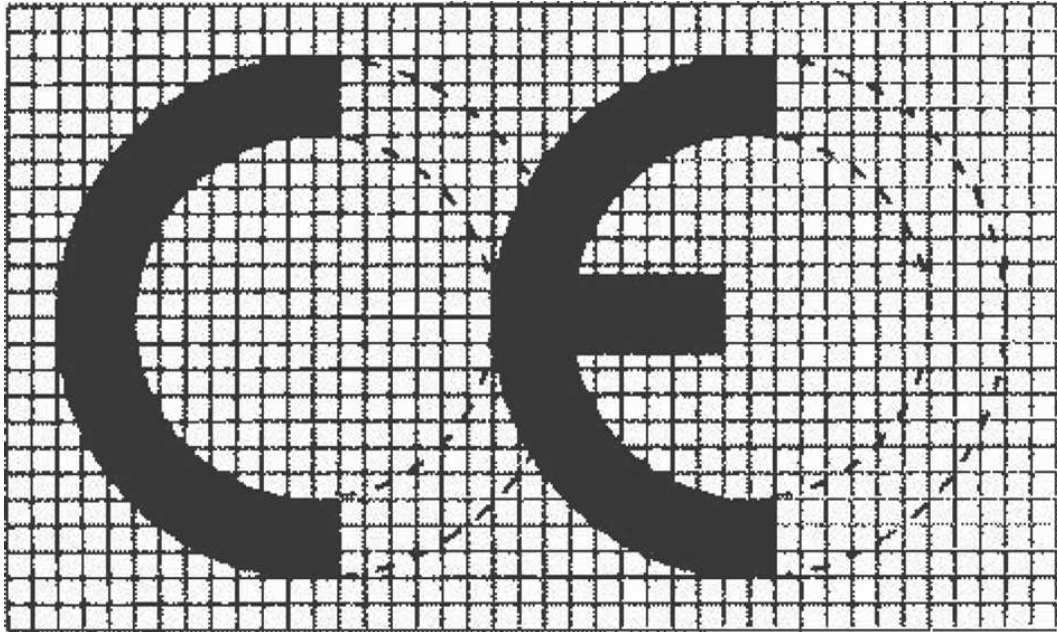
6.2 CE-merkinnän käytön edellytykset

Yleensä CE-merkintä voidaan kiinnittää tuotteeseen valmistajan toimesta ilman kolmannen osapuolen suorittamia puolueettomia testauksia. Joissakin tuoteryhmissä kuitenkin CE-merkinnän kiinnittäminen vaatii laitteen vaatimustenmukaisuuden arviointia kolmannelta osapuolelta. Näissä tapauksissa tuotteesta kolmannelle osapuolelle toimitettu mallikappale tarkastetaan laboratoriossa ja testeistä laaditaan rakennetiedosto, johon vaatimustenmukaisuusvakuutus perustuu. Rakennetiedostossa kuvataan miten direktiivien vaatimustenmukaisuudesta on varmistuttu ja se sisältää mm. tuotteen testausraportit. Tarkastusten pohjalta arvioidaan täyttääkö laite turvallisuusvaatimukset niin, että CE-merkintä voidaan kiinnittää. /6/

6.3 CE-merkinnän kiinnittäminen

CE-merkin tuotteeseen kiinnittää valmistaja tai valmistajan valtuuttama edustaja, joka on tuonut tuotteen Euroopan talousalueelle. Merkinnän kiinnittäjän vastuulla on tietää, että tuote täyttää sille oleelliset direktiivissä määritellyt vaatimukset. CE-merkintä tulee kiinnittää tuotteeseen, mutta jos tuotteesta johtuen tämä ei ole mahdollista, voidaan merkintä kiinnittää myös tuotteen pakkaukseen, käyttöohjeeseen tai vakuutustodistukseen. Merkintä voidaan kiinnittää vain

sellaisiin laitteisiin, joissa sitä edellytetään. Tällä hetkellä CE-merkinnän alaisia laitteita ovat leikkikalut, koneet, sähkölaitteet, henkilösuojaimet, rakennustuotteet, kaasulaitteet, telepäätelaitteet ja terveydenhuollon laitteet ja tarvikkeet.



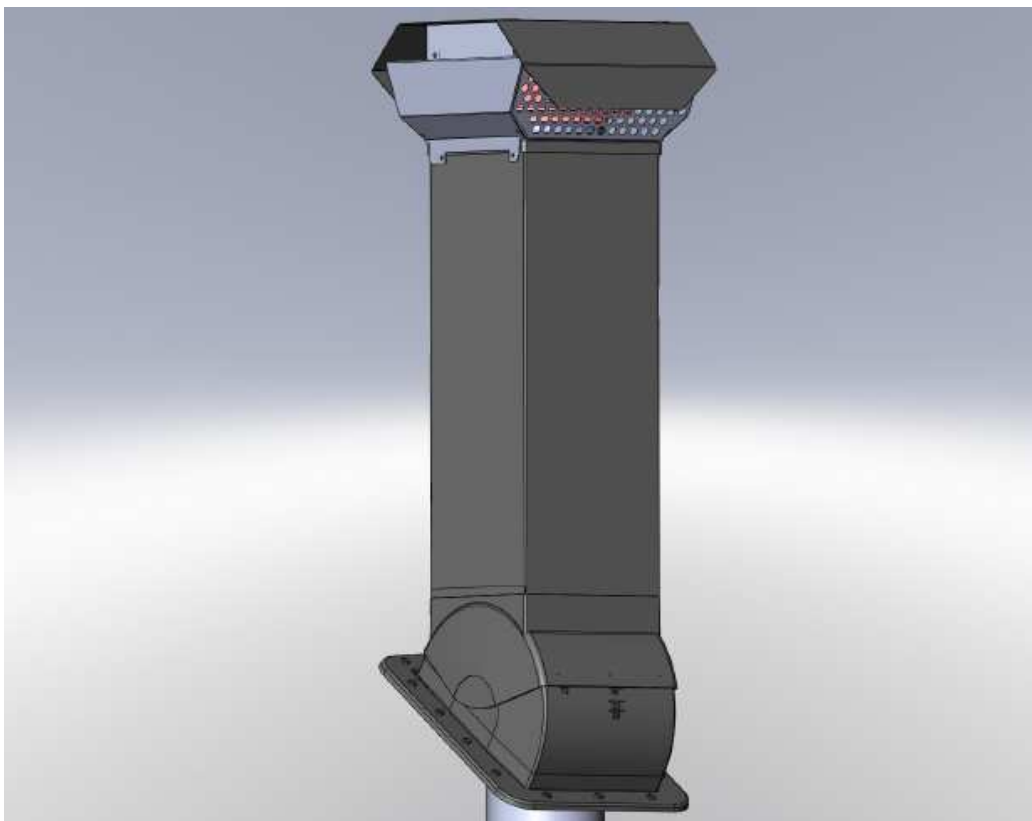
Kuva 1. Pienjännitedirektiivin mukainen CE-merkintä. /3/

Vaatimusten mukaan CE-merkintä on oltava kirjoitettuna kuvan 1 mukaan ja noudatettava siinä olevaa kirjoitustapaa ja mittasuhteita. Osien on oltava selvästi samankorkuisia ja vähintään 5 mm korkeita. /3/

7 HUIPPUIMURIN TESTAUS

7.1 Testattava huippuimuri

Testattava huippuimuri on kooltaan noin 80 cm pitkä ilman alaosan kaulusta ja se on kantikas leveydeltään noin 18 cm. Materiaalina on käytetty pulverimaalattua terästä ja alaosan kauluksessa on käytetty polypropeenä. Puhallin sijaitsee laitteen yläosassa sateelta suojaavan teräslevyn alla. Kuvassa 2 on huippuimuri kokonaisuudessaan.



Kuva 2. Testattava huippuimuri

Yläosassa sijaitseva huippuimurin puhallin on ebmPapst Oy:n valmistama keskipakoispuhallin. Puhaltimen moottori on 3-vaiheinen oikosulkumoottori, jota syötetään 1-vaiheisena. Tästä syystä kytkentäkoteloon on sijoitettu kondensaattori, joka on suuruudeltaan 2,0/400 μ F/VDB. Kytkennässä vaihejohdin kytketään normaalisti. N-johdin kytketään vaiheeseen 2 ja vaiheiden 2 ja 3 välille kytketään kondensaattori. Puhaltimen moottorin muut tiedot löytyvät taulukosta 1.

Nimellisjännite	Nimellistaajuus	Nimellinopeus	Nimellisteho	Nimellisvirta
1~230V	50Hz	2500rpm	58W	0,26A
1~230V	60Hz	2700rpm	75W	0,34A

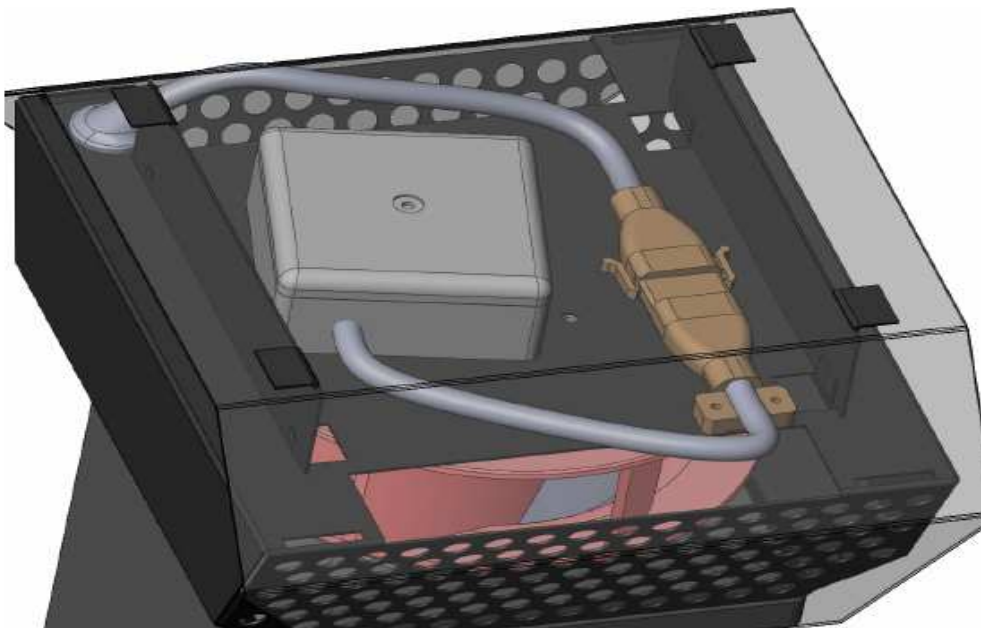
Taulukko 1. Puhaltimen moottorin nimellisarvot

Kuvassa 3 olevassa puhaltimessa on seitsemän siipeä ja on halkaisijaltaan 190 mm. Siipipyörä on lasikuituvahvisteista polyamidimuovia. Puhallin on tarkoitettu jatkuvaan, eli S1 käyttöön. Laakerointi on toteutettu kuulalaakereilla, joita ei tarvitse huoltaa. Puhaltimen eristysluokka on B ja suojausluokka on IP44.



Kuva 3. Huippuimurimen puhallin

Huippuimuri on pääsääntöisesti tarkoitettu liesituulettimen korvaajaksi, joten puhaltimen ohjaus tapahtuu liesikuvussa olevalla säätimellä. Ohjaus on jännitesäädöllä, jossa maksimijännite on 230V. Syöttöjohto kulkee liesikuvusta rakennuksen välikattoon ja siitä edelleen imurin rakenteen sisällä olevasta putkesta suojakotelon sisällä olevan pistotulpan kautta kytkentärasiaan. Puhaltimen syöttöjohdot tulevat kytkentärasian pohjasta läpi liittimille, joihin liitetään myös kondensaattori ja 1-vaiheinen syöttöjohdin. Kuva 4 selventää kytkentää.



Kuva 4. Syöttöjohdon kulkeutuminen puhaltimelle

7.2 Pienjännitetestaukset

Pienjännitetestaus suoritettiin standardin 60335-1 mukaan. Kuvan 3 puhallin on ostettu alihankintana ja se on testattu jo saman standardin mukaan. Testejä, jotka koskevat pelkkää puhallinta ei näin ollen tarvitse uudelleen testata. Nämä testit koskevat lämpenemää, moottorin epänormaalia käyttäytymistä ja komponenttiosiota.

Tässä työssä on keskitytty tarkastelemaan laboratorio-olosuhteissa tehtäviä testejä. Standardissa on myös muita testejä, kuten laitteeseen laitettavien merkintöjen kestävyys, syöttöjohtimen kiinnitys, mekaaninen lujuus ja niin edelleen. Standardi sisältää suurimmaksi osaksi tarkasteluja. Jo yksistään syöttöjohtimelle ja sen kiinnitykselle on lähes 30 kohtaa, jotka tulee huomioida ja tarkastaa, jotta laite olisi vaatimusten mukainen. Muita tarkastelun kohteita ovat muun muassa merkinnät ja ohjeet, mekaaninen lujuus, rakenne, sisäinen johdotus, ruuvit ja kiinnitykset sekä maadoitusjohtimelle asetetut ehdot.

Laboratorio-olosuhteissa testattavat kokeet koostuivat kuudesta osiosta. Tehon ja virran vaihtelu, vuotovirta ja eristysvastus käyttölämpötilassa, vuotovirta ja

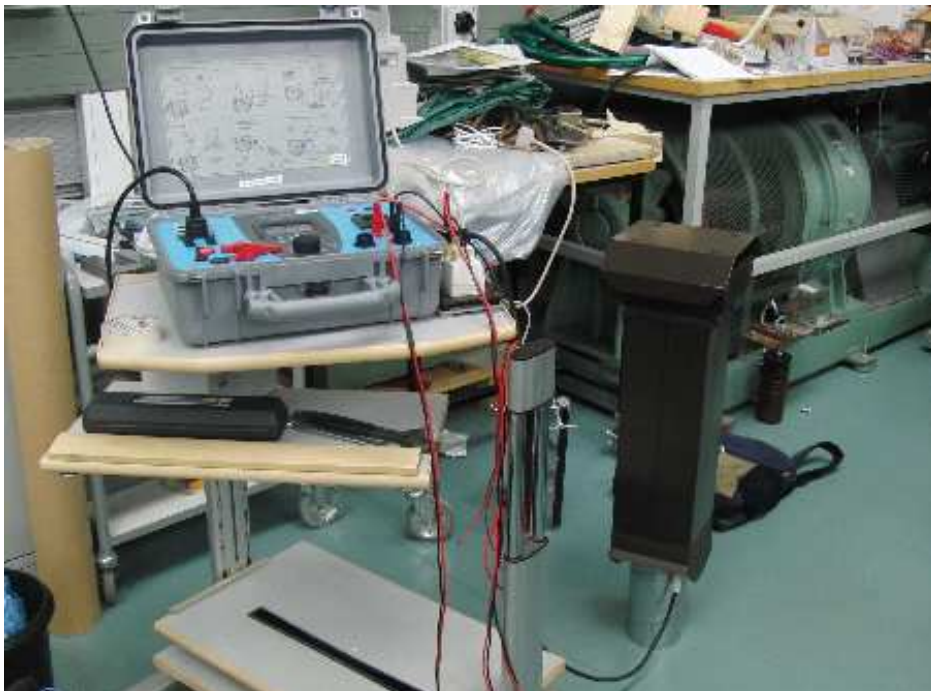
eristysvastus huoneenlämmössä, maadoituksen jatkuvuus, syöksyjännite ja suojausluokan testaus. Näistä neljän ensimmäisen testausolosuhteet olivat samanlaiset ja testit voitiin suorittaa samalla testerillä, joka oli kuvan 5 mukainen Metrel MI2094 CE MultiTester.



Kuva 5. Metrel MI2094 MultiTester

7.2.1 Tehon ja virran vaihtelun mittaus

Standardin 60335-1 mukaan teho ja virta eivät saa vaihdella yli 20 prosenttia nimellisestä arvosta erilaisessa käytössä. Huippumurille erilaisesta käytöstä valittiin kaksi ääripäätä; alaosan ilmanottoaukko ensin kokonaan avoinna ja toinen testi, kun ilmanottoaukko on kokonaan tukittu kiinni.



Kuva 6. Huippuimurin tehon ja virran vaihtelun mittaus

Huippuimurin nimellisteho on 58W ja nimellisvirta on 0,26A. Alaosan ilmanottoaukon ollessa kokonaan avoinna teho oli 58,9W ja virta 0,255A. Tehonvaihtelu oli noin 1,5 prosenttia ja virranvaihtelu noin 2 prosenttia. Toisessa testissä, kun ilmanottoaukko oli tukittu kokonaan, teho putosi 51,7W eli vaihtelua nimelliseen tehoon oli peräti 12,2 prosenttia. Samassa testissä virta putosi 0,223A:in vaihtelun ollessa siten 16,6 prosenttia nimellisestä virrasta.

Normaalikäytössä kuitenkin ei tule tilannetta, jossa ilmanottoaukko olisi kokonaan tukittuna, mutta kuitenkin huippuimuri läpäisee standardin vaatimukset myös kyseisessä tilanteessa.

7.2.2 Vuotovirran ja eristysvastuksen mittaus

Vuotovirran mittauksissa rajana huippuimurin ollessa huoneenlämpötilassa tai normaalissa käyttölämpötilassa on 3,5mA ja mittausaika 10s. Mitattaessa ensin huoneenlämpötilassa vuotovirta oli 0,03mA. Tämän jälkeen huippuimurin annettiin käydä, jotta se lämpenisi. Käyttölämpötilassa vuotovirta nousi vain 0,04mA:in. Molemmissa tapauksissa suoritettiin myös eristysvastustesti.

Huoneenlämpötilassa testijännite oli 1000V 50Hz:n vaihtojännitettä. Huippuimurin täytyi kestää hajoamatta jännitettä 60 s ajan. Käyttölämpötilassa testijännite oli 1250V ja aika myös 60 s. Kummassakaan tapauksessa mitään ongelmia ei ilmennyt.

7.2.3 Maadoituksen jatkuvuuden mittaus

Maadoituksen jatkuvuuden mittaaminen suoritettiin siten, että maadoitusjohtimeen syötettiin 25A virta. Tämän jälkeen jokaisesta huippuimurin metallisesta kohdasta testattiin vuorotellen maadoituksen jatkuvuus. Testin rajana oli, että resistanssi, joka syntyy 25A:n virrasta ja jännitteen alenemasta maadoitusliittimen ja huippuimurin metallisen osan väliltä, ei saa ylittää missään kohtaa rajaa $0,1\Omega$. Testin tuloksena saatiin suurimmaksi resistanssimääräksi $0,062\Omega$.

7.2.4 Syöksyjännitetesti

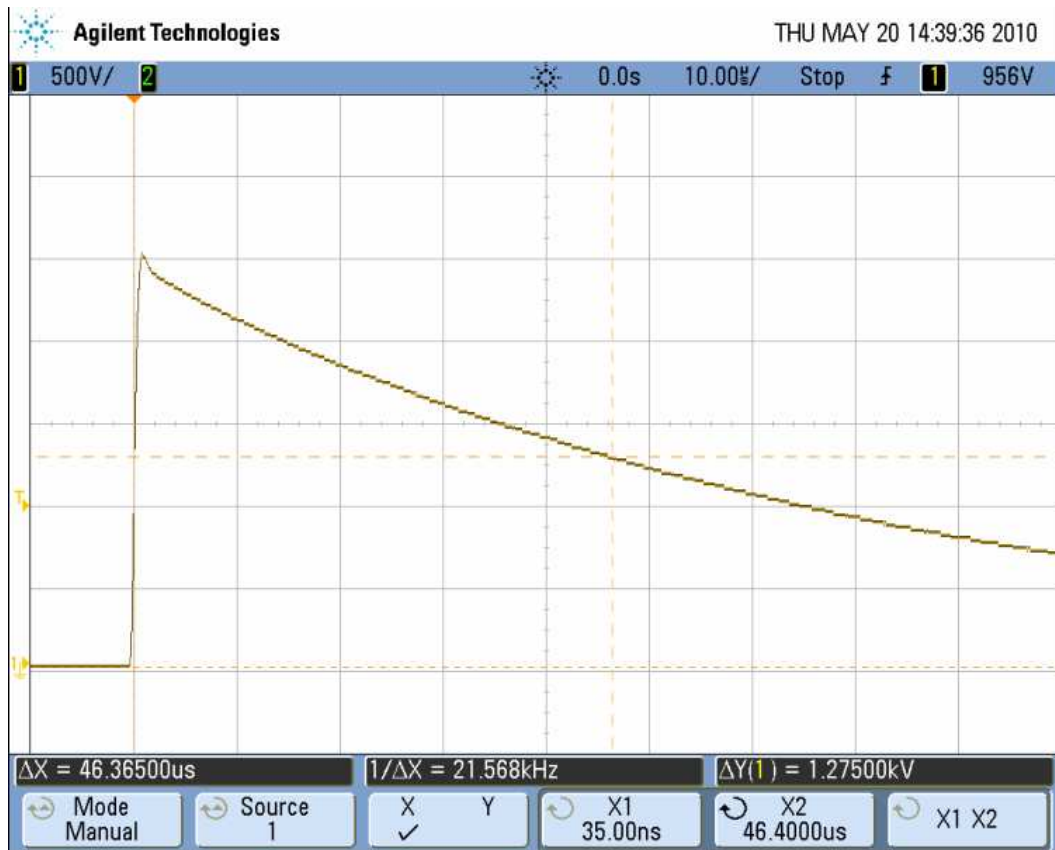
Standardin 60335-1 mukaan sähkölaitteen tulee kestää ilman läpilyöntiä syöksyjännite. Huippuimurin tapauksessa syöksyjännitteen arvo on 2500V. Testi täytyy suorittaa impulssijännitteellä, joka vastaa standardissa 61180-1 mainittua impulssijännitettä. Impulssi täytyy olla muodoltaan $1,2/50\mu\text{s}$ ja impulsseja syötetään laitteeseen kolme kappaletta molemmilla polariteeteillä aikavälin ollessa vähintään 1 s.

Testi aloitettiin tarkastamalla, että impulssijännite vastaa standardin 61180-1 antamaa muotoa. Standardin mukaan impulssijännitteen rinnanaika on oltava $1,2\mu\text{s} \pm 30$ prosenttia eli välillä 840 ns – 1560 ns. Impulssijännitteen nousuajaksi on määritelty aika, joka pulssilta kestää nousta 30 prosentista 90 prosenttiin impulssijännitteen huippuarvosta. Rinnankesto aika on 1,67 kertaa nousuaika. Kuvassa 7 on oskilloskoopin kuva impulssijännitteen nousuajasta, joka on 520 ns eli rinnannousuaika on 1,67 kertaa 520 ns, joka on 868,4 ns.



Kuva 7. Impulssijännitteen rinnankesto aika

Impulssijännitteen selän puoliarvonaika määritellään virtuaalisesta origosta siihen hetkeen, kun pulssi on laskenut puoleen huippuavosta. Selän puoliarvonajan täytyy standardin mukaan olla $50\mu\text{s} \pm 20$ prosenttia eli välillä $40\mu\text{s} - 60\mu\text{s}$. Kuvassa 8 on oskilloskooppikuva impulssijännitteen selän puoliarvonajasta, joka tässä tapauksessa mitattiin olevan $46,365\mu\text{s}$.



Kuva 8. Impulssijännitteen selän puoliarvonaika

Kun testijännitteen impulssi oli todettu oikeanlaiseksi suoritettiin huippumurille syöksyjännitetesti. Huippumuriin syötettiin 3-5 kappaletta ensin positiivista impulssijännitettä huippuarvoltaan 2,5kV ja sen jälkeen negatiivista impulssijännitettä negatiiviselta huippuarvoltaan -2,5kV. Kuvassa 9 on positiivisen impulssijännitteen muoto ja kuvassa 10 on negatiivisen impulssijännitteen muoto.



Kuva 9. Positiivinen impulssijännite



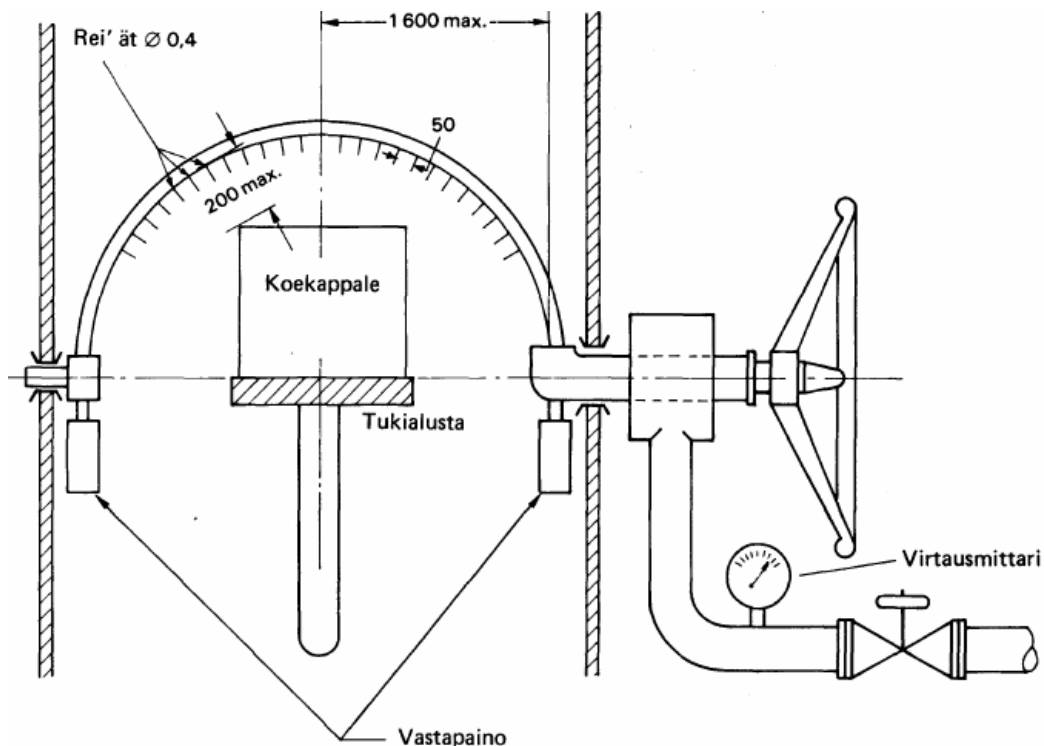
Kuva 10. Negatiivinen impulssijännite

Koska eristysvastusmittaus oli tehty ennen tätä testiä täytyi eristysvastus mitata uudelleen jotta varmistutaan siitä, ettei syöksyjännite ole rikkonut huippuimurin eristystä. Huippuimuri läpäisi testin eli läpilyöntiä ei tapahtunut ja huippuimuri läpäisi testin jälkeen suoritetun eristysvastusmittauksen.

7.2.5 Suojausluokan selvittäminen

Suojausluokan selvittämiseen käytettiin standardia SFS EN 60529, jossa on kuvailtu sähkölaitteiden kotelointiluokkien selvittämiseksi käytettävät vaatimukset ja menetelmät vaatimusten täyttämiseksi. Kotelointiluokan ilmoittamiseen käytetään IP numerointia. Ensimmäinen numero ilmaisee kuinka hyvin kotelointi suojaa ihmiskehon osia tai ihmisen pitämän esineen koskettamasta vaarallisia osia. Se myös ilmaisee vieraiden esineiden tai pölyn sisääntunkeutumisen. Huippuimurin tapauksessa moottori on luokkaa IP44 ja siihen lisätty kytkentärasia on luokkaa IP65, joten ensimmäiseksi numeroksi tulee 4. Toinen numero ilmaisee veden haitallisen sisäänpääsyn ja sen selvittämiseksi tehtiin testi.

Testin lähtökohdaksi otettiin suojausluokan IP44 saavuttaminen. Standardi SFS EN 60529 on selvä kuvaus vaatimusten täyttämiseksi. Kuvassa 11 on koestuslaite, jolla todetaan suojaus satavalta ja roiskovalta vedeltä. Standardissa on annettu määrät kaariputkilaitteen reikien määrälle ja sille, mikä veden kokonaisvirtausmäärä minuutille tulee olla. Kaariputken säde on 400 mm ja siinä olevia reikiä on 25. Kokonaisvirtausmääräksi saadaan standardin taulukosta 1,8 litraa minuutissa.



Kuva 11. Kaariputkilaite suojausluokan toisen numeron selvittämiseen

Testaus aloitettiin sijoittamalla koekappale kaariputkilaitteen keskelle kuvan 11 osoittamalla tavalla. Tämän jälkeen veden virtausmääräksi asetettiin standardinmukainen 1,8 litraa minuutissa. Kaariputkilaitetta liikutettiin lähes 360 asteen kulmassa 180 asteen pystytason molemmin puolin. Koko liikejakssoon käytettävä aika oli noin 12 sekuntia. Koko kokeen kesto oli 10 minuuttia ja puolesta välissä koetta huippuimuria käännettiin 90 astetta, jotta se ei olisi koko testin ajan suosiollisessa kulmassa vesisuihkuun nähden.



Kuva 12. Huippuimurin suojausluokan selvittäminen

Kuvassa 12 olevaa testausta suoritettiin kymmenen minuutin ajan. Testin jälkeen huippuimuri avattiin ja tarkasteltiin oliko sähköisiin osiin päässyt haitallista määrää vettä. Sähköisillä osilla tässä tarkoitetaan huippuimurin yläosan lipan alla olevaa pistoketta ja kytkentärasiaa.



Kuva 13. Pistoke suojausluokkatestin jälkeen

Testin aikana kuvan 13 pistokkeen ympärille oli keräytynyt vettä, mutta vesi ei päässyt pistokkeen sisälle koskettamaan sähköisiin osiin. Testin jälkeen kuitenkin todettiin, että pistoketta olisi suositeltavaa nostaa, jotta vesi pääsisi vapaasti virtaamaan pois pistokkeen läheisyydestä.



Kuva 14. Kytkentärasia suojausluokkatestin jälkeen

Testin aikana ei kuvan 14 kytkentärasiaan päässyt yhtään vettä siitä huolimatta, että kytkentärasian pohjassa moottorille menevän läpiviennin kautta vettä olisi voinut joutua myös kytkentärasiaan.

Testin kokonaistuloksena huippuimuri läpäisi suojausluokitustestin ja näin ollen suojausluokaksi tulee IP 44.

7.3 EMC-testaukset

EMC-testaukseen kuuluu kaksi osiota. Häiriöpäästömittaukset ja häiriönsietomittaukset. Tässä tapauksessa häiriönsietomittauksia ei katsottu tarpeellisiksi, sillä laite ei sisällä elektroniikkaa ja pelkkä 3-vaiheinen oikosulkumoottori sietää paljon häiriöitä muuttamatta normaalia toimintaansa. Lisäksi puhallin on jo testattu häiriönsietostandardin 61000-6-2 mukaan ja harmoniset yliaallot on testattu standardin 61000-3-2/3 mukaan. Häiriöpäästömittaukset jaettiin kahteen osaan, jotka ovat säteilevät häiriöt ja johtuvat häiriöt.

Testauspaikkana oli Technobothnia Laboratorio Vaasassa. Häiriöpäästömittaukset tehtiin häiriösuojatussa mittaushuoneessa kooltaan 7,4 m x 3,2 m x 3,3 m. Mittaushuone on suojattu S-Line 1000 TEMtestauskammio (Rohde & Schwarz).

7.3.1 Säteilevät häiriöt

Säteilevien häiriöiden mittauksessa huippuimuri kiinnitettiin pöytään naruilla pystyasentoon kuvan 15 mukaan siksi, että mittausten aikana laitteen asento olisi mahdollisimman lähellä tuotteen lopullisen käytön asentoa. Koko testien ajan huoneen ovi oli kiinni ja huoneessa olevaa pöytää oli mahdollista pyörittää huoneen ulkopuolelta.



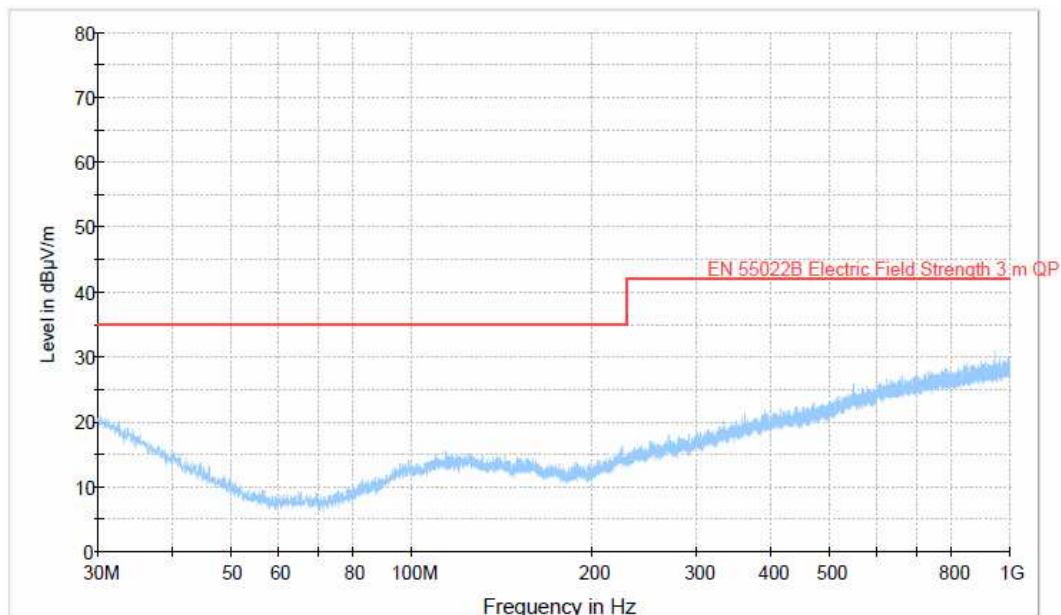
Kuva 15. Säteilevien häiriöiden mittausolosuhteet

Mittaus tapahtui siten, että huippuimuri oli jatkuvasti käynnissä 230 voltin jännitteellä ja huippuimurin lähettämiä säteileviä häiriöitä mitattiin taajuusalueella 30MHz–1GHz. Häiriöiden mittaus tapahtui kuvassa 16 olevalla Rohde & Schwarz valmisteisella Bilog antennilla, joka oli 3 metrin etäisyydellä tutkittavasta huippuimurista.



Kuva 16. Antenni Bilog

Testissä oli kahdeksan mittauskohdtaa. Ensiksi vastaanottava antenni oli pystysuunnassa ja pöytää pyöritettiin täyden kierroksen 90 asteen välein. Tämän jälkeen antenni käännettiin vaakasuoraan ja mittaukset toistettiin. Mittaus tapahtui 120kHz välein alueella 30MHz–1GHz. Mittauksesta saatava maksimiarvo ei saa ylittää välillä 30MHz-200MHz arvoa 35dB μ V/m ja välillä 200MHz-1GHz arvoa 42dB μ V/m. Raja-arvot ovat toiset kuin standardin antamat, sillä standardin raja-arvot ovat tarkoitettu mittaolosuhteille, jossa mitattava kohde on 10 metrin etäisyydellä ja avoimella paikalla. Raja-arvot on kompensoitu testiolosuhdetta vastaavaksi.



Kuva 17. Säteilevien häiriöiden mittaustulokset

Kuvasta 17 näemme säteilevien häiriöiden mittaustulokset. Yksikkönä on dB μ V/m. μ V/m on mikrovolttia per metri eli sähkökentän voimakkuus, joka yleensä ilmoitetaan voltteina per metri. Desibeli on Belin kymmenesosa ja ilmoittaa kahden suureen kymmenkantaisen logaritmin suhdetta. Tässä tapauksessa jännitteiden logaritmistusta suhdetta. Absoluuttisen tason saamiseksi mitattua arvoa verrataan kiinteään arvoon. Sähkökentän voimakkuuden ilmoittamiseen on käytetty logaritmistusta asteikkoa, jotta raja-arvon ja mitatun arvon hahmottaminen olisi helpompaa. Kuvassa punainen viiva on raja-arvo, jota säteilyn määrä ei saa ylittää ja sininen käyrä on mitattu säteily taajuusalueella 30MHz-1GHz. Ennakkoon oli jo pääteltävissä testattavasta laitteesta johtuen, että säteilevät häiriöt pysyvät reilusti alle raja-arvojen.

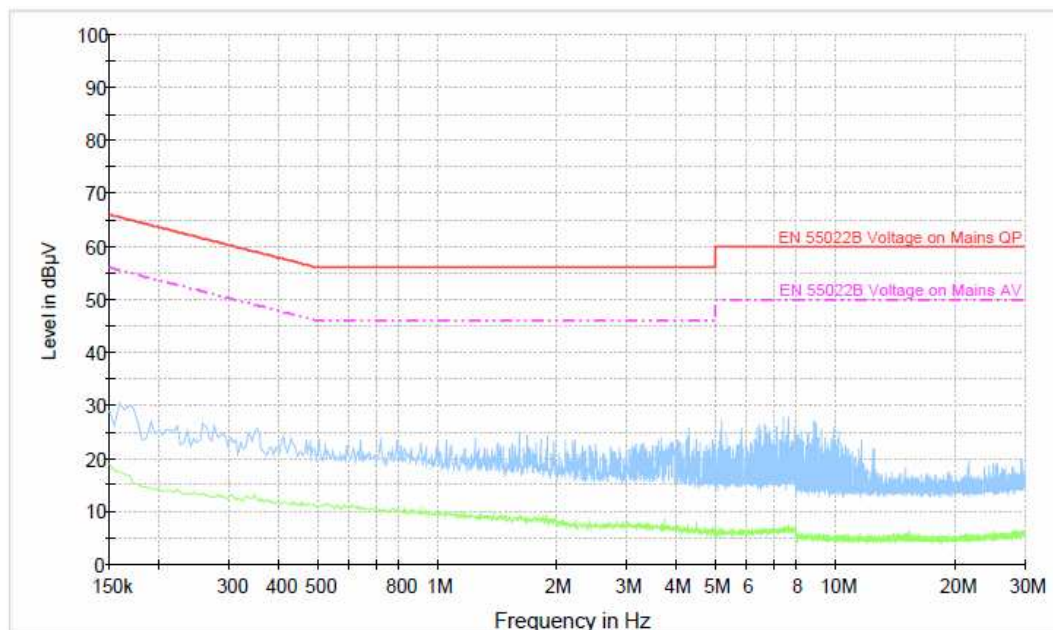
7.3.2 Johtuvat häiriöt

Johtuvia häiriöitä mitattaessa testiolosuhteet pysyivät kuvan 15 mukaisina. Mittaus tapahtui siten, että huippumuri kytkettiin kuvan 18 mukaiseen keinoverkkoon, joka on mallia ESH2-Z5. Tarkoituksena oli tutkia huippumurin syöttökaapelia pitkin lähettämiä häiriöitä, jotka voivat verkkoon joutuessa häiritä muita verkkoon kytkettyjä laitteita.



Kuva 18. Keinoverkko ESH2-Z5

Lattiaan on kiinnitetty keinoverkon oma 3-vaiheinen syöttöjohdin. Keinoverkkoon tuleva pistoke on huippumurin 1-vaiheinen syöttöjohdin. Häiriötä mitattiin taajuusalueella 150kHz-30MHz ja mittaustuloksia otettiin 9kHz välein. Mittauksista otettiin sekä keskiarvo että huippuarvo.



Kuva 19. Johtuvien häiriöiden mittaustulokset

Kuvassa 19 on johtuvien häiriöiden mittaustulokset. Yksikkönä on $\text{dB}\mu\text{V}$ eli käytössä on logaritminen asteikko. Laskentana on käytetty $20\log(U/\mu\text{V})\text{dB}$, jossa U on mitattu jännite. Kuvassa punainen viiva on sallittu huippuarvon maksimi ja violetti viiva on sallittu keskiarvon maksimi. Sininen käyrä kuvaa mitattua maksimiarvoa ja vihreä käyrä mitattua keskiarvoa. Myös johtuvissa häiriöissä tulos oli odotetun mukainen ja huippumuri täyttää helposti standardien vaatimat häiriöpäästömittaukset.

8 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli löytää huippuimuria koskevat direktiivit ja niiden yhdenmukaistetut standardit. Tämän jälkeen huippuimuri täytyi testata kyseisten standardien mukaisesti. Koska kysymys on sähkölaitteesta oli selvää, että pienjännite- ja EMC-direktiivi ovat asiaankuuluvia. Pienjännitestandardissa päädyttiin käyttämään kotitalouskäyttöön tarkoitettujen pienjännitelaitteiden yleistä standardia, koska huippuimurille on useampia sovelluksia, joten täsmentävää standardia ei huomioitu. EMC-standardien löytämiseen haastateltiin Sesko ry:n henkilöä ja Technobothnia Laboratorion EMC-testaajia.

Pienjännitetestauksissa tuli ongelmia, koska standardi oli tarkoitettu yleisille vaatimuksille, joten kaikki kohdat eivät olleet soveltuvia ja joitakin kohtia täytyi soveltaa eri tavalla. Huippuimuri ei aluksi vastannut kaikkia vaatimuksia, joten sitä kehitettiin testien edetessä. EMC-testeistä huippuimuri suoriutui moitteetta.

Työn tuloksena huippuimurille suoritettiin pienjännite- ja EMC-testejä ja huippuimuri vastaa nyt laboratoriotestien osalta pienjännitestandardia IEC 60335-1, sekä kokonaisuudessaan EMC standardia IEC 61000-3.

LÄHTEET

- /1/ Euroopan komissio. Mikä on direktiivi?. [online]. [viitattu 8.4.2010]. Saatavilla www-muodossa: <URL:http://ec.europa.eu/community_law/introduction/what_directive_fi.htm>.
- /2/ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/108/EY. EMC-direktiivi. 15.12.2004.
- /3/ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/95/EY. Pienjännitedirektiivi. 12.12.2006.
- /4/ Jokinen, Kari 2009. Suuntaajatekniikan sovellukset. Vaasan ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja liikenne. Luentomoniste.
- /5/ Plastec finland Oy. Kotisivu. [online]. [Viitattu 12.5.2010]. Saatavilla www-muodossa: <URL<http://www.plastec-finland.fi/>>
- /6/ Tukes. CE-merkintä. [online]. [Viitattu 14.4.2010]. Saatavilla www-muodossa: <URL:<http://www.tukes.fi/fi/Kuluttajaturvallisuus/Ohjeita-ja-vaatimuksia-yrittajille/CE-merkki/>>
- /7/ Tukes. EMC - sähkömagneettinen yhteensopivuus. [online]. [Viitattu 7.4.2010]. Saatavilla www-muodossa: <URL:<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/EMC/>>
- /8/ Tukes. Pienjännitedirektiivi. [online]. [Viitattu 8.4.2010]. Saatavilla www-muodossa: <URL:<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Pienjannitedirektiivi--/>>

/9/ Valtioneuvosto. Direktiivin synty. [online]. [viitattu 8.4.2010]. Saatavilla
www-muodossa: <URL:[http://www.valtioneuvosto.fi/eu/tietoa/direktiivi/
fi.jsp](http://www.valtioneuvosto.fi/eu/tietoa/direktiivi/fi.jsp)>.