

Sakari Ahonen

SÄHKÖLAITEKORJAUSOHJE PORIN HUOLTOTEAM OY:LLE

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2014

SÄHKÖLAITEKORJAUSOHJE PORIN HUOLTOTEAM OY:LLE

Ahonen, Sakari
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Lokakuu 2014
Ohjaaja: Viljanen, Timo
Sivumäärä: 23
Liitteitä: 1

Asiasanat: sähkölaite, korjaamo, huolto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on seurata sähkölaitekorjaamon perustamista aina siihen asti, että ensimmäinen laite on saatu toimitettua turvallisesti asiakkaalle. Tämä työ tehtiin Porin Huoltoteam Oy:n tarpeisiin, mutta sitä on mahdollista soveltaa myös muiden sähkölaitehuoltamoiden perustamiselle.

Työ aloitettiin selvittämällä sähköturvallisuuslain asettamat vaatimukset sähkölaitekorjaamon perustamiselle ja sen henkilöstölle. Tämän pohjalta perustettiin yritys ja ilmoitettiin se Tukes:in sähköurakoitsijarekisteriin, jonka jälkeen yritys oli valmis aloittamaan huoltotyöt.

Yrityksen perustamisprosessin jälkeen selvitettiin sähköturvallisuuslain määräämät vaatimukset sähkölaitehuollolle ja sovellettiin niitä Porin Huoltoteam Oy:n tarpeisiin. Tämän pohjalta syntyi Porin Huoltoteam Oy:lle standardimalli sähkölaitehuollolle.

Huollon standardimallin luomisen jälkeen tarkasteltiin sähköturvallisuuslain määräämiä vaatimuksia koneiden sähköturvallisuusmittauksille. Niiden perusteella luotiin yrityksen tarpeisiin sopiva mittauspiste ja ohje mittausten suorittamiselle.

Sähkötyötilaa koskevat asiat on rajattu tämän opinnäytetyn ulkopuolelle.

ELECTRICAL APPLIANCE REPAIR INSTRUCTIONS FOR PORIN HUOLTOTEAM OY

Ahonen, Sakari

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

October 2014

Supervisor: Viljanen, Timo

Number of pages: 23

Appendices: 1

Keywords: electrical equipment, repair, maintenance

Purpose of this thesis is to monitor the electrical appliance repair shop set up right up until the first device has been safely delivered to the customer. This work was made for Porin Huoltoteam Oy needs, but it is possible to also apply to other electrical equipment stations of the establishment.

The work began by identifying the Electrical Safety Act requirements for establishment electrical appliance maintenance and company staff. Based on this, the company was founded, and was informed it in Tukes electrical contractor register, after that the company was ready to start work.

After the process of establishment was subsequently examined the Electrical Safety Act requirements imposed on electrical appliance maintenance and applied them in Porin Huoltoteam Oy needs. This was the basis of the Porin Huoltoteam Oy in the standard model electrical appliance maintenance.

Maintenance of the standard model after creating examined the Electrical Safety Act system-they prescribe requirements for machinery electric safety measurements. They were created on the basis of the company meet the needs of the measuring point and instructions for carrying out the measurements.

Electrical workspace matters are outside the scope of this Final Thesis.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	LÄHTÖKOHDAT SÄHKÖTURVALLISUUSSELVITYKSELLE.....	6
2.1	Miksi työ tehtiin.....	6
3	OIKEUS TEHDÄ SÄHKÖTÖITÄ.....	6
3.1	Säköturvallisuuustutkinto	7
3.2	Sähköpätevyudet.....	8
3.3	Ilmoittaminen sähkötöiden aloittamisesta.....	8
4	TYÖNTEKIJÖIDEN PEREHDYTTÄMINEN	9
4.1	Huoltotilauksen vastaanottaminen.....	9
4.2	Asiakkaan luona tapahtuva huolto	10
5	SÄHKÖLAITTEET	11
5.1	Akkukäyttöiset sähkölaitteet.....	11
5.2	Verkkovirtakäyttöiset sähkölaitteet	12
6	LAITTEEN KORJAAMINEN.....	12
6.1	Varaosien valinta	12
7	SÄHKÖTURVALLISUUSTARKISTUKSET	14
7.1	Silmämääräinen tarkistus	14
7.2	Säköturvallisuusmittaukset	14
7.2.1	Suojajohtimen jatkuvuusmittaus	15
7.2.2	Eristysresistanssin mittaaminen.....	16
7.3	Koekäyttö.....	16
8	SÄHKÖMITTAUSTOIMENPITEEN SUUNNITTELU	17
8.1	Mittarien vertailu ja sopivan mittarin valinta.....	17
8.2	Mittaustoimenpide	18
8.3	Mittaustoimenpiteen dokumentointi	19
9	VIAN PAIKALLISTAMINEN.....	19
9.1	Akkuvika.....	19
9.2	Sähkövika.....	20
9.3	Elektroninen vika	21
9.4	Mekaaninen vika.....	22
10	YHTEENVETO	23
	LÄHTEET.....	24
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Perustin pitkäaikaisen ystäväni, Patrik Pippolan kanssa Poriin vuoden 2012 lopulla uuden siivousyrityksille suunnatun huoltoliikkeen. Satakunnassa tällaista pelkästään siivousyrityksille suuntautunutta yritystä ei aikaisemmin ollut, vaikka kysyntää oli. Yrityksen tavoitteena on olla johtava huoltoliike Satakunnan alueella. Meillä molemmilla on alalta kokemusta, olemme molemmat toimineet Turussa samanlaisessa yrityksessä.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään seuraamaan sähkölaitehuoltoliikkeen perustamista sähköturvallisuuteen liittyvissä asioissa. Opinnäytetyön aikana teemme omalle yrityksellemme työohjeen, jossa tarkastellaan standardin asettamia vaatimuksia sähkötyöturvallisuudelle. Työssä tarkastellaan myös, mihin haluamme yrityksessämme panostaa hyvän ja asianmukaisen palvelun luomiseksi. Tarkastelemme myös, mitä sähköturvallisuuslaki sanoo sähkölaitehuoltamon perustamisesta sekä tarvittavista ilmoituksista.

Usein vastaavilla yrityksillä sähköturvallisuusasiat eivät ole välttämättä täysin kunnossa tai niistä ei edes tiedetä: vaadittavia mittauksia jää suorittamatta tai korjaustapa ei ole standardien mukainen eikä kaikkia laatuvaatimuksia täyttävä. Tämän työn tarkoituksen on laatia selkeät ohjeet sekä standardimallit koneiden huollolle, jotta yritys palvelee asiakkaita luotettavasti jatkossakin.

2 LÄHTÖKOHDAT SÄHKÖTURVALLISUUSSELVITYKSELLE

2.1 Miksi työ tehtiin

Työ tehtiin koska yritykselle haluttiin selvä yhdenmukainen käyttäytymismalli huoltotoimenpiteen suorittamiseksi alusta loppuun. Meillä ei ollut aluksi tarkkaa kuvaa siitä, mitä sähkölaitteen huollossa pitää huomioida ja tehdä, jotta korjattu laite saadaan palautettua turvallisena ja toimintakuntoisena asiakkaalle. Näitä asioita pyritään tässä opinnäytetyössä selventämään. Ohje tulee myös auttamaan jatkossa Porin Huoltoteam Oy:n uusien työntekijöiden perehdyttämisessä, jotta työn jälki on jatkossakin yrityksen laatuvaatimuksien mukainen.

Tässä työssä ei perehdytä sähkötyötilan vaatimuksiin, vaan sähkötyötila on kokonaisuudessaan rajattu tämän opinnäytetyön ulkopuolelle. Suurin osa yrityksen huolloista tapahtuu asiakkaan tiloissa, joten omalle huoltotilalle ei välttämättä ole aluksi edes tarvetta. Opinnäytetyössä käydään läpi asioita, jotka tulee ottaa huomioon ennen kuin ensimmäinen laite on korjattuna takaisin asiakkaalla. Tähän kuuluvat muun muassa sähkölaitteen korjauksen suunnittelu, tarvittavat mittaukset, huollon raportointi, pöytäkirjojen arkistointi ja laitteen palautus asiakkaalle.

3 OIKEUS TEHDÄ SÄHKÖTÖITÄ

Sähköalan töitä saavat tehdä vain sähköalan ammattilaiset. Työntekijöistä ja asenuksesta vastaa aina sähkötyöidenjohtaja. Hänellä on oltava tähän riittävä pätevyys, joka todistetaan Setin myöntämällä sähköpätevyystodistuksella. (katso kohta 3.2). Lisäksi jokaisen sähkötöitä tekevän yrityksen on liityttävä Tukesin urakoitsijarekisteriin. Rekisteriin liittyneet toiminnanharjoittajat voi tarkistaa Tukesin internet-sivuilta löytyvästä rekisteristä. Lisäksi sähkölaki määrää, että: ”Itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla luonnollisella henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito. Sekä käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat ja työvälineet.” /1/

3.1 Sähköturvallisuustutkinto

”Sähköturvallisuustutkinnolla tarkoitetaan tutkintoa, jolla osoitetaan sähkötöiden turvallisuuteen liittyvien säännösten, määräysten ja ohjeiden tuntemus.” /1/

Sähköturvallisuustutkintoja järjestetään kaksi kertaa vuodessa. Yleensä järjestäjänä toimivat sähköalan oppilaitokset ja aikuiskoulutuskeskukset. Tukes toimittaa kaikille tutkintopaikoille samat kysymys- ja vastaussarjat sekä valvoo, että vastaukset tarkastetaan puolueettomasti. Tutkintopaikan voi valita aina omaa asuinalueensa läheltä tai kilpailuttaa valtakunnallisesti kaikki tutkintopaikat. Me suoritimme tutkinnon Pippolan kanssa kumpikin, vaikka käytännössä yritykselle tarvitaan vain yksi sähkötöidenjohtaja. Teemme paljon töitä Turun suunnalla ja siksi suoritimme tutkinnon Turun AKK:ssa eli Turun Aikuiskoulutuskeskuksessa.

Varsinainen tutkinto kestää yleensä kolme tuntia. Tutkintoon on mahdollista saada lisäaikaa, mikäli tutkinnon suorittajan äidinkieli on jokin muu kuin suomi tai ruotsi, tai jos tutkinnon suorittajalla on lukihäiriö. Kolmen tunnin aika on kuitenkin yleensä riittävä kaikkiin kysymyksiin vastaamiseen.

Valmistauduimme tutkintokokeeseen lataamalla internetistä vanhoja kysymyssarjoja, joilla harjoittelimme tutkintoa varten. Näin sai hyvän kuvan siitä, mitä tutkinnossa kysytään. Tutkintoon sai ottaa mukaan sähköalan kirjallisuutta, kuten esimerkiksi sähköturvallisuusstandardit, joista kokeessa on suuri apu. Kokeen kysymyssarjat on luotu näiden standardien pohjalta. Kokeeseen ei kuitenkaan saa ottaa mukaan laskujen esimerkkejä tai vanhojen kokeiden kysymyssarjoja.

Tutkinto on kaksiosainen. Kummastakin osasta on saatava kaksi kolmasosaa kokonaispisteistä. Me olimme valmistautuneet kokeeseen hyvin ja standardit olivat tulleet meille tutuiksi jo tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa. Pääsimmekin helposti kokeesta läpi ja saimme tutkintotodistukset.

3.2 Sähköpätevyydet

Sähköturvallisuuslaissa on määritelty seuraavat sähköpätevyydet:

Sähköpätevyys 1 (S1) kaikki sähkötyöt

Sähköpätevyys 2 (S2) enintään 1000 V sähkötyöt

Sähköpätevyys 3 (S3) sähkölaitteiden korjaus

Näistä sähköpätevyys 3 on heikoin, mutta meille riittävä.

Yrityksemme huoltaa ja korjaa poikkeuksetta alle 400V vaihtojännitteisiä ja alle 48V tasajännitteisiä sähkölaitteita.

Sähkölain (sähköturvallisuuslaki (410/96) 12) mukaan: "Sähköpätevyys 3 oikeuttaa toimimaan sähkötöidenjohtajana enintään 1 000 voltin vaihtosähköjännitteeseen tai 1 500 voltin tasajännitteeseen verkkoon liitettäväksi tarkoitettujen sähkölaitteiden ja niihin verrattavien sähkölaitteistojen korjaustöissä."

Seti tarkistaa kaikilta sähköpätevyyttä hakevilta, että hakijalla on riittävä koulutus, soveltuva työkokemus ja tutkintotodistus. Olemme Pippolan kanssa käyneet molemmat Turun ammatti-instituutissa sähkö- ja energiatekniikan koulutusohjelman. Olemme myös työskennelleet yli 3 vuotta sähkölaitteidenkorjaamossa ja nyt meillä oli tutkintotodistus, joten voimme molemmat hakea sähköpätevyyttä Setiltä. Pätevyystodistuksen hakeminen maksaa 220 euroa henkilöltä. /3/

3.3 Ilmoittaminen sähkötöiden aloittamisesta

Sähköpätevyystodistuksen saamisen jälkeen meidän oli tehtävä enää ilmoitus sähkötöiden aloittamisesta Tukesille. Jokaisen sähkötöitä tekevän yrityksen on tehtävä aina ilmoitus sähkötöiden aloittamisesta. Ilmoitus tehdään Tukesin internetsivuilta löytyvän "SL1 ilmoitus sähkötöistä" -liitteen mukaan. Ilmoituksen tekeminen maksaa vuoden 2014 hinnaston mukaan 157 euroa. Ilmoitus on lisäksi tehtävä Tukesille aina sähkötöidenjohtajan vaihtuessa.

4 TYÖNTEKIJÖIDEN PEREHDYTTÄMINEN

Yrityksessä työntekijöiden perehdyttäminen on yksi keskeisimmistä asioista. Porin Huoltoteam Oy:ssa tämä ei ole suurikaan ongelma. Uudet työntekijät joutuvat kulkemaan vanhempien asentajien mukana jo siitä syystä, että tekemäämme työtä ei opeteta koulussa ja työ vaatii opettelua itse koneiden parissa. Yleensä tämä niin sanottu harjoittelujakso kestää puolesta vuodesta vuoteen. Tämän opinnäytetyön aikana tehtiin kuitenkin selkeät ohjeet ja malli, jota noudatamme perehdyttämisessä. Näin helpotetaan työntekoa ja pidetään yrityksen sisällä laatutavoitteista kiinni.

4.1 Huoltotilauksen vastaanottaminen

Huoltotilaus voidaan ottaa vastaan monella tapaa. Useat tilaukset tulevat puhelinsoitolla, mikä on varsin hyvä ja suositeltava tapa. Tällöin saadaan kysytyä asiakkaalta heti oikeat kysymykset, jotta osataan varautua työhön. Lisäksi voidaan antaa jo puhelimesta arvion huollon kestosta ja kuluista.

Tilauksia tulee paljon myös sähköpostitse tai sähköisten järjestelmien kautta. Tämäkin on hyvä tapa, sillä näin tilauksesta jää kummallekin osapuolelle ”mustaa valkoisella”. Tässä tilaustavassa on asiakasta kuitenkin perehdytettävä jo etukäteen siitä mitä hänen tulee merkitä tilaukseen.

Tilausta vastaan otettaessa on otettava selvää kolmesta asiasta:

- **Koneen malli.** Koneen mahdollisimman tarkka malli on tiedettävä, jotta osataan ottaa oikeanlaiset, juuri oikealle koneelle suunnitellut varaosat mukaan. Tämä säästää kuluissa, koska turha ajaminen varaston ja kohteen välillä jää pois ja kone saadaan kerralla kuntoon. Vääränlaisia varaosia ei saa käyttää, koska niiden luotettavuudesta ei voida tietää ja näin turvallisuus vaarantuisi jatkossa osien rikkoonnuttua. Myös koneessa mahdollisesti oleva takuu raukeaa tarvikevaraosia käytettäessä.
- **Koneen vika.** Edellämämainitusta syystä on tiedettävä koneen vika tai häiriötilanne. Tämä auttaa palvelemaan asiakasta paremmin ja nopeammin, sekä pa-

rantaa myös huoltomiesten työturvallisuutta. Rikkinäisistä laitteista saattaa saada sähköiskuja tai mekaanisia vammoja. Kun vika tiedetään mahdollisimman tarkasti, osataan paremmin valmistautua asiaan.

- **Yhteystiedot.** Asiakkaan yhteystiedot on otettava aina ylös. Tämä tietenkin laskutusta, korjausarviota, ja palauttamista varten. Lisäksi korjaukseen tuodussa laitteessa voidaan todeta jotain muutakin turvallisuutta vaarantavaa vikaa, kuin se, jonka vuoksi laite on alkujaan huoltoon tuotu. Jos tällaista ilmenee on siitä informoitava asiakasta. Mikäli asiakas ei tätä "uutta" vikaa halua korjauttaa, ei laitetta oteta huoltoon ollenkaan.

4.2 Asiakkaan luona tapahtuva huolto

Yrityksen huollot tapahtuvat suurimmaksi osin asiakkaan luona. Kohteet ovat pääsääntöisesti julkisia tiloja kuten kauppoja, hotelleja ja teollisuustiloja. Onkin tärkeää luoda ohjeet ja säännöt asiakkaan luona tapahtuville huoltotoimenpiteille, jotta pystytään varmistamaan turvallisuus ja työn laatu. Yritys toimii yleensä alihankkijayrityksenä ja asiakkaat odottavat kohteliasta ja fiksua käytöstapaa. Huoltomiehet ovat meidän yrityksemme käyntikortteja, ja siksi onkin tärkeää panostaa fiksuun olemukseen erityisesti käytöksen ja pukeutumisen osalta. Näistä asioista tullaan pitämään kiinni.

Yleensä siivouskomerot, jossa huollettavat laitteet sijaitsevat ovat ahtaita ja pieniä tiloja, eikä niissä voida välttämättä suorittaa huoltotoimenpiteitä. Huoltotoimenpiteelle onkin etsittävä sellainen paikka, jossa muulle henkilökunnalle tai rakennukselle ei aiheudu tarpeetonta haittaa tai vaaraa. Jos tällaista paikkaa ei löydy ja/tai huolto työ sitä vaatii, on kone otettava verstaalle huoltoon ja palautettava huollettuna kohteeseen. Huoltokohde voi myös olla yksityisasunto, jossa on kotieläimiä tai lapsia. Tällaisessa tilanteessa ulkopuoliset on ohjattava pois, jottei huollosta aiheudu ylimääräistä haittaa.

Monesti huoltokohteemme voi olla erikoistiloissa, kuten elintarviketeollisuudessa, ja hygienia on otettava huomioon. Poikkeuksetta tehtailla on omat säännöt puhtauden ylläpitämiseksi. Tehtaat saattavat vaatia esimerkiksi vaatteiden vaihtoa tai ylimääräisten suoja-asusteiden pukemista. Monesti hyvä keino onkin viedä kone hygieniati-

lasta ulos tai verstaalle huoltoon, jos tämä vain on mahdollista. Huoltomiehet eivät käsittele elintarvikkeita ja siksi hygieniapassia ei periaatteessa tarvita. Kuitenkin monet keittiöt ja tehtaat vaativat passin kaikilta sisäänkulkijoilta, joten tällaiset passit hankittiin.

5 SÄHKÖLAITTEET

Yrityksen huoltoon tulevat sähkölaitteet voidaan jakaa kahteen eri ryhmään, akkukäyttöisiin ja verkkovirtakäyttöisiin. Pääasiallisesti Porin Huoltoteam Oy on erikoistunut korjaamaan 24V trukkiakuilla varustettuja niin sanottuja yhdistelmäkoneita. Määrällisesti kuitenkin eniten yritykselle tulee huoltoon verkkovirtakäyttöisiä pölynimureita ja lattianhoitokoneita. Molemmille sähkölaiteryhmille on suoritettava erilaiset tarkastustoimenpiteet, mikäli huoltotyö kohdistuu sähkölaitteisiin. Jos huoltotyö koskee vain mekaanista vikaa, ei lakisääteisiä sähköturvallisuusmittauksia ole.
/4/

5.1 Akkukäyttöiset sähkölaitteet

Akkukäyttöiset sähkölaitteet voidaan luokitella sähkölaitteiksi, joista aiheutuu vain vähäistä vaaraa. Ne eivät siis kuulu lakisääteisten sähköturvallisuustarkastusten piiriin. On kuitenkin muistettava, että akkukäyttöisissäkin laitteissa saattaa olla kiinteä verkkovirtakäyttöinen latauslaite. Tällöin joudutaan sähköturvallisuustarkistukset tekemään, mikäli työ kohdistuu kyseisiin osiin.

Akkukäyttöisetkin laitteet on tarkastettava vikatilanteiden varalta. Kaikkien laitteiden tulee olla turvallisia, kun ne lähtevät huollosta. Laitteissa on lähes poikkeuksetta mekaanisia liikkuvia osia, joista saattaa aiheutua vaaraa, jos ne eivät toimi asianmukaisesti.

5.2 Verkkovirtakäyttöiset sähkölaitteet

Kaikki laitteet, joissa on seinään kytkettävä verkkojohto lasketaan verkkovirtakäyttöisiksi sähkölaitteiksi. Niille on tehtävä sähköturvallisuuslain määräämät mittaukset. Sähkölaitteille tehtäviä mittauksia käsitellään tämän opinnäytetyön osiossa 7.2. Suuri osa yrityksellemme huoltoon tulevista laitteista on suojaeristettyjä pölynimureita tai suojaamaadoitettuja lattianhoitokoneita.

6 LAITTEEN KORJAAMINEN

Sähköturvallisuuslaki 1996/410 5§ määrää, että sähkölaitteet on korjattava niin, että:

1. niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa
2. niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä
3. niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti

Sähköturvallisuuslaissa siis määritellään, että laitteet on korjattava turvallisesti käyttäjälle. Huoltoon tulevilla laitteilla on lähes poikkeuksetta kiire, jolloin on välttämätöntä saada laite korjattua jo samana tai seuraavana päivänä. Kiireestä huolimatta laitteet tulee huoltaa aina huolellisesti kauttaaltaan, esimerkiksi pöly ja lika tulee aina puhdistaa laitteesta. Pöly saattaa aiheuttaa eristystilan tai jäähdytyksen heikentymistä, joka taas saattaa aiheuttaa palovaaran. Jos laitteen korjaaminen näyttää kestävän poikkeuksellisen kauan ja huoltokohde sitä vaatii, on valmistauduttava varakoneen toimittamiseen kohteeseen, jotta saadaan rauhassa korjattua kone vaatimusten mukaiseen kuntoon.

6.1 Varaosien valinta

Yleisesti pyrimme pitämään isoa varaosavarastoa. Tämä nopeuttaa korjausaikaa, koska suurin osa koneista saadaan korjattua suoraan käyttämällä käsivarastoa. Käsivarasto on rakennettu lähinnä maahantuojilta tilatuista menekkiosista. Kuitenkin sil-

loin tällöin omasta tai maahantuojankaan varastosta ei tarvittavia varaosia löydy. Tällöin huoltoaika venyy, koska puuttuvat osat joudutaan tilaamaan tehtaalta asti. Tällaisissa tilanteissa joitakin varaosia on mahdollista tehdä itse, tai käyttää joitakin tarvikkevaraosia. Jos käytetään jotain muuta kuin maahantuojan hyväksymää varaosaa on huoltomiehen itse varmistuttava siitä, että käytetyt osat ovat standardien mukaisia ja vähintään yhtä hyviä kuin alkuperäiset osat. On myös muistettava, että koneen takuu raukeaa, jos käytetään muita kun alkuperäisosa.

Vääränlaisista varaosista aiheutuvia haittoja ovat esimerkiksi mitoituksen virheellisyys, jos käytetään liian pieniä johtoja tai suoja. Liian heikoista osista voi aiheutua myös kotelointiluokan heikentyminen tai mekaanisen vaaran aiheutuminen.

Jos laitetta ei voida korjata syystä tai toisesta vaatimuksen mukaiseen kuntoon, on siitä ilmoitettava asiakkaalle selvästi sekä kerrottava laitteen vaaroista. Standardi suosittellee myös, että laite poistetaan toimintakunnostaan ennen asiakkaalle palauttamista, esimerkiksi katkaisemalla virtajohto. Tätä toimenpidettä ei kuitenkaan voi asiakkaan laitteille tehdä ilman asiakkaan lupaa, riittää siis että asiasta ilmoitetaan selvästi. Asiakkaat ovat poikkeuksetta yrityksiä, joille turvallisuus on tärkeää joten yleensä tällaiset laitteet hävitetään metallikierrätykseen. Jos kuitenkin asiakas haluaa laitteensa takaisin, palautetaan se ilman huoltoa. Laitetta ei voi ottaa huoltoon, jos sitä ei saada kauttaaltaan toimintakuntoiseksi.

Joskus laitteelle joudutaan tekemään rakennemuutoksia. Esimerkiksi jos laitteelle ei ole enää saatavilla varaosia tai joudutaan jostakin syystä käyttämään muiden valmistajien osia. Tällaisissa tilanteissa on varmistuttava siitä, että laite pysyy turvallisena jatkossakin. Kaikki mahdolliset muutokset tulee kiinnittää koneeseen hyvin ja varmistua siitä, ettei koneen ilma-aukkoja tukita. Muutosten tulee myös kestää laitteen normaalia käyttöä. Onneksi tällaiset tilanteet ovat varsin harvinaisia eikä niin sanottuja virityksiä jouduta tekemään. Jos kuitenkin joudutaan, ovat tehdyt "viritykset" poikkeuksetta laadukkaita, ja jopa alkuperäisosa laadukkaampia.

7 SÄHKÖTURVALLISUUSTARKISTUKSET

Kaikille korjatuille ja yrityksestä lähteville laitteille tehdään täysi tarkistus. On tärkeä varmistua siitä, että laite on turvallinen ja täysin toimintakuntoinen. Yksi osa tarkistuksesta on sähköturvallisuustarkistukset, joita tässä kappaleessa käsitellään.

7.1 Silmämääräinen tarkistus

Silmämääräinen tarkistus on yksi tärkeimmistä sähkölaitteille tehtävistä tarkistuksista. Sen avulla voidaan havaita kaikki vakavimmat turvallisuutta vaarantavat viat sähkölaitteissa. Silmämääräisessä tarkastuksessa katsotaan laitteen yleisilmettä ja tarkoituksena on havaita kaikki poikkeamat. Silmämääräinen tarkistus alkaa jo laitetta korjattaessa tai avattaessa, ja kestää koko korjauksen ajan. Ammattimaisilla huoltomiehillä harjaantuu silmä erilaisia vaaratilanteita varten. Erityistä huomiota on kiinnitettävä, siihen ettei laitteen sisuksissa ei ole turvallisuutta vaarantavia irtonaisia osia, pölyä, likaa tai kulumia. Erityistä huomiota tulee kiinnittää myös laitteen eristäviin osiin, kuten kuoreen, vaippaan ja liitäntäkaapeliin, joiden tulee olla hyvässä kunnossa. Liitäntäkaapelissa ei saa olla silmin havaittavia vaurioita ja on myös tarkistettava, että suojajohdin on johdoista pisin. Näin vetorasitus kohdistuu viimeisenä suojajohtimeen. On myös tarkistettava johtojen värikoodit, ja suojajohtimen tulee olla aina keltävihreä johdin. Silmämääräinen tarkistus päättyy, kun laitteelle tehdään viimeistä koekäyttöä ja kuulostellaan kuuluuko laitteesta poikkeavia ääniä.

7.2 Sähköturvallisuusmittaukset

Jokaiselle sähkölaitteelle tulee tehdä sähköturvallisuusmittaukset. Yleisesti riittävät mittaukset ovat suojajohtimen jatkuvuusmittaus ja eristysvastusmittaus. Jos huollossa on käytetty jotain muita kuin tehdasvalmistettuja ja testattuja osia, on laitteistolle tehtävä myös vuotovirran mittaus ja jännitekoe. Meille tällaisia tilanteita ei onneksi useinkaan tule vastaan, emmekä joudu koskaan tekemään näitä mittauksia. Esimerkki tällaisesta huollosta on moottorin uudelleen käämiminen, jota yrityksemme ei tee. Tällaiset työt teetetään alihankintana, jolloin myös tarkistusvastuu siirtyy.

7.2.1 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Suojajohtimen jatkuvuusmittaus tehdään siihen tarkoitettulla mittarilla. Mittauksessa tarkastetaan suojajohtimen kunto sekä se, että kaikki jännitteelle alttiit ja kosketeltavat osat ovat yhteydessä suojajohdinpiiriin. Mittauksessa tulee käyttää riittävän suurta mittausvirtaa, jotta voidaan havaita heikkokuntoiset liitokset, jotka pienellä mittausvirralla saattaisivat jäädä huomaamatta. Jos suojajohtimen resistanssiarvo heittelee, voidaan olettaa että johto on huonossa kunnossa ja se on uusittava. Suojajohdinta on myös heilutettava, jotta voidaan varmistua, että kaikki säikeet ovat kunnossa.

Taulukko 1. Suurin sallittu jännitteen alenema

Suojajohtimen poikkipinta mm²	Suurin sallittu jännitteen alenema (10A testivirralla) V
1,0	3,3
1,5	2,6
2,5	1,9
4,0	1,4
6	1,0

7.2.2 Eristysresistanssin mittaaminen

Eristysresistanssin mittaaminen tapahtuu eristysvastusmittarilla, joka tavallisesti mittaa eristysvastusta noin 500V tasajännitteellä noin minuutin ajan. Mittauksessa kytketään vaihe- ja nollajohtimet yhteen ja mitataan maadoitusjohdinta vastaan. Periaatteessa mittaus voitaisiin suorittaa kahteen kertaan, ensin vaiheen ja maan väliltä ja sitten nollan ja maan väliltä. Vaihe- ja nollajohdin on kuitenkin kytkettävä yhteen siksi, että 500V mittausjännite saattaisi vahingoittaa koneissa olevia elektroniikkaosia. Eristysresistanssi ei saa olla pienempi kuin 0,5 Mohm 0 ja I luokan laitteissa eikä pienempikuin 2,0 Mohm kaksoiseristetyssä luokan II laitteessa. Näiden resistanssiarvojen tulee täytyä kaikissa mahdollisissa tilanteissa, millä tarkoitetaan esimerkiksi kytkimen eri asentoja.

7.3 Koekäyttö

Lopuksi laitteelle on aina tehtävä koekäyttö. On tärkeää sähköturvallisuuden ja yrityksen maineen kannalta, että kaikki koneet toimivat normaalisti meiltä asiakkaalle palautuessaan. Koekäyttötilanteessa tarkistetaan seuraavat asiat:

- Laitteesta ei saa kuulua mitään ylimääräisiä ääniä, kuten kilinää tai napsumista.
- Laitteen turvakytkimien tulee toimia. On muistettava, että siivouskoneissa turvakytkimet eivät yleensä ole perinteisiä sienikytkimiä vaan erilaisia rajakytkimiä tai esimerkiksi penkin tunnistimia.
- Kolmivaiheissa koneissa on tarkistettava moottorin pyörimissuunta.
- Laitteen tulee toimia normaalisti. On tarkistettava myös kaikki sähköturvallisuuden liittymättömät asiat. Esimerkiksi yhdistelmäkonon imujälki on oltava virheetön.

8 SÄHKÖMITTAUSTOIMENPITEEN SUUNNITTELU

Mittaustoimenpiteeseen ei saa mennä liian kauan aikaa ja mittauksen tulee olla rutini-
nomainen toimenpide kaikille korjatuille laitteille. Tämän vuoksi mittaustoimenpi-
teen tulee olla hyvin suunniteltu, ja siihen tulee olla selkeät ohjeet.

8.1 Mittarien vertailu ja sopivan mittarin valinta

Mittarin valinta riippuu mittaustarpeista ja jokaiselle mittaukselle on varmasti oma
mittarinsa. Tarvittavien mittausten tekemiseen käytetään tähän tarkoitukseen suunni-
teltuja sähkölaitetesteriä. Tosin mittausten tekeminen onnistuu myöskin esimerkik-
si rakennuksille suunnatulla asennustesterillä.

Paras mutta hintava tapa on käyttää sähkölaitteille suunniteltua mittaria. Näissä mit-
tareissa voi pistotulpan kytkeä suoraan mittariin ja mittarista lähtevän maadoitusmit-
taus johdon laitteen runkoon. Parhaimmassa tapauksessa mittari mittaa kaikki ennalta
määritellyt mittaukset yhdestä napista. Vaikka nämä sähkölaitemittarit ovat hieman
kalliimpia, uskomme niiden maksavan itsensä takaisin käytön helppoudesta ja no-
peudesta johtuen. Näihin mittareihin voi olla saatavana myös lisävarusteena printteri,
joka printtaa suoraan valmiin mittauspöytäkirjan. Tämä lisävaruste olisi varmasti yri-
tykselle hyödyllinen ja maksaisi itseään takaisin, kun mittausaika pienenis. Joissakin
mittareissa on muisti omille laitteille. Jos esimerkiksi mitattaisimme vain omia ko-
neita, voisimme pitää mittauksista kirjaa mittarin muistissa. Näin huomattaisiin esi-
merkiksi, onko suojajohtimen jatkuvuusmittauksissa tapahtunut resistanssin kasvua.
Huollossa käy monien eri liikkeiden sähkölaitteita, joten tästä muistiominaisuudesta
ei ole hyötyä yrityksellemme.

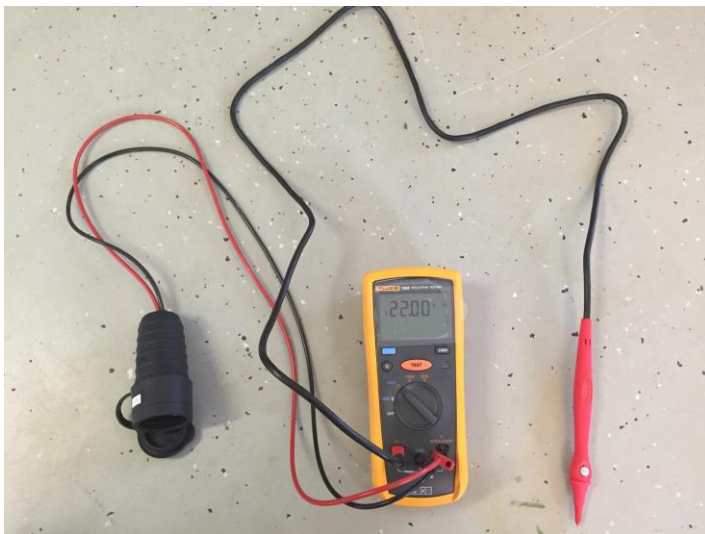
Päädyimme aluksi erillisen eristysvastusmittarin ja jatkuvuusmittarin hankkimiseen,
sillä meille vielä aloittavana yrityksenä yli 2000€ mittarin tilaaminen olisi ollut liian
iso investointi. Tällaisellakin mittarilla mittaustoimenpide on hyvin suunniteltuna
nopea toimenpide.

8.2 Mittaustoimenpide

Mittaustoimenpiteen tulee olla selkeästi ohjeistettu ja nopea toimenpide, jottei siihen kulu liikaa aikaa. Näin ollen käytettiin aikaa tämän toimenpiteen optimoimiseksi yritykselle.

Suojaeristetylle ja suojamaadoitetulle laitteelle on olemassa molemmille hiukan eriävät vaatimukset. Toiminnan selkeyttämiseksi ohjeistimme, että yrityksessämme käytetään aina tiukempia rajoja, eli yli 2,0 Mohm rajoja eristysresistanssimittauksessa. Näin mahdollinen erehtymisen vaara pienenee.

Mittarille rakennettiin mittauksia nopeuttava ja selkeyttävä adapteripala, johon sähkölaitteen saa suoraan kytkeä pistotulpastaan ja painaa testipainiketta. (KUVA 1) Näin testin tekemisen mielekkyys kasvaa, kun ei tarvitse aina erikseen kytkeä mitattavia johtimia hauenleuoilla kiinnipistotulppaan.



KUVA 1.

Mittauksia varten tehtiin myös A4 kokoinen ohje mittarin käytölle ja tarvittaville mittauksille. Tätä ohjetta seuraten on vaivatonta tehdä joka laitteelle mittaus huollon jälkeen. LIITE 1.

8.3 Mittaustoimenpiteen dokumentointi

Standardi ei anna suoraa ohjeistusta mittauksen dokumentoinnista. Tukesin mukaan kaikki tarvittavat mittaukset on tehtävä standardien mukaisesti ja kaikenlainen dokumentointi on suositeltavaa. Tämän perusteella dokumentointi ei ole pakollista, ja se jääkin jokaisen huoltoliikkeen oman tulkinnanvaraiseksi. Tällainen dokumentointi lisää työtä reilusti ja me emme vielä ainakaan tässä vaiheessa tällaiseen järjestelmälliseen dokumentointiin lähde. Asiakkaalle riittää tieto, että laitteelle on tehty mittaukset ja se on ne läpäissyt. Tätä varten tullaan teettämään tarroja joista asia selviää. Tarrat tulevat toimimaan myös mainosmielessä, koska lisäämme niihin yhteystietomme, jotta asiakkaat tietävät jatkossa, missä koneet ovat huollettu. /2/

Jatkossa toimintaa on kehitettävä, esimerkiksi hankkimalla tietokoneelle hyvän huollon seurantajärjestelmä, johon merkitään kaikki huollot. Järjestelmään tulisi merkitä mittausten tulokset, jolloin siitä näkyisi, jos esimerkiksi eristysvastus on pienentynyt ajan saatossa tai suojajohtimen resistanssi kasvanut suojajohtimen jatkuvuusmittauksessa. Tästä voisi myös seurata koneen aikaisempia vikoja ja huomata, jos esimerkiksi sama vika on esiintynyt useasti samalla koneella.

9 VIAN PAIKALLISTAMINEN

Vaikka suuri osa yrityksen huoltotöistä tapahtuukin niin sanotusti selkärangasta, päätettiin kirjoittaa muutamia yleisimpiä vikoja. Näin pyritään nopeuttamaan korjaustöitä ja saamaan aikaan rutiininomainen huoltotoimenpide.

9.1 Akkuvika

Suurin osa huoltoon toimitetuista laitteista on akkukäyttöisiä ja yleinen siistijöiden ilmoittama vika onkin, ettei koneessa ole ajoaikaa. Tällöin vika lähes poikkeuksetta on akuissa. Jos koneessa olisi laturivika tai esimerkiksi pistorasiaan ei tulisi jostain

syystä sähköä, ilmoitetaan viaksi yleensä, ettei kone toimi ollenkaan. Akkuvian selvittäminen onkin yksi ongelmallisimpia vikoja.

Yleensä kaikissa koneissa on vähintään kaksi akkua ja vikojen selvittäminen lähtee-kin akkujen jännitteen mittaamisella yleismittarilla. Parhaimmissa tapauksissa akuissa huomataan tässä vaiheessa jännite-eroja. Tästä voidaan päätellä, että toinen akusta on rikki. Usein kuitenkin akut näyttävät jännitemittauksella ehjiltä ja vielä täyttä jännitettä. Tällöin on käytettävä kuormitusmittaria apuna. Yritykselle ostettiin kuormitusmittari Motonetistä, koska sillä saa synnytettyä virran akun napojen väliin, jolloin jännite-eron voi havaita. Joissakin tapauksissa tässä mittauksessa huomataan, että rikkinäisen akun jännite laskee huomattavasti nopeammin, esimerkiksi 200A kuormalla, kuin muiden akkujen. Joskus tämäkään ei auta, ja kolmas konsti onkin pyytää siistijöitä jättämään akut tyhjiksi ajon jälkeen. Monesti akkujen vika näkyy selvästi vasta kun ne ovat tyhjt.

Vaikka yleensä akuissa huomaa vain yhden akun rikkoutuneen, on silti uusittava aina kaikki akut. Muuten akut syövät toinen toisiaan ja tästä syntyy pitkä huoltokierre. Akuista on aina löydyttävä vika ennen kuin niitä kannattaa uusia, sillä niiden hinta on huomattavan korkea verrattuna muuhun koneeseen.

9.2 Sähkövika

Verkkovirtakäyttöisissä koneissa on yleensä lähdettävä selvittämään vikaa yleismittarin kanssa. Yleensä vian selvittäminen kannattaa aloittaa jommasta kummasta päästä virtapiiriä ja edetä järjestelmällisesti kohti moottoria. Yleismittari huomaa resistanssia mitattaessa vian heti. Itse aloitan mittaamisen yleensä virtajohdosta, jonka jälkeen mittaan kytkimet ja moottorit. Monessa tapauksessa näistä jokin saattaa olla poikki. Jos nämä kaikki vaikuttavat ehjiltä, voi koneessa mahdollisesti sijaitsevassa piirikortissa olla vika. (Katso kohta 9.3). Myös siistijältä saatu vikakuvaus kertoo yleensä itse viasta melko paljon. Tässä muutaman esimerkki vikakuvauksista, joissa perusteellisesta tutkimuksesta kannattaa oikaista:

1. **”Pölynimuri pätkee käytettäessä”** Tällaisissa tilanteissa vika on yleensä verkkojohdossa. Johto toimii jossakin asennoissa, mutta ei heiluessa, ja näin aiheuttaa pätkimisen.
2. **”Lattianhoitokoneesta tullut savua, eikä lähde käyntiin”** Lattianhoitokoneissa on sekä käynnistys- että käyntikondensaattorit, jotka auttavat moottoria käynnistymään. Yleensä nämä kondensaattorit palavat sen verran pahasti, että kone antaa savumerkin. Muutamassa tapauksessa savu on tullut myös itse moottorista, mutta näissä tapauksissa konetta ei kannata korjata.
3. **”Kone polttaa sulakkeen”** Koneissa oikosulkuvika ei yleisesti johdu verkkojohdosta tai kytkimistä, eli vika lähes poikkeuksetta liittyy koneen moottoriin. Tällainen vika on myös helposti tarkistettavissa esimerkiksi yleismittarilla.
4. **”Verkkovirtakäyttöinen kone ei käynnisty”** Tästä vikakuvauksesta ei todellista vikaa pysty oikeastaan päättelemään. On mahdollista esittää ainoastaan parempia ja huonompia arvauksia. Tällaisissa tilanteissa on lähdeävä tutkimaan vikaa virtapiirin alusta asti, kuten tämän kappaleen alussa on kerrottu.

9.3 Elektroninen vika

Nykyajan koneissa on lähes poikkeuksetta piirikortit. Jos kyseessä on mystinen vika, saattaa se olla jossakin piirikortissa. Piirikorttiviatiat ovat siitä ongelmallisia, ettei niistä yleensä näy vikaa päällepäin. Joskus kortilta saattaa silmämääräisesti huomata palaneen vastuksen tai kondensaattorin, tai kortti saattaa haista palaneelta, jolloin vika on selviö.

Vian selvittäminen saattaa tarvita mielikuvitusta, jos koneesta ei päällepäin näy mitään vikaa. Joskus elektroniikkakortin releet voi ohittaa hyppylangalla, jolloin vika saadaan selville. Joskus on vain tilattava uusi osa testiä varten. Tämä on tietenkin viimeisiä keinoja, koska kortit ovat yleensä kalliita. Yritykselle on kertynyt hyllyyn romutettujen koneiden kortteja, joilla voidaan koekäyttää konetta helposti.

9.4 Mekaaninen vika

Usein koneissa ei ole mitään sähkövikaa vaan kyseessä on jokin mekaaninen vika. Näistäkin tapauksista kokemus tuo tiettyä varmuutta, ja kokenut asentaja tietää jo vian kuvauksesta, missä vika saattaa mahdollisesti olla. Alla muutama esimerkki tällaisista tilanteista:

1. **”Kone pitää pahaa ääntä”** Tällöin paras tapa on kuunnella itse konetta, jolloin lähes poikkeuksetta kuulee, missä vika mahdollisesti on. Kone saattaa pitää ääntä monesta paikasta. Esimerkiksi laakerit saattavat olla ruostuneita, ääni saattaa tulla hiilimoottoreista tai tiivisteen repsottaminen voi aiheuttaa häiritsevän äänen.
2. **”Pölynimuri ei ime”** Tällaisissa tapauksissa vika on yleisesti ollut suodattimissa ja täysinäisissä pölypusseissa. Vika voi olla myös esimerkiksi tukkuneissa imuletkuissa.
3. **”Yhdistelmäkone vetää oikealle”** Koneilla ajetaan kolareita ja onkin mahdollista, että tällaisessa tapauksessa jokin on vääntynyt. On myös tarkistettava kaikkien pyörien laakerit, sillä yksikin lukkiutunut pyörä saattaa aiheuttaa koneen kaartamista.

10 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyöprosessi alkoi Porin Huoltoteam Oy:tä perustettaessa. Meillä ei alussa ollut aivan tarkkaa kuvaa siitä, mitä kaikkea sähköturvallisuuslaki määrää. Tämän opinnäytetyön tarkoituksen olikin selvittää, mitä kaikkea tuli huomioida ennen kuin ensimmäiset koneet saatiin toimitettua asiakkaalle.

Tämä opinnäytetyö valmistui töiden sivussa ja kaikki tieto tuli yritykselle todella tarpeeseen. Tämän työn tekeminen olikin pitkä prosessi ja se valmistui vasta nyt, kun yritys on saatu pyörimään. Nyt voidaan olla varmoja, että yrityksen toiminta täyttää kaikki lain asettamat vaatimukset ja kaikki huollosta lähtevät koneet ovat asiakkaalle turvallisia käyttää.

Työssä oli muutamia haasteita, mutta niistä selvittiin ja nyt Porin Huoltoteam Oy on johtava siivouskoneiden huoltoliike koko Satakunnan alueella.

LÄHTEET

/1/ Tukes www-sivut. Viitattu 1.10.2014 www.tukes.fi

/2/ Koskenvuori, T. 2010. Sähköturvallisuusmittaukset sähkökonekorjaamoissa. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Sähkövoimatekniikan koulutusohjelma. Viitattu 2.9.2014

/3/ Seti www-sivut. Viitattu 1.10.2014 www.seti.fi

/4/ Saastamoinen, Arto. Sähkölaittekorjaajan opas, ST-ohjeisto 6, 8., uusittu painos, Sähköinfo Oy, 2011

MITTAUSOHJE SÄHKÖLAITTEILLE

1. SILMÄMÄÄRÄINEN TARKISTUS, KATSO ETTÄ KONEESSA KAIKKI NÄYTTÄÄ EBJÄLTÄ. SUOJAERISTEET JA JOHTOJEN LIITOKSET NÄYTTÄVÄT HYVÄLTÄ.
2. TEE KONEELLE KOEKÄYTTÖ. KATSO, ETTÄ KAIKKI TOMII NORMAALISTI
3. KYTKE PISTOTULPPA MITTARIN ADAPTERIPALAAAN KIINNI
4. VALITSE SÄÄTimestÄ 500V/2000Mohm
5. LIIKUTTELE JOHTOA JA VARMISTU, ETTEI ARVO YLITÄ 2,0Mohm RAJAA
6. VALITSE SÄÄTimestÄ RESISTANSSIMITTARUS, SUOJAJOHTIMEN JATKUVUUSMITTAUSTA VARTEN.
7. LAITA YLIMÄÄRÄINEN JOHTO KONEEN RUNKOON MUUTAMAAN PAIKKAA JOSSA EI OLE MAALIA
8. VARMISTU, ETTEI ARVO YLITÄ 0,3ohm LUKEMAA MISSÄÄN TILANTEESSA, MUISTA MYÖS HEILUTELLA VIRTAJOHTOA
9. TEE MITTAUKSISTA MERKINTA, HUOLTOILMOITUKSEEN
10. LAITE ON NYT VALMIS PALAUTETTAVAKSI ASIAKKAALLE