

# SÄHKÖLAITETESTAUS JA -KORJAUS

Mikko Lopperi

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2011  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto  
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto

MIKKO LOPPERI: Sähkölaitetestausta ja -korjausta

Opinnäytetyö 42 s., liitteet 3 s.  
Joulukuu 2011

---

Tämän työn tarkoituksena oli perehtyä sähkölaitteiden testaukseen ja korjaukseen sekä niiden turvallisuusvaatimuksiin. Työssä käydään läpi sähkölaitetta koskevat viranomaisvaatimukset ja sähkölaitetestausta eri vaiheet. Työ tehtiin Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaitteiden/-laitteistojen lainauspaikan (AV-kioski) laitteiden huollon ja kunnossapidon edistämiseksi. Laitteiden hyvällä kunnolla pyritään takaamaan yleinen sähköturvallisuus.

Työn tekeminen aloitettiin perehtymällä sähkölaitteita koskeviin viranomaisvaatimuksiin. Työtä varten testattiin AV-kioskin sähkölaitteita Tampereen ammattikorkeakoulun Finlaysonin toimipisteessä sijaitsevassa sähkötyötilassa. Laitteiden vikoja ja niiden syitä selvitettiin yhdessä laitteiden huollosta ja kunnossapidosta vastaavan sähköasentajan kanssa. Työn edetessä ilmeni, että valtaosa laitevikoista johtuu laitteiden huolimattomasta käsittelystä tai käytöstä. Toinen pääasiallinen laitevikojen syy on laitteiden luonnollinen vanhentumisesta johtuva kuluminen.

Sähkölaitteiden kunnossa pysymistä olisi mahdollista edistää korostamalla käyttäjille, tässä tapauksessa Tampereen ammattikorkeakoulun opiskelijoille, laitteiden oikeita käsittely- ja käyttötapoja. Laitteiden huoltoa olisi mahdollista edistää vikailmoituslomakkeella, jonka oppilaat täyttäisivät aina laitevian havaitessaan.

---

Asiasanat: Sähkölaitetestausta, sähkölaitteiden korjausta.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
School of Electrical Engineering  
Degree Programme in Building Services Engineering

MIKKO LOPPERI: Electrical Appliance Testing and Repair

Bachelor's thesis 42 pages, appendices 3 pages  
December 2011

---

The purpose of this thesis was to collect information on electrical appliance testing and repair. Attention has been paid to the regulation requirements of electrical appliances. Different phases of electrical appliance testing have been explored. This study was made to benefit service and maintenance of appliances of AV-kiosk which is a loaning place of electrical appliances in Finlayson campus of Tampere University of Applied Sciences. Electrical security is attempted to ensure by the good condition of appliances.

The theoretical section explores the regulation requirements of electrical appliances. The empirical part consists of tests of appliances of AV-kiosk. Appliance faults and their reasons were considered in collaboration with electrician responsible for service and maintenance of devices in Finlayson campus.

The results suggest that the main reason for appliance faults is careless use and handling of appliances. Another reason appears to be natural aging and attrition of devices.

The findings indicate that maintenance of electrical appliances can be advanced by emphasizing the correct use and handling of appliances to users. In addition service of devices can be advanced by fault indication which would be filled in a form when appliance faults appear.

---

Key words: Electrical appliance testing, electrical appliance repair

## SISÄLTÖ

1 JOHDANTO .....	6
2 SÄHKÖLAITETESTAUKSEN LÄHTÖKOHDAT .....	7
2.1 Sähkölaitteiden turvallisuutta koskevat säännökset .....	7
2.2 Sähkölaitteen ja –laitteiston määritelmät .....	8
2.3 Sähkölaitteiden keskeiset turvallisuusvaatimukset .....	8
2.4 IP -luokitus .....	12
2.5 Sähkölaitteen turvallisuutta vaarantavat viat .....	13
2.6 Sähkölaitetestausta Finlaysonilla .....	14
3 SÄHKÖLAITETARKASTUKSET .....	15
3.1 Silmämääräinen tarkastus.....	15
3.2 Mittaukset.....	16
3.2.1 Laitetesteri .....	17
3.2.2 Suojajohdinpiirin jatkuvuus.....	18
3.2.3 Eristysresistanssi.....	19
3.2.4 Vuotovirta .....	20
3.2.5 Koekäyttö .....	21
3.3 Tarkastusten dokumentointi .....	21
3.4 AV-kioskin sähkölaitteiden tarkastukset.....	22
3.5 Viat AV-kioskin sähkölaitteissa.....	27
4 SÄHKÖLAITEKORJAUS .....	29
4.1 Sähkölaitteiden korjaustyön pätevyysvaatimukset .....	29
4.2 Korjaustehtävän suorittaminen.....	32
4.3 Korjaamon vaatimukset .....	32
4.3.1 Korjaamon perussuojaus.....	33
4.3.2 Korjaamon vikasuojaus .....	33
4.3.3 Tunnistaminen .....	34

4.4 Korjatun laitteen rakennevaatimukset.....	34
4.5 Korjatun laitteen tarkastus.....	34
5 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	35
5.1 Sähkölaittekorjauksesta yleisesti.....	35
5.2 AV- kioskin laitteiden huolto- ja kunnossapito .....	35
LÄHTEET.....	37
LIITTEET.....	39

## 1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on perehtyä sähkölaitteiden testaukseen ja korjaukseen sekä laitteiden turvallisuusvaatimuksiin. Tampereen ammattikorkeakoulun opiskelijoilla on harjoitustöissään käytössä suuri määrä erilaisia sähkölaitteita, joilla on enemmän tai myöhemmin tapana hajota tai vikaantua. Tampereen ammattikorkeakoulun Finlaysonin toimipisteeseen rakennettiin vuonna 2010 sähkötyötila, jossa huolletaan, testataan ja korjataan viollisia sähkölaitteita. Sähkötyötilan valmistuminen loi puitteet sähkölaitteiden systemaattiselle huollolle ja kunnossapidolle.

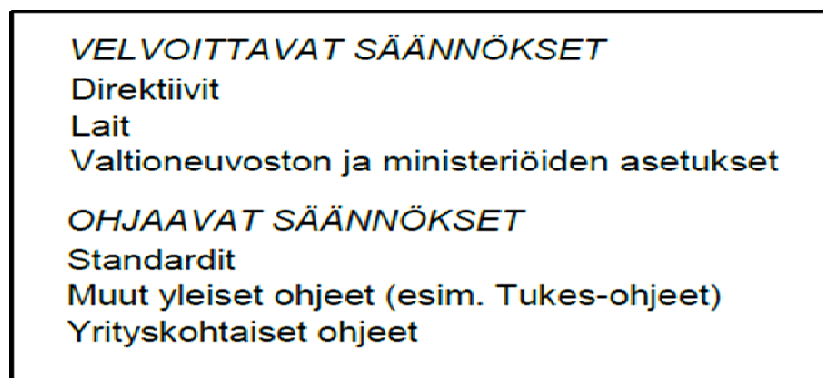
Opinnäytetyössä käydään läpi sähkölaitetestauksen eri vaiheet sekä testauksessa ja korjauksessa huomioitavat asiat. Huomiota on kiinnitetty erityisesti laitteiden määräystenmukaisuuden toteutumiseen. Työn tarkoituksena on edistää AV-kioskin, joka on sähkölaitteiden/-laitteistojen lainauspaikka TAMK:n Finlaysonin toimipisteessä, laitteiden kunnossapitoa ja huoltoa. Taustalla on pyrkimys pitää opiskelijoiden käytössä olevat laitteet mahdollisimman hyvässä kunnossa ja sitä kautta edistää sähköturvallisuutta. Opinnäytetyöhön on lisäksi koottu yleistä aineistoa sähkölaitteiden turvallisuudesta, testauksesta ja korjauksesta. Työssä käydään läpi mm. turvalliselta sähkölaitteelta vaadittavia suojausominaisuuksia.

## 2 SÄHKÖLAITETESTAUKSEN LÄHTÖKOHDAT

### 2.1 Sähkölaitteiden turvallisuutta koskevat säännökset

Sähkölaitetestausten tekeminen aloitetaan perehtymällä asiaa koskeviin määräyksiin ja ohjeisiin. Kun tiedetään sähkölaitetta koskevat vaatimukset, osataan laitteen testauksessa kiinnittää huomio turvallisuuden kannalta olennaisiin seikkoihin.

Suomen lainsäädäntöä ohjaa Euroopan unionin säätämät direktiivit. Kansallinen lainsäädäntö on mukautettu direktiivien vaatimuksiin. Sähkölaitteita koskevia direktiivejä ovat mm. pienjännite-, EMC- ja konedirektiivi. Niissä on tuotekohtaisten vaatimusten osalta usein viitattu harmonisointeihin standardeihin. Yhteiskunnan asettamissa säännöksissä on esitetty sähkö- ja elektroniikkalaitteiden sähköturvallisuuteen, sähkömagneettiseen yhteensopivuuteen, tuoteturvallisuuteen, paloturvallisuuteen ja ympäristönsuojeluun liittyviä vaatimuksia. Esitetyt vaatimukset ovat tuotetta koskevia minimivaatimuksia. Velvoittavia säännöksiä ovat direktiivit, lait sekä valtioneuvoston ja ministeriöiden asetukset. Toimintaa ohjaavia säännöksiä ovat standardit, muut yleiset ohjeet esim. Tukes-ohje ja yrityskohtaiset ohjeet. (Simonen 2009, 13.)



KUVIO 1. Sähköturvallisuuden normihierarkia (Simonen 2009, 13.)

Sähkölaitteita koskevat turvallisuusvaatimukset on esitetty kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 1694/1993. Ministeriön päätökset ovat velvoittavia säännöksiä eli niitä on noudatettava aina, tilanteesta riippumatta. Laitteen ollessa

Euroopassa yhdenmukaistettujen standardien turvallisuusvaatimusten mukainen, se täyttää myös laissa esitetyt vaatimukset.(Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta 1993, 8 §.)

AV-kioskin sähkölaitteet ovat pääasiassa laitteita, joita koskevat standardissa SFS-EN 60335-1 Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien yleiset turvallisuusvaatimukset esitetyt vaatimukset.

## 2.2 Sähkölaitteen ja -laitteiston määritelmät

Seuraavassa on esitetty Sähköturvallisuuslain 1996/410 mukaiset määritelmät sähkölaitteelle ja sähkölaitteistolle, jotta käsitteet eivät sekoittuisi keskenään.

Sähkölaitte: ”Sähkölaitteella tarkoitetaan sähkön tuottamiseen, siirtoon, jakeluun tai käyttöön tarkoitettua kojetta, konetta tai tarviketta, jolta tai jonka osalta edellytetään tiettyjä sähkötekniisiä ominaisuuksia.”

Sähkölaitteisto: ”Sähkölaitteistolla tarkoitetaan sähkölaitteista ja mahdollisesti muista laitteista, tarvikkeista ja rakenteista koostuvaa toiminnallista kokonaisuutta.”

## 2.3 Sähkölaitteiden keskeiset turvallisuusvaatimukset

Sähkölaitetestauksella halutaan varmistaa, että käytössä olevat laitteet täyttävät niille asetetut turvallisuusvaatimukset ja että ne eivät aiheuta kenellekään vaaraa. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 1694/1993 on esitetty sähkölaitteiden keskeiset turvallisuusvaatimukset. Kyseistä päätöstä sovelletaan vaihtovirralla nimellisjännitealueella 50 -1000 V ja tasavirralla nimellisjännitealueella 75 -1500 V toimiviin sähkölaitteisiin. KTM päätöksen 1694/1993 mukaan sähkölaitteiden turvallisuusmääräykset tulevat täytetyksi mikäli laite on Kansainvälisen sähkölaitteiden koestusmääräyksiä valmistelevan komission (CEE) tai Kansainvälisen sähköteknisen komission (IEC) standardien mukainen.



Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 1694/19993 on määritelty vaarat, joilta sähkölaitteet tulee olla suojattu.

### **6 §**

Teknisillä toimenpiteillä on varmistettava sähkölaitteen aiheuttamien vaarojen varalta,

- 1) että ihmiset ja kotieläimet ovat riittävästi suojattuja ruumiinvammalta tai muulta vahingolta, jonka voisi aiheuttaa suora tai välillinen sähköinen kosketus;
- 2) että vaaraa aiheuttavia lämpötiloja, valokaaria tai säteilyä ei synny;
- 3) että ihmiset, kotieläimet ja omaisuus ovat riittävästi suojattuja sähkölaitteiden aiheuttamilta kokemusperäisesti havaituilta muilta kuin sähköisiltä vaaroilta;
- 4) että eristys on sopiva ennalta arvioitavissa olosuhteissa.

Eri standardeissa esitetty yleinen sähkölaitteiden turvallisuutta koskeva perusvaatimus on, että ne toimivat normaalikäytössä turvallisesti eivätkä aiheuta vaaraa käyttäjilleen tai ympäristölleen. Turvallisen sähkölaitteen jännitteiset osat eivät ole kosketeltavissa normaalissa käyttötilanteessa. Jännitteisten osien koskettamisen estäviä suojausmenetelmiä ovat jännitteisen osan eristäminen, kotelointi tai suojaus suojuksella, suojaaminen esteellä ja jännitteisten osien sijoittaminen kosketusetäisyyden ulkopuolelle. Muita laitteen turvallisuuden kannalta keskeisiä seikkoja ovat lämpeneminen, kosteuden kestävyys, mekaaninen lujuus, pinta- ja ilmapälit sekä etäisyydet eristyksen läpi ja eristeaineiden lämmön-, tulen- ja pintavirran kestävyys. (Simonen 2009, 24.)

Seuraavaksi käsitellään kuinka KTM päätöksen 1694/19993 turvallisuusvaatimukset on otettu huomioon standardissa SFS-EN 60335-1 Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien yleiset turvallisuusvaatimukset. Kyseinen standardi esittää laitteille seuraavanlaisen yleisen vaatimuksen:

#### Yleinen vaatimus

Laitteet on rakennettava niin, että ne toimivat normaalikäytössä turvallisesti eivätkä aiheuta vaaraa käyttäjilleen eivätkä ympäristölleen, ei edes sellaisessa huolimattomassa käytössä, joka voi esiintyä normaalikäytössä.

Yleensä tämä periaate saavutetaan täyttämällä tässä standardissa määritellyt asiaan kuuluvat vaatimukset ja vaatimuksenmukaisuus todetaan suorittamalla kaikki asiaan kuuluvat testit.

Seuraavassa on lueteltu sähkölaitteen suojaukselta vaadittuja ominaisuuksia, joilla edellä esitetty yleinen turvallisuusvaatimus pyritään täyttämään:

- Kosketussuojauksella estetään sähkölaitteen jännitteisten osien satunnainen koskettaminen.
- Laite ei saa normaalikäytössä saavuttaa paloturvallisuuden vaarantavia, liian korkeita lämpötiloja.
- Laitteen jännitteisistä osista metalliosiin siirtyvä vuotovirta ei saa ylittää standardin raja-arvoja ja laitteen peruseristyksellä, lisäeristyksellä ja vahvistetulla eristyksellä on oltava riittävä jännityslujuuskestävyys.
- Kosketeltavat osat, jotka voivat eristysvian sattuessa tulla jännitteisiksi on kytkettävä luotettavasti maadoitusliittimeen.
- Laitteiden tulee olla luokiteltu sähköisen eristyksen mukaan: suojausluokka I - peruseristetty laite varustettuna suojamaadoituksella, suojausluokka II - kaksoiseristetty tai vahvistetulla eristyksellä

varustettu laite, suojausluokka III - suojajännitteellä toimiva laite. Edellä lueteltujen lisäksi käytössä voi olla vielä vanhojen vaatimusten mukaisia peruseristettyjä laitteita (suojausluokka 0) ja peruseristettyjä laitteita varustettuna maadoitusliittimellä (suojausluokka 01).

- Sähkölaitteesta tulee löytyä mitoitusjännite voltteina, virtalajin tunnus, mitoitus-teho tai mitoitusvirta, valmistajan tai vastuullisen edustajan nimi, tavara- tai tunnusmerkki ja malli- tai tyyppimerkintä. Laitteessa tulee olla tarvittaessa suojausluokan II rakenteen tunnus, IP -luokka, sekä muita standardikohtaisia merkintöjä, minkä lisäksi turvallisen käytön varmistaminen voi edellyttää käyttöohjeita.

(Simonen 2009, 39.)

## 2.4 IP -luokitus

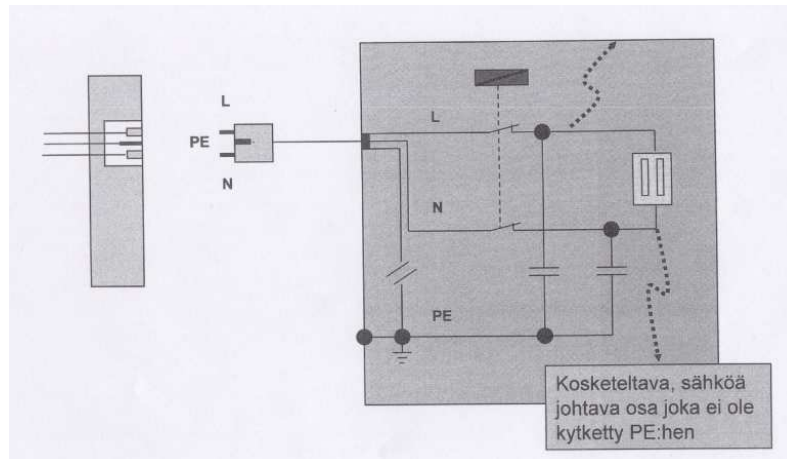
Sähkölaitteen IP -luokituksella ilmaistaan vieraiden esineiden, pölyn ja veden sisäänpääsystä laitteen koteloinnin läpi. Taulukossa 1 on esitetty IP -luokituksen numeroiden ja kirjaimien merkitykset.

TAULUKKO 1. IP -luokitus (Harsia 2005.)

<i>Osat</i>	<i>Numerot tai kirjaimet</i>	<i>Merkitys laitesuojauksessa</i>	<i>Merkitys henkilösuojauksessa</i>
Ensimmäinen tunnus-Numero <b>IPXX</b>	<b>0</b> <b>1</b> <b>2</b> <b>3</b> <b>4</b> <b>5</b> <b>6</b>	Suojattu vieraiden esineiden ja pölyn sisäänpääsystä  Suojaamaton Kun halkaisija $\geq 50$ mm Kun halkaisija $\geq 12,5$ mm Kun halkaisija $\geq 2,5$ mm Kun halkaisija $\geq 1,0$ mm Pölysuojatusti pölytiivisti	Vaaralliset osat kosketussuojattu:  suojaamaton nyrkiltä sormelta työkalulta langalta langalta langalta
Toinen tunnus-Numero <b>IPxX</b>	<b>0</b> <b>1</b> <b>2</b> <b>3</b> <b>4</b> <b>5</b> <b>6</b> <b>7</b> <b>8</b>	Suojattu veden sisäänpääsyn haitalliselta vaikutukselta  Suojaamaton Pystysuoraan tippuvalta vedeltä Tippuvalta vedeltä (kallistus 15°) Satavalta vedeltä Roiskuvalta vedeltä Vesisuihkulta Voimakkaalta vesisuihkulta Lyhytaikaisesti upotettuna Jatkuvasti upotettuna	
Lisäkirjaimet	<b>A</b> <b>B</b> <b>C</b> <b>D</b>		Vaaralliset osat kosketussuojattu: Nyrkiltä Sormelta Työkalulta langalta
Täydentävä kirjain	<b>H</b> <b>M</b> <b>S</b> <b>W</b>	Suurjännitelaitte Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä Laitte on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin	

## 2.5 Sähkölaitteen turvallisuutta vaarantavat viat

Sähkölaitteen turvallisen käytön vaarantaa laitteen kosketeltava, sähköä johtava osa, jota ei ole maadoitettu. Kuviossa 2 on tällaista tilannetta havainnollistava periaatekuva.



KUVIO 2. Sähköturvallisuutta vaarantavat viat (Sähkölaitteiden (1-3 -vaiheiset) sähköturvallisuustestaus, 2.)

Yleisimpiä vaaran aiheuttajia sähkölaitteessa ovat jännitteisten osien puutteellinen kosketussuojaus, liian pienet pinta- ja ilmvälit eri potentiaalissa olevien osien välillä, liitäntäjohdon vedonpoistimen puuttuminen, kotelointimateriaalien heikko tulenkestävyys, liian ohuet johdinten poikkipinnat, vaatimusten vastainen koskettimien mitoitus tai yllämpenemissuojaus, virtaa johtavien osien puutteellinen eristys, puutteellinen kosteussuojaus, vaatimusten vastaiset laitteen eri osien väliset kiinnitykset sekä maadoitettavaksi tarkoitettu laitteesta puuttuva suojamaadoitusmahdollisuus. (Simonen 2009, 39.)

Suomen markkinoilla vaaraa aiheuttaneita tuotteita kirjattiin vuosina 2004 -2007 yhteensä 433 kappaletta Komission CIRCA-järjestelmään, joka on Komission kustantama ja ylläpitämä tietojenvaihtojärjestelmä eri maiden väliseen tietojen vaihtoon. Vaaraa aiheuttaneista tuotteista 148 kpl oli valaisimia. Suomessa tapahtui vuosina 1994 -2007 yhteensä 18 kuolemantapausta johtuen määräysten vastaisesta (4 tapausta) tai vioittuneesta (14 tapausta) sähkölaitteesta. (Simonen 2009, 39 ja 42.)

Tapaturmien välttämiseksi on sähkölaitteiden kuntoon ja määräystenmukaisuuteen syytä kiinnittää huomiota. Jokainen viallisesta tai määräystenvastaisesta sähkölaitteesta johtuva kuolemantapaus olisi estettävissä oikeilla toimintatavoilla.

## 2.6 Sähkölaitetestaus Finlaysonilla

Tampereen ammattikorkeakoulun Finlaysonin toimipisteessä toimivat kuvataiteen, viestinnän, elokuvan ja television, sekä englanninkielisen median koulutusohjelmat. Opiskelijoille on järjestetty mahdollisuus lainata sähkölaitteita erilaisiin kuvaus-, äänitys- yms. taideprojekteihin toimipisteessä sijaitsevasta AV-kioskista. Finlaysonilla sijaitsevassa sähkötyötilassa testataan ja korjataan AV-kioskin laitteita. Laitteiden testauksilla halutaan karsia vialliset laitteet pois käytöstä.

AV-kioskin laitteiden huollosta ja kunnossapidosta vastaa TAMK:n Finlaysonin toimipisteessä toimiva sähköasentaja. Hänen lisäksi sähkölaitteiden testausta ja korjausta voivat suorittaa työskentelyyn opastetut henkilöt, esimerkiksi työharjoittelua suorittavat sähköalan opiskelijat. Sähkölaittekorjaukseen oikeutetun henkilön pätevyysvaatimukset käydään läpi myöhemmin tässä opinnäytetyössä. Opinnäytetyötä varten testattiin AV-kioskin pistotulpallisia sähkölaitteita Finlaysonin toimipisteessä sijaitsevassa sähkötyötilassa. Tarkemmassa käsittelyssä ovat valonheittimille tehdyt testit.

### 3 SÄHKÖLAITETARKASTUKSET

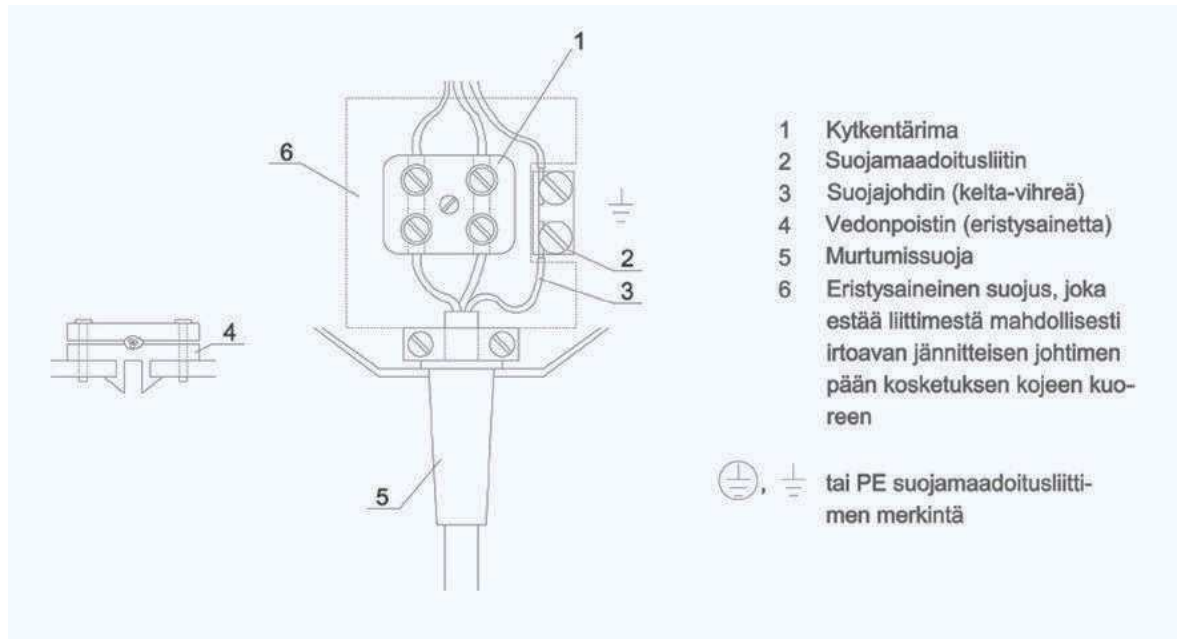
Tampereen ammattikorkeakoulun sähköpajoilla tehtäviin tarkastuksiin on yhtenäinen ohje, jonka mukaan tarkastukset tehdään. Ohje löytyy kahdelta sähköpajalta, jotka sijaitsevat ammattikorkeakoulun Kuntokadun sekä Finlaysonin toimipisteissä. Ohje löytyy myös Teppo Mäkipään opinnäytetyön Sähkölaitekorjaamon suunnittelu ja toteutus liitteestä Ohje sähkölaitteen/ -laitteiston mittauksia, tarkastuksia ja dokumentointia varten. Tämän lisäksi sähköpajoilta löytyy käytössä olevan Secutest SIII -laitetesterin käyttöohje, josta löytyy yksityiskohtaisemmat ohjeet testin eri vaiheiden suorittamiseen.

Tässä luvussa käsitellään tarkastuksen eri vaiheita sekä itse suoritettujen tarkastusten tuloksia ja päätelmiä. Sähkölaitetarkastukset tehdään ST 6 sähkölaitekorjaajan oppaan mukaisesti, joka perustuu standardiin SFS-EN 60335-1:2009 Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuus (Osa 1: Yleiset vaatimukset).

#### 3.1 Silmämääräinen tarkastus

Silmämääräisessä/aistinvaraisessa tarkastuksessa tarkistetaan, että laite on päällisin puolin ehjä. Silmämääräisesti tarkistetaan, ettei laitteen kotelo, kuori, vaippa eikä liitäntäkaapeli ole vahingoittunut niin, että jännitteiset osat ovat kosketeltavissa tai ettei niiden eristys ole muuten heikentynyt. Tarkistetaan ettei liitäntäkaapelissa ole silmin havaittavia vaurioita ja että aiemmin mahdollisesti vaihdettu kaapeli on tyypiltään ja poikkipinnaltaan asianmukainen. Vedonpoistimen ja murtumissuojan kunto tarkastetaan silmämääräisesti, sekä tarvittaessa käsin kokeilemalla. (Sähkölaitekorjaajan opas 2010, 12)

Korjauksen yhteydessä tarkastetaan suojajohtimen kunto, liitos ja maadoitusliittimen oikea merkintä. Suojajohtimena käytetään kelta-vihreä-raitaista johdinta, jota ei käytetä mihinkään muuhun tarkoitukseen. Suojausluokan II laiteissa (suojaeristetyt laitteet) ei ole maadoitusliittintä, koska niitä ei saa maadoittaa. (Sähkölaitekorjaajan opas 2010, 12)



KUVIO 3. Suojamaadoitusjohdon liittäminen (Sähkölaitekorjaajan opas 2010, 12)

### 3.2 Mittaukset

Sähkölaitteen mittauksilla täydennetään aistinvaraisia tarkastuksia. Niillä varmistetaan laitteen riittävä eristystila, ja että laitteen kosketeltavissa osissa ei ole jännitettä. Mittaukset tehdään Secutest SIII -laitetesterillä. Testerillä mitataan suojajohdinpiirin jatkuvuus, eristysresistanssi, sekä tehdään vuotovirtatesti ja koekäyttö.



### 3.2.1 Laitetesteri

Tampereen ammattikorkeakoulun sähköpajoilla on käytössä Gossen Metrawattin laitetesteri Secutest SIII, jolla voidaan tehdä seuraavien rakennestandardien mukaiset testit:

- SFS-EN 60335 Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuus,
- SFS-EN 60601 Sähkökäyttöiset lääkintälaitteet,
- SFS-EN 61010 Mittaukseen, säätöön ja laboratoriokäyttöön tarkoitettujen sähköisten laitteiden turvallisuusvaatimukset, sekä
- SFS-EN 60950 Tietotekniikan laitteiden ja sähkökäyttöisten toimistokoneiden turvallisuus.

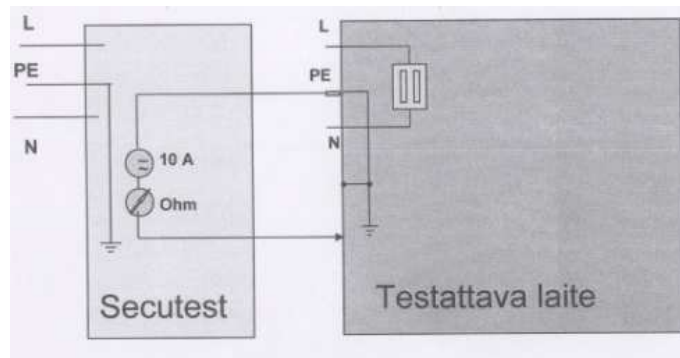
Standardit määrittelevät mitä testejä ja raja-arvoja pitää noudattaa sähköturvallisuustestauksessa kun valmistetaan, korjataan tai huolletaan sähkölaitteita. Finlaysonin AV-kioskin laitteiden mittaukset tehdään pääasiassa standardin SFS-EN 60335-1:2009 Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuus mukaan. Laitetesteri vertaa mittauservoja standardin mukaisiin raja-arvoihin ja ilmoittaa ovatko ne sallituissa rajoissa. Nykyaikainen laitetesteri kattaa usean yksittäisen mittarin toiminnot ja sen käyttö yksinkertaistaa ja nopeuttaa laitteiden sähköturvallisuuden varmistamiseksi tehtäviä mittauksia.



KUVIO 4. Secutest SIII – laitetesteri (Kontram Oy, 2011.)

### 3.2.2 Suojajohdinpiirin jatkuvuus

Kuviossa 5 on esitetty suojajohdinpiirin jatkuvuusmittaus Secutest SIII -laitetesterillä mitattaessa.



KUVIO 5. Suojajohdinpiirin jatkuvuus (Sähkölaitteiden (1-3 -vaiheiset) sähköturvallisuustestaus, 4.)

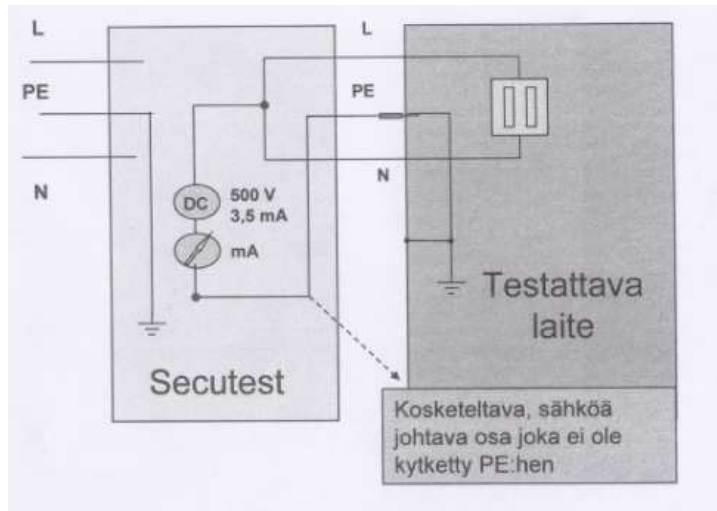
Secutest SIII -laitetesteri käyttää suojajohtimen jatkuvuusmittauksessa testivirtaa 10 A tai 25 A AC. (Sähkölaitteiden (1-3 -vaiheiset) sähköturvallisuustestaus, 3.)

Testausvirran tulee olla riittävän suuri, jotta saadaan luotettava mittaustulos. Suojajohtimen jatkuvuustestillä varmistetaan, että kaikki kosketeltavat jännitteelle alttiit metalliosat on luotettavasti yhdistetty maadoitusliittimeen. Luotettavan mittaustuloksen saamiseksi on mittapään ja metalliosan välisen kosketuksen tulee olla riittävän voimakas. (Sähkölaittekorjaajan opas 2010, 13.)

Resistanssin maksimiarvo saa olla enintään  $0,3 \Omega$  kun laitteen kiinteä liitänkäapeli on enintään 5 m. Resistanssiarvo saa nousta  $0,12 \Omega$  kutakin 5 lisämetriä kohti, mikäli kaapeli on pidempi. Suojajohtimen voi olettaa olevan vahingoittunut tai liitoksen heikenneen, jos resistanssiarvo muuttuu kaapelia liikuteltaessa. (Sähkölaittekorjaajan opas 2010, 13.)

### 3.2.3 Eristysresistanssi

Laitteen eristyksen on oltava riittävä kaikilla laitteessa esiintyvillä jännitteillä. Kuviossa 6 on esitetty eristysresistanssin mittaus Secutest SIII -laitetesterillä mitattaessa.



KUVIO 6. Eristysresistanssin mittaus (Sähkölaitteiden (1-3 -vaiheiset) sähköturvallisuustestaus, 5.)

Eristysresistanssin mittauksessa käytetään 500 V DC testijännitettä. Laitteen kaikkien kytkimien, lämpötilansäätimien yms. on oltava kiinni-asennossa, jotta kaikki eristykset, joihin verkkojännite voi vaikuttaa, olisivat mittauksessa mukana. (Sähkölaittekorjaajan opas 2010, 14.)

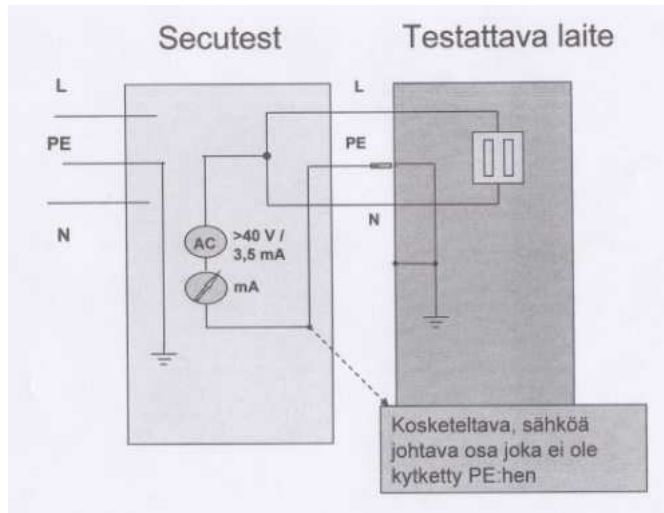
Laitteen eristysresistanssi ei saa olla sitä koskevan standardin raja-arvoja pienempi. Eristysresistanssin raja-arvot ovat standardin SFS-EN 60335–1:2009 mukaan:

- suojaluokka I: 1 M $\Omega$ ,
- suojaluokka II: 2 M $\Omega$  ja
- eristysjännite 500 V.

(Sähkölaitteiden (1-3 -vaiheiset) sähköturvallisuustestaus, 6.)

### 3.2.4 Vuotovirta

Kuviossa 7 on esitetty vuotovirtamittaus mittaus Secutest SIII -laitetesterillä mitattaessa.



KUVIO 7. Vuotovirtamittaus (Sähkölaitteiden (1-3 -vaiheiset) sähköturvallisuustestaus, 7.)

Laitteen vuotovirta ei saa ylittää raja-arvoja, jotka ovat standardin SFS-EN 60335-1:2009 mukaan:

- suojaluokka I: 0,75 mA – 5 mA ja
- suojaluokka II: 0,25 mA.

Sähkölaitteiden (1-3 -vaiheiset) sähköturvallisuustestaus, 8.)

”Sähkölaitteen vuotovirta jännitteisistä osista kosketeltaviin metalliosiin ei saa ylittää sallittuja rajoja. Laitteen peruseristykselle, lisäeristykselle ja vahvistetulle eristykselle on standardeissa myös määritelty jännitelujuusvaatimukset, jotka niiden tulee kestää.” (Simonen 2009, 25.)

### 3.2.5 Koekäyttö

Laitteen koekäytössä tarkastetaan, että laite toimii tarkoitetulla tavalla. Turvallisuuteen vaikuttavia puutteita ei saa ilmetä.(sähkölaittekorjaajan opas 2010, 18.)

Koekäytössä laitetesteri kytkee laitteelle verkkojännitteen ja mittaa vikavirran käyttötilanteessa (erovirta = L- ja N-johtimien virtojen ero). Jos testattavaa laitetta käytetään esim. yhden minuutin ajan, laitetesteri näyttää kulutetun sähköenergian määrän. Koekäytön lopuksi laitetesteri näyttää virran ja tehon maksimiarvot, jotka yleensä ilmenevät laitteen käynnistystilanteessa. (Sähkölaitteiden (1-3 -vaiheiset) sähköturvallisuustestaus, 9.)

### 3.3 Tarkastusten dokumentointi

Mittauksista saadut arvot kirjataan laitedokumenttiin, johon kirjataan myös testattua laitetta koskevat vaatimukset, sekä muut laitteen tiedot. Vaatimuksien täyttymisen perusteella laite hyväksytään tai hylätään. Laitedokumentti arkistoidaan sähköiseen/paperiseen muotoon mahdollista myöhempää käyttöä varten.

Tarkastetut sähkölaitteet merkitään kiinnittämällä laitteeseen tarra. Tarravaihtoehtoja on kolme:

- 1) käyttöönottomerkintätarra (tunnistekilpi),
- 2) käyttökiellossa (korjattavaksi) ja
- 3) poistettavaksi.

(Mäkipää 2010, 44.)

### 3.4 AV-kioskin sähkölaitteiden tarkastukset

Seuraavaksi käsitellään laitteille tehtyjä tarkastuksia ja kuinka viat ilmenevät Secutest -laitetesterillä testattaessa. Valtaosa testatuista laitteista sai hyväksytyt testitulokset, mistä voidaan päätellä, että AV-kioskin laitekanta on yleisesti ottaen hyvässä kunnossa. Testaustuloksien käsittelyssä on otettu esimerkiksi muutama laitetyyppi, joista löytyi vikoja.

Yksi testattu laitetyyppi oli kuvion 8 mukainen Arri 650 – valonheitin. Kyseisiä valonheittämiä testattiin useita, mutta kaikkien laitteiden mittaustuloksien esittäminen ei ole tässä yhteydessä tarkoituksenmukaista, joten tulosten käsittelyssä on otettu vertailuun kaksi valonheitintä. Käsittelyssä on yhden hyväksytyt (valonheitin 1) ja yhden hylätyn (valonheitin 2) tarkastuksen tulokset.



KUVIO 8. Arri 650 – valonheitin (Arri, 2011.)

## Valonheitin 1

Tarkastuksen teko aloitettiin tekemällä silmämääräinen tarkastus. Silmämääräisesti tarkistettiin laitteen kotelon, kuoren ja liitäntäkaapelin kunto. Päällisin puolin kaikki näytti olevan kunnossa, joten se läpäisi silmämääräisen tarkastuksen. Tämän jälkeen tehtiin mittaukset laitetesterillä. Taulukossa 2 on esitetty valonheittimen 1 mittausten tulokset.

TAULUKKO 2. Valonheittimen 1 mittaustulokset

		Mitattu arvo	Raja-arvo
Suojajohdinsiirrin jatkuvuus	$R_{SL}$	0,086 $\Omega$	<0,330 $\Omega$
Eristysresistanssi	$R_{INS}$	>310 M $\Omega$	>0,500 M $\Omega$
Eristysjännite	$U_{INS}$	526 V	500 V
Vuotovirta	$I_{EHL}$	0,033 mA	<0,500 mA
Koekäyttö	$U_{LN}$	230,1 V	
	$\Delta I$	0,016 mA	
	$I_a$	2,50 A	
	P	566 W	
	AP	575 VA	
	PF	0,98	
	W	0,002 kWh	
	t	15 s	

Laitetesteri ilmoitti, että testitulokset on hyväksytty eli valonheitin 1 täyttää standardin SFS-EN 60335-1:2009 Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuusvaatimukset.

## Valonheitin 2

Laite läpäisi silmämääräisen tarkastuksen, joten siirryttiin laitetesterillä tehtäviin mittauksiin. Mittaukset keskeytyivät suojajohdinpiirin jatkuvuusmittaukseen, kun mitattu vastusarvo ei ollut standardin raja-arvon mukainen. Taulukossa 3 on esitetty valonheittimen 2 mittausten tulokset.

TAULUKKO 3. Valonheittimen 2 mittaustulokset

		Mitattu arvo	Raja-arvo
Suojajohdinpiirin jatkuvuus	$R_{Sl} [\Omega]$	$>2,100 \Omega$	$<0,330 \Omega$

Laitetesteri ilmoitti, että testitulokset on hylätty eli valonheitin 2 ei täytä sitä koskevan standardin SFS-EN 60335-1:2009 Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuusvaatimuksia. Suojajohdinpiirin jatkuvuusmittauksessa saadusta vastusarvosta voidaan päätellä, että kyseisessä valonheittimessä on maadoitusvika, joten kyseisen laitteen käyttö ei ole suositeltavaa.

”Standardit edellyttävät, että suojamaadoitettavien laitteiden kosketeltavat metalliosat, jotka voivat tulla jännitteisiksi eristysvian sattuessa, on pysyvästi ja luotettavasti kytkettävä laitteen sisällä olevaan maadoitusliittimeen tai kojevastakkeen maadoitusliittimeen.” (Simonen 2009, 25.)

Korjausehdotus: Avataan kotelo ja tarkistetaan maadoitusliittimen liitos. Liitosruuvi on voinut löystyä ja liitos liian heikko. Varmistetaan, että liitos on luotettava, jonka jälkeen testataan laite uudestaan.

Valonheitin 2 oli poikkeustapaus, sillä valtaosa testatuista laitteista sai hyväksytyt testitulokset ja niiden mittaustulokset olivat suuruusluokaltaan valonheittimen 1 kaltaiset.



Yleisimmin laiteviat ilmenevät jo silmämääräisessä tarkastuksessa. Liitäntäkaapelivika on yksi yleisimmistä sähkölaitteen toimintahäiriön syistä. Liitäntäkaapelista voi olla eriste hajonnut siten, että yksittäiset johtimet ovat näkyvillä. Tarkastelussa oli myös laitteita, joissa oli johtojen kuparilanka eli sähköä johtava osa oli näkyvillä. Tällaisten laitteiden käyttö voi olla hengenvaarallista, joten ne on poistettava käytöstä välittömästi kunnes vika on korjattu.

Silmämääräinen tarkastus on tärkeä sähkölaitteen tarkastuksen vaihe. Laitetesterillä tehtävät mittaukset ovat silmämääräistä tarkastusta täydentäviä testejä. Mielenkiinnosta testasin erään LED7 Stairville -valonheittimen, jonka totesin jo silmämääräisessä tarkastuksessa vialliseksi. Valonheittimen liitäntäkaapeli oli hajalla ja kuparijohdin näkyvillä. Laitteen vaarallisuuden tiedostaen tein laitetesterillä suojajohdinpiirin jatkuvuus-, eristysresistanssi- ja jatkuvuusmittauksen. Laitetesteri ilmoitti testin olevan hyväksytty. Testitulokset ovat taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Stairville -valonheittimen mittaustulokset

		Mitattu arvo	Raja-arvo
Suojajohdinpiirin jatkuvuus	$R_{SL} [\Omega]$	0,086 $\Omega$	<0,330 $\Omega$
Eristysresistanssi	$R_{INS} [M\Omega]$	>310 M $\Omega$	>0,500 M $\Omega$
Eristysjännite	$U_{INS} [V]$	526 V	500 V
Vuotovirta	$I_{EHL} [mA]$	0,033 mA	<0,500 mA

Laitetesterillä tehtyjen mittausten perusteella laite oli siis turvallinen, vaikka näin ei todellakaan ollut. Tämän vuoksi silmämääräistä tarkastusta ei saa koskaan jättää tekemättä. Jotkut viat ilmenevät silmämääräisessä tarkastuksessa, ja jotkut laitetesterillä tehtävässä testissä. Pelkkiin mittausravoihin ei pidä sokeasti luottaa, vaan molemmat tarkastusvaiheet on tehtävä joka kerta laitteen kuntoa arvioitaessa.

Erästä Stairville -valonheitintä testatessa laitetesteri ilmoitti näytöllä seuraavaa:

Short-circuit at dut

correct error

Laitteessa oli oikosulku, jossa maadoitusjohdin ja vaihejohdin olivat johtavassa yhteydessä toisiinsa. Tässä tapauksessa testimittauksia ei pääse edes suorittamaan, vaan vika on korjattava ennen laitteen testausta.

Edellä esitetyt tulokset Stairville–valonheitinten tarkastuksista olivat poikkeustapauksia, sillä valtaosa testatuista laitteista sai hyväksytyyn testituloksen.

### 3.5 Viat AV-kioskin sähkölaitteissa

Seuraavaksi käsitellään AV-kioskin sähkölaitteiden yleisimpiä vikoja ja niiden syitä. Aiheen käsittely perustuu laitteiden tarkastuksissa ilmenneisiin seikkoihin sekä keskusteluihin laitteiden huollosta ja kunnossapidosta vastaavan sähköasentajan kanssa.

Valtaosa AV-kioskin sähkölaitteiden vikaantumisista johtuu huolimattomuudesta. Syynä vikaantumiselle voi olla laitteiden huolimaton pakkaaminen. Monesti laitteisiin tulee vikoja kuljetuksen aikana. Erilaisiin kuvaus- yms. taideprojekteihin lainataan kerralla suuri määrä laitteita ja ne pakataan toisinaan huolimattomasti kuljetusta varten. Laitevian syynä voi olla esimerkiksi heikoimman laitteen pakkaaminen alimmaksi.

Yleisin vika AV-kioskin sähkölaitteissa on vika liitosjohdossa. Liitosjohdon vian voi aiheuttaa esimerkiksi laitteen kantaminen johdosta kannattaen tai pistotulpan irrottaminen seinästä johdosta vetämällä. Kamera voi pudota vahingossa, jolloin laitteen toimimattomuuden voi aiheuttaa esim. piirilevyn tai optiikan hajoaminen. Elektroniikkaa sisältävien laitteiden korjaamiseen ei usein ryhdytä, sillä monesti laitteen korjaamiseen kuluvilla kustannuksilla saa jo uuden vastaavan laitteen. Sähkölaitteet eivät ole ikuisesti kestäviä, vaan ne kuluvat ajan myötä, ja niihin tulee ennemmin tai myöhemmin vikoja. Ajan myötä valaisimista palaa lamput, mistä seuraa huoltotöitä. Sähkölaitteiden viat voidaan jakaa karkeasti huolimattomuudesta ja kulumisesta aiheutuneisiin vikoihin.

Yleisimpiä vikoja AV-kioskin sähkölaitteissa ovat

- liitosjohtovika,
- putoamisesta tai kaatumisesta aiheutuneet viat,
- kulumisesta aiheutuneet mekaaniset viat,
- maadoitusvika valaisimissa (maadoitusjohdon kiinnitysruuvit löystyy, jolloin johto irtoaa liitoksesta) sekä
- valaisimen palanut lamppu.

Sähkölaitteiden vikojen syitä ovat

- väärä pakkaaminen esim. rakenteeltaan heikoin laite pakattu alimmaksi,
- vikaantuminen kuljetuksessa,
- laitteen putoaminen tai kaatuminen,
- laitteen kantaminen johdosta,
- pistotulpan irrottaminen johdosta vetämällä,
- huolimattomuus,
- kuluminen sekä
- valmistusvirhe.

Valtaosa AV-kioskin sähkölaitteiden vioista olisi estettävissä huolellisella pakkaamisella ja käytöllä. Huolimattomuuden lisäksi laitteiden ikääntymisestä johtuva kuluminen aiheuttaa vikoja ja huoltotöitä.

Jos TAMK:n opiskelija havaitsee AV-kioskista lainaamassaan laitteessa vian, ei hän itse ryhdy korjaamaan sitä, vaan täyttää vikailmoituslomakkeen (Liite 1). Vikailmoituslomakkeeseen kirjataan selvitys laitteen viasta, jotta korjaaja tietää heti laitteen saadessaan mistä on kyse. Jos opiskelija havaitsee vian jo lainatessaan, tulee viasta ilmoittaa, jotta laitteet saadaan käyttökuntoon. Vikoja ei missään nimessä kannata yrittää piilotella tai jättää ilmoittamatta, sillä opiskelijoiden etu on, että laitteet saadaan käyttökuntoon.

## 4 SÄHKÖLAITEKORJAUS

Sähkölaitekorjaus kannattaa aloittaa perehtymällä aiheeseen liittyviin oppaisiin ja julkaisuihin. Sähkötieto ry:n julkaisemassa Sähkölaitekorjaajan oppaassa käsitellään korjaustyössä huomioitavia asioita. Opas sisältää korjaustyössä tarpeellisia ohjeita ja siihen on kerätty aineistoa laitteita ja korjaamista koskevista normatiivisista ohjeista ja standardeista. Sähkölaitekorjauksessa on noudatettava sähköturvallisuudesta annettuja määräyksiä ja ohjeita sekä Sähkötyöturvallisuus-standardia SFS 6002:2005. (Sähkölaitekorjaajan opas 2010, 5)

### 4.1 Sähkölaitteiden korjaustyön pätevyysvaatimukset

Sähköturvallisuuslaissa 410/1996 määritellään edellytykset sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöiden tekemiselle.

#### **8 §**

Sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteistojen rakennus-, korjaus-, huolto- ja käyttötöitä saa tehdä seuraavilla edellytyksillä:

- 1) töitä johtamaan nimetään luonnollinen henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus (*töiden johtaja*);
- 2) itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito; sekä
- 3) käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset ja määräykset.

Lain mukaan toiminnan harjoittajan on nimettävä riittävän kelpoisuuden omaava henkilö johtamaan töitä. Töiden johtajan riittävä kelpoisuus on sähköpätevyys 3, kun kyseessä on enintään 1 000 voltin vaihtojännitteiseen ja 1 500 voltin tasajännitteiseen verkkoon liitettäväksi tarkoitettujen sähkölaitteiden ja niihin verrattujen sähkölaitteistojen korjaustyöt. Henkilö, joka täyttää ammattitaitoa edellyttävien sähköalan töiden vaatimukset, sekä on suorittanut hyväksytysti sähköturvallisuustutkinnon, on oikeutettu sähköpätevyysasteeseen 3. (Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä 516/1996.)

Vaatimukset ammattitaitoa edellyttävissä sähköalan töissä on esitetty KTM päätöksen 516/1996 luvun 3 pykälässä 11.

#### 11 § (6.5.2010/351)

Riittävän ammattitaitoiseksi valvomaan ja itsenäisesti tekemään koulutustaan ja työkokemustaan vastaavan alan sähkö- ja käyttötyötä katsotaan se, joka on mainittuihin töihin opastettu ja joka on:

- 1) suorittanut soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyöissä;
- 2) suorittanut soveltuvan sähköalan insinöörin tai tekniikan tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyöissä;
- 3) suorittanut soveltuvan ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyöissä;
- 4) suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut vuoden työkokemuksen sähkötyöissä; taikka
- 5) hankkinut kuuden vuoden työkokemuksen sähkötyöissä ja riittävät alan perustiedot.

Edellä 1 momentissa mainitun työkokemuksen tulee olla riittävän laaja-alaista ja sähkötyöihin perehdyttävää.

Sen, joka antaa 1 momentissa tarkoitetun opastuksen, tulee täyttää 1 ja 2 momentissa mainitut pätevyysvaatimukset.

Edellä 1 momentissa tarkoitetun soveltuvan tutkinnon tai sitä vastaavan koulutuksen tarkempi oppisisältö määritellään liitteen kohdassa 1.

Jos kyse on samankaltaisiin sähkölaitteisiin tai laitteeseen rinnastettaviin laitteistoihin kohdistuva sähkötyö, riittävän ammattitaitoiseksi tekemään itsenäisesti kyseisiä töitä katsotaan 1 momentissa poiketen myös se, jolla on kahden vuoden työkokemus kyseisestä sähkötyöstä ja riittävät alan perustiedot tai liitteen kohdan 2 mukainen koulutus ja vuoden työkokemus kyseisistä sähkötöistä.

Sähkötyötilassa tehtävät korjaustyöt kuuluvat pääasiassa sähköalan ammattihenkilöiden suoritettaviksi. Ammattihenkilöiden lisäksi korjaustöitä voivat tehdä opastetut henkilöt. TAMK:n Finlaysonin toimipisteessä sijaitsevan sähkötyötilan korjaustöiden johtamisesta vastaa TAMK:n sähkötöiden johtaja. Korjaustöiden tekemisestä vastaa pääasiassa sähköasentajat, joiden lisäksi korjaustöitä voivat tehdä A-opastetut henkilöt.

Opastetulla henkilöllä voidaan Sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002:2005 liite X:n mukaan tarkoittaa kahden tyyppistä henkilöä:

- a) henkilöä, joka on hankkimassa KTMP (516/1996) 11 §:n mukaista sähköalan ammattihenkilön pätevyyttä ja jolla on sähköalan koulutusta ja/tai työkokemusta, mutta joka ei kaikilta osin täytä itsenäiseen työhön kykenevän ammattihenkilön vaatimuksia
- b) henkilöä, jolla ei ole sähköalan koulutusta tai työkokemusta, mutta joka on opastettu tekemään määrätty toimenpide, esim. sulakkeen vaihto tai laitevalmistukseen liittyvään testaukseen kuuluva mittaus.

Yllä olevan määritelmän mukaiseksi A-opastetuksi henkilöksi voidaan luokitella TAMK:n sähköalan opiskelija, joka täyttää sähkötöiden johtajan vähimmäisosaamisvaatimukset. Vähimmäisvaatimukset katsotaan täytyneeksi, kun opiskelija on suorittanut vuosikurssien 1-3 sähkötekniset perusopinnot ja oman suuntautumisensa ammattiaineet, sekä TAMK:n sähkötyöturvallisuuskurssin. (Liite 2: Opastetun henkilön dokumentointilomake)

Sähkölaitteiden korjaustyöt kuuluvat sähköalan ammattilaisten tehtäviksi. Maallikolle sallittuja töitä ovat lampun tai sulakkeen vaihto, sekä pistorasian ja valaisinkytkimen peitekannen vaihto. Vialliset laitteet on parasta toimittaa sähköalan ammattilaisen korjattavaksi tai korvata uudella, toimivalla laitteella. (Kodin sähkölaitteiston kunnossapito 2006, 6.)

#### 4.2 Korjaustehtävän suorittaminen

Sähkölaite on korjattava siten, ettei korjaustyön aikana vaaranneta sähköturvallisuutta. Ennen korjaustyön aloittamista on tutkittava laitteen eristystila esim. eristysresistanssimittarilla. Laite on korjattava siten, että se täyttää korjauksen jälkeen sille asetetut turvallisuusvaatimukset, eikä aiheuta liikaa sähkömagneettista häiriötä. Joskus korjauskustannukset voivat muodostua kohtuuttoman kalliiksi laitteen arvoon nähden, jolloin korjaukseen ei kannata ryhtyä. (Sähkölaitekorjaajan opas 2010, 9.)

#### 4.3 Korjaamon vaatimukset

SFS 6000:2007 standardin sarjassa 8-803 käsitellään sähkölaitekorjaamoja ja laboratorioita koskevat vaatimukset. Ohjeita sovelletaan korjaamoissa, joissa esiintyy kosketeltavana luokan II ( $U \leq 1\,000\text{ V AC}$  tai  $U \leq 1\,500\text{ V DC}$ ) jännitteitä. Tällaisia tiloja ovat kotitalous- tai vastaaviin käyttöihin tarkoitettujen laitteiden, kuten pesukoneiden, mikrotietokoneiden, televisioiden, öljypolttimien yms., korjaamot sekä teollisuuden sähkölaitteiden testaus- ja korjaustilat. (Sähkölaitekorjaajan 2010, 7.)

Sähkölaitekorjaamoihin ja sähkölaboratorioihin tulee olla pääsy vain ammattitaitoisilla tai opastetuilla henkilöillä. Maallikot saavat päästä näihin tiloihin vain ammattitaitoisten tai opastettujen henkilöiden valvomana. Sähkölaitekorjaamoiden ja sähkölaboratorioiden ovet tai vastaavat kulkutiet on varustettava kilvillä, jotka kieltävät asiattomien pääsyn näihin tiloihin. (SFS 6000-8-801:2007)



#### 4.3.1 Korjaamon perussuojaus

Korjattavien laitteiden testaukset pitää suorittaa mahdollisuuksien mukaan kosketussuojattuina (varustettuna perussuojauksella). Mikäli jotain toimenpidettä ei voida suorittaa täysin kosketussuojattuna, pitää käyttää mahdollisuuksien mukaan tilapäisiä suojuksia tai esteitä. Korjaustyössä käytettävissä työkaluissa ja mittalaitteissa pitää käyttää eristystä tai kotelointia laitteiden normaalien rakennestandardien mukaisesti. Tilapäisissä kytkennöissä on käytettävä johtorakenteita, jotka on kosketussuojattu eli suojattu vahingossa tapahtuvalta koskettamiselta. (SFS 6000-8-801:2007)

#### 4.3.2 Korjaamon vikasuojaus

Vikasuojauksena voidaan käyttää suojaerotusta tai syötön automaattista poiskytkentää käyttäen mitoitusvoimavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa. (SFS 6000-8-801:2007)

##### Suojaerotus

Suojaerotus on ensisijainen korjattavana olevan, puutteellisesti kosketussuojatun laitteen syöttämiseen käytetty menetelmä. Suojaerotukseen saa liittää vain yhden laitteen kerrallaan. Suojaerotus on ainoa tapa, jolla voidaan liittää suojausluokan 0 laite. Tilapäiskytkentöjen syöttöön käytettävässä virtapiirissä tulee olla erotuskytkin. (SFS 6000-8-801:2007)

Syötön automaattinen poiskytkentä käyttäen mitoitusvoimavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa

”Syötön automaattista poiskytkentää käyttäen mitoitusvoimavirralltaan enintään 30 mA vikavirtasuojan avulla voidaan käyttää kaikkiin sähkölaitekorjaamon ja sähkölaboratorion laitteiden syöttöihin.” (SFS 6000-8-801:2007)

Laitteiden korjaustöitä tehtäessä on syytä käyttää eristävää alustaa ja tilapäisiä suojuksia. (SFS 6000-8-801:2007)

#### 4.3.3 Tunnistaminen

Sähkölaitekorjaamoiden ja sähkölaboratorioiden asennuksista on oltava ajan tasalla olevat merkinnät ja dokumentit. Työskentelypaikalla olevat pistorasiat on merkittävä siten, että merkinnöistä selviää riittävät tiedot (jännite, teho tai virta ja suojaustapa). Oppilaitosten sähköteknilliseen opetukseen käytettyjen laboratorioiden työskentelypaikoilla pitää lisäksi olla kaavio työskentelypaikan sähkönsyötön järjestelyistä. Tämä on suositeltavaa myös sähkölaitekorjaamoissa ja muun tyyppisissä sähkölaboratorioissa. Sähkölaitekorjaamoihin ja sähkölaboratorioihin on sijoitettava sopiviin paikkoihin sähkötapaturmien ensiavusta kertovat ensiapuohjeet sekä hätäpuhelin numero. (SFS 6000-8-801:2007)

#### 4.4 Korjatun laitteen rakennevaatimukset

Laite on korjattava siten, että se täyttää korjauksen jälkeenkin sille asetetut rakennevaatimukset. Oleellista on, ettei standardien mukaisia pinta- ja ilmavälejä aliteta, kosketusjännitesuojausta huononnetta, kotelointiluokkaa muuteta huonommaksi eikä mekaanista lujuutta heikennetä tai mekaanisia suojia tai sähkömagneettisten häiriöiden vaimennuslaitteita poisteta. (Sähkölaitekorjaajan opas 2010, 9.)

#### 4.5 Korjatun laitteen tarkastus

Sähkölaite on korjattava siten, että se täyttää korjauksen jälkeen sille asetetut turvallisuusvaatimukset, eikä aiheuta liikaa sähkömagneettista häiriötä. Laitteen vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi laite tulee testata aina korjaustoimenpiteiden jälkeen.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Sähkölaitekorjauksesta yleisesti

Nykypäivän käytännöt tuntuvat vähentävän sähkölaitteiden korjaustarpeita. Sähkölaitteiden tekniikka kehittyy nopeaa vauhtia ja tämän vuoksi laitteet valmistetaan usein kestävämmän vain muutamien vuosien käytön. Suunnitellun käyttöajan jälkeen laitteisiin tulee monesti vikoja, jotka voidaan korjata tai jättää korjaamatta. Tavanomainen kotitaloussähkölaitteiden käyttäjä päätyy nykypäivänä yhä useammin jättämään sähkölaitteen korjauttamatta yksinkertaisesti siitä syystä, että uuden vastaavan laitteen ostaminen tulee halvemmaksi. Uudessa laitteessa saattaa myös olla uusia ominaisuuksia, joita vanha korjattu laite ei pystyisi tarjoamaan. Sähkökorjauksia tekeväälle voi olla epäkiitollinen paikka ilmoittaa korjauksen hintaa asiakkaalle. Varaosat kun ovat usein kalliita ja työstäkin pitäisi laskuttaa. Tästä seuraa, että moni sähköalan yrittäjä ei mielellään ryhdy korjaustoimenpiteisiin, vaan ehdottaa asiakkaalle uuden laitteen ostamista.

### 5.2 AV- kioskin laitteiden huolto- ja kunnossapito

Sähkölaitteilla on tapana vikaantua ennemmin tai myöhemmin, johtuen kulumisesta tai huolimattomasta käytöstä. Tästä seuraa tarve sähkölaitteiden korjaukselle. Sähkölaitetestausta ja -korjausta on kannattavaa kun käytössä on suuri määrä käyttökelpoisia laitteita, jotka on mahdollista korjata suhteellisen pienillä kustannuksilla. TAMK:n opiskelijoilla on harjoitusprojekteissaan käytössä suuri määrä sähkölaitteita, jotka eivät välttämättä ole uusinta tekniikkaa, mutta toimivat käyttötarkoituksessaan täysin tarkoituksenmukaisesti. Tästä syystä myös vanhentuva laitekanta kannattaa pitää hyvässä kunnossa. Sähköturvallisuuden varmistamiseksi kaikki rakennettavat tai korjattavat laitteet on testattava niitä koskevien laitestandardien mukaisesti.

Sähkölaitteiden kunto riippuu pitkälti niiden käyttäjistä. AV-kioskin laitteiden kunnossapidon kannalta olisi hyvä pyrkiä vaikuttamaan opiskelijoiden asenteisiin. Suuri osa laitevioista olisi vältettävissä huolellisuudella. Opiskelijoille tulisi korostaa laitteiden oikeita käsittely- ja käyttömenetelmiä. Laitteiden huoltoa olisi mahdollista edistää vikailmoituslomakkeella, jonka oppilaat täyttäsivät aina laitevian havaitessaan.

## Lähteet

Arri. 2011. Valaistus. Tulostettu 12.10.2011.  
<http://www.arri.de/lighting>

Harsia, P. 2005. IP-luokitus. Tulostettu 7.10.2011.  
<http://www.amk.fi/opintojaksot>

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä 5.7.1996/516.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteiden turvallisuudesta 30.12.1993/1694.

Kontram Oy. 2011. Konetesterit ja laiteturvallisuustesterit. Tulostettu 7.10.2011.  
<http://www.kontram.fi/tuotteet/valmistajat/metrawatt/testerit>

Kodin sähkölaitteiston kunnossapito. 2006. Tukes-opas. Helsinki: Turvatekniikan keskus.

Mäkipää, T. 2010. Sähkölaitekorjaamon suunnittelu ja toteutus. Opinnäytetyö. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu.

SFS-EN 6000-standardisarja. Pienjännitesähköasennukset. 2007. Suomen standardoimisliitto ry.

SFS-EN 60335-1. Kotitaloussähkölaitteiden ja vastaavien turvallisuus. Osa 1: Yleiset vaatimukset. 2003. Suomen standardoimisliitto ry.

Simonen, S. 2009. Sähkölaitteiden ja -tarvikkeiden turvallisuus Suomessa. Tukes-julkaisu 4/2009. Helsinki: Turvatekniikan keskus.

Sähkölaitteiden (1-3 -vaiheiset) sähköturvallisuustestaus. Testausopas. Espoo: Kontram Oy.

Sähkötieto ry. 2010. Sähkölaitekorjaajan opas. ST-ohjeisto 6. Espoo: Sähköinfo Oy.

Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410.

## LIITTEET

Liite 1: Vikailmoituslomake

Liite 2: Opastetun henkilön dokumentointilomake

Liite3: Laitteen testausdokumentti

## Vikailmoituslomake

### Vian havaitsijan tiedot

Nimi: \_\_\_\_\_ Puh: \_\_\_\_\_ Sähköposti: \_\_\_\_\_ Pvm: \_\_\_\_\_

### Laitteen tiedot

Laite: \_\_\_\_\_ ID-numero: \_\_\_\_\_

Selvitys viasta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Korjaajan tiedot

Nimi: \_\_\_\_\_ Puh: \_\_\_\_\_ Sähköposti: \_\_\_\_\_ Pvm: \_\_\_\_\_

Laite korjattu

Laitetta ei korjata

Suoritettut työt: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Laite testattu

Korjausten jälkeiset tarkastukset (SFS-EN 60335-1:2009/ST 6 Sähkölaitekorjaajan opas):  
Aistinvaraisen tarkastuksen perusteella ovat kunnossa

Eristykset  Kotelointi  Liitäntäkaapeli  Suojajohdin

Huomautuksia

	Vaadittu	Mitattu			
Suojajohdinpiirin vastus	_____ $\Omega$	_____ $\Omega$	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Liian suuri	<input type="checkbox"/> Ei tarvitse mitata
Eristysresistanssi	_____ $M\Omega$	_____ $M\Omega$	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Liian pieni	<input type="checkbox"/> Ei tarvitse mitata
Vuotovirta	_____ mA	_____ mA	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Liian suuri	<input type="checkbox"/> Ei tarvitse mitata
Jännitekoe	_____ kV	_____ kV	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteellinen	<input type="checkbox"/> Ei tarvitse mitata

Toimintakoe:  Kunnossa  Puutteellinen Merkinnät:  Kunnossa  Puutteelliset

Käytetty mittalaite

Mittalaitteen kalibrointipäivä

Huomautuksia

Kokeet suoritettiin

Päiväys

Tilaaajan allekirjoitus





PIRKANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU OY  
TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

## OPASTUKSEN DOKUMENTOINTI

## OPASTETTU HENKILÖ

14.12.2010

## Henkilötiedot

Nimi	Henkilötunnus / opiskelija n:o
Koulutus	

## Ammattitaito

Työkokemus	
Opastaja	Opastus pv
Opastus tilaan ja sähkölaite- tai sähkölaitteistoryhmään	

## HENKILÖLLÄ ON EDELLYTYKSET

- toimia A opastettuna  
 toimia B opastettuna

Allekirjoitukset

Paikka ja aika

Sähkötöiden johtaja

Opastaja

Opastettu

Sähkötyöturvallisuusstandardissa SFS 6002:2005 määritellään kaksi opastettavaa henkilöryhmää:

- A) henkilö, joka on hankkimassa KTm (516/1996) 11 §:n mukaista sähköalan ammattihenkilön pätevyyttä ja jolla on sähköalan koulutusta ja/tai työkokemusta, mutta joka ei kaikilta osin täytä itsenäiseen työhön kykenevän ammattihenkilön vaatimuksia.
- B) henkilö, jolla ei ole sähköalan koulutusta tai työkokemusta, mutta joka on opastettu tekemään määrätty toimenpide, esim. sulakkeen vaihto tai laitevalmistukseen liittyvään testaukseen kuuluva mittaus.

Kohdan A) mukaisen opastetun henkilön koulutus ja kokemus sähköalalla pitää ottaa huomioon määritettäessä hänelle sallittuja töitä ja tarvittavaa valvontaa. Kohdan A) mukainen henkilö voi työnantajan harkinnan ja henkilön siihen asti saaman koulutuksen ja kokemuksen mukaan tehdä kaikkia sellaisia töitä, jotka on sallittu opastetulle henkilölle. Kohdan B) mukainen henkilö voi tehdä vain niitä töitä ja niissä kohteissa, joihin hänet on erityisesti opastettu.

Sähköalan opiskelija (opastettu A), mm. tutkintotyön tekijä, voi työskennellä opastettuna sähkötyöpajoilla ja -laboratorioissa, kun on suorittanut vuosikurssien 1-3 sähkötekniset perusopinnot ja oman suuntautumisensa ammattiaineet, sekä TAMK:n sähkötyöturvallisuuskurssin. Opiskelijalle annetaan opastus, jossa määritellään tehtäväkohtaisesti: käytettävät tilat ja laitteet, sallitut tehtävät ja sähköturvallisuuden valvoja esim. tutkintotyön ohjaaja.

<input type="checkbox"/> Korjatun laitteet testaaminen		<input type="checkbox"/> Uuden rakennetun laitteen testaaminen	
Laitte			Suojausluokka <input type="checkbox"/> I <input type="checkbox"/> II <input type="checkbox"/> III
Mallimerkintä		Valmistaja	
Nimellisjännite	Teho	Valmistusvuosi	
	V	W	
Jäätetty	Korjattunimikirj.	Noudettu	
Vastuualue			
Tilaajan nimi			Puhelin
Vikaselostus			
Työtilaus			
Myöhemmin sovitut työt			
Suoritetut työt			
Korjausten jälkeiset tarkastukset (SFS-EN 60335-1:2009/ST 6 Sähkölaitekorjaajan opas): Aistinvaraisen tarkastuksen perusteella ovat kunnossa			
<input type="checkbox"/> Eristykset	<input type="checkbox"/> Kotelointi	<input type="checkbox"/> Liitäntäkaapeli	<input type="checkbox"/> Suojajohdin
Huomautuksia			
	Vaadittu	Mitattu	
Suojajohdinpiirin vastus	_____ Ω	_____ Ω	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Liian suuri <input type="checkbox"/> Ei tarvitse mitata
Eristysresistanssi	_____ MΩ	_____ MΩ	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Liian pieni <input type="checkbox"/> Ei tarvitse mitata
Vuotovirta	_____ mA	_____ mA	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Liian suuri <input type="checkbox"/> Ei tarvitse mitata
Jännitekoe	_____ kV	_____ kV	<input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteellinen <input type="checkbox"/> Ei tarvitse mitata
Toimintakoe:	<input type="checkbox"/> Kunnossa	<input type="checkbox"/> Puutteellinen	Merkinnät: <input type="checkbox"/> Kunnossa <input type="checkbox"/> Puutteelliset
Käytetty mittalaitte	Mittalaitteen kalibrointipäivä		
Huomautuksia			
Kokeet suoritettiin			
Päiväys	Tilaajan allekirjoitus		