

Aleksi Soini

# Hissikorituotannon laadunvarmistuksen sekä sähköturvallisuuden kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

21.8.2017

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Aleksi Soini Hissikorituotannon laadunvarmistuksen sekä sähköturvallisuuden kehittäminen  31 sivua + 3 liitettä 24.4.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Diplomi Insinööri Antti Pikkarainen Lehtori Jukka Karppinen
<p>Opinnäytetyön aiheena oli kehittää turvallinen ja hyödyllinen käyttöönottomittausprosessi hisseille, parantamaan asiakkaiden turvallisuutta sekä tyytyväisyyttä. Tavoitteena oli parantaa hissien sähkötyöturvallisuutta luomalla mittaussuunnitelma sekä käyttöönottopöytäkirja asentajille ja asiakkaille tarkistettavaksi.</p> <p>Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla hissejä koskeviin lakeihin ja standardeihin. Tämän jälkeen tarkasteltiin nykytilaa tutkimalla hissien asentamiseen käytettyjä dokumentteja sekä komponentteja. Siitä seurasi nykytilan analyysi kahdella eri menetelmällä, Tuplatiimitekniikalla sekä FMEA-analyysillä. Nykytilan kehitystarpeiden huomioinnin jälkeen pystyttiin tekemään mittaussuunnitelma sekä tekemään pilottimittaukset hissille.</p> <p>Opinnäytetyön tulokseksi tuli yritykselle käyttöön turvallinen ja selkeä käyttöönottomittaus sekä käyttöönottomittauspöytäkirja, myös sähköistyksien samankaltaistaminen ohjeiden mukaisiksi.</p> <p>Jatkokehityskohteeksi huomattiin induktiosilmukka, jossa havaittiin useasti vikaa. Induktiosilmukan mittausta ei ehditty opinnäytetyön aikana suorittamaan, mutta siihen tehtiin asennus- sekä mittaussuunnitelma tulevaisuuden varalta. Lisäksi prosessi on tarkoitus viedä myös muihin hissimalleihin.</p>	
Avainsanat	sähkötyöturvallisuus, FMEA-analyysi, tuplatiimitekniikka, käyttöönottotarkastuspöytäkirja, induktiosilmukka

Author Title	Aleksi Soini Development of Quality Assurance and Electrical Safety in Elevator Production
Number of Pages Date	31 pages + 3 appendices 24 April 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Antti Pikkarainen, Master of Science in Technology Jukka Karppinen, Senior Lecturer
<p>The subject of this study was to develop a safe and useful deployment measurement process for the elevators, to enhance customer safety and satisfaction. The aim was to improve the electrical safety of elevators by creating a measurement plan, as well as a commissioning log sheet for installers and customers to review.</p> <p>The study was started by examining the laws and standards governing it. After that, current state was clarified by examining the documents and components used to install the elevators. This was followed by the analysis of the present state by two different methods, namely the double team technique and the FMEA analysis. After observing the development needs of the current state, it was possible to make a measurement plan and to do pilot measurements for the elevator.</p> <p>As a result of the project, a safe and clear deployment measurement and commissioning measurement protocol was introduced to the company, and also the simulation of electrification, as instructed.</p> <p>An induction loop was detected as a further developmental object, where errors were often detected. The induction loop measurement was not able to be done during study, but installation and a measurement plan for the future was created. In addition, the process of this study is to be applied to other elevator models.</p>	
Keywords	electrical safety, FMEA analysis, double team technique, commissioning log sheet, induction loop

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kone Industrial Oy	2
3	Hissikorin valmistus	3
	3.1 Korivalmistukseen liittyvät dokumentit	3
	3.2 Vaaratilanteiden kartoitus	5
4	Komponentit	7
5	Työhön liittyvät lait ja standardit	11
6	Ongelmakohtien analyysi	15
	6.1 Tuplatiimatekniikalla	15
	6.2 Vika- ja vaikutusanalyysi (FMEA)	17
7	Toteutussuunnittelu ja mittauspilotti hissikorille	19
	7.1 Testaussuunnitelma ja testauspöytäkirja	19
	7.2 Pilotin kokemukset	28
8	Jatkokehitystarpeet	28
9	Yhteenveto	30
	Lähteet	31

### Liitteet

Liite 1. Hissin FMEA-analyysi

Liite 2. Induktiosilmukan pöytäkirja

Liite 3. Asennuspaikan maadoituksenjatkuvuusmittausohje

## Lyhenteet

COP	Car Operating Panel. Hissin käyttäjä ohjaa hissien liikkeitä, kuten esimerkiksi kerroksen valinta, oven sulkeaminen tai avaaminen.
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis. Systemaattisesti etenevä toimintavarmuuden analyysimenetelmä.
ILS	Induction Loop Solution. Induktiosilmukka on apulaite, joka siirtää äänisignaalin ilmateitse suoraan kuulolaitteeseen ja sitä käyttävän korvaan.
KTMP	Kauppa ja teollisuusministerin päätös
SFS	Suomen standarditoimistoliitto.

## 1 Johdanto

Insinööri työ tehtiin Kone Industrial Oy:lle parantamaan sähkötyöturvallisuutta sekä saamaan hissikorien kattojen sähköistyksistä samanlaisia.

Ensiksi työssä esitellään lyhyesti Kone Oy yrityksenä sekä hissikori. Sen jälkeen tutkitaan käytettyjä komponentteja sekä asennusvaiheessa käytettäviä dokumentteja, haastatellaan asentajia sekä kartoitetaan vaaratilanteet. Sen jälkeen tutustutaan työtä määritettäviin lakeihin, standardeihin sekä valtioneuvoston asetuksiin. Sen jälkeen tehdään nykytilan analyysi käyttäen tuplatiimitekniikkaa sekä FMEA-analyysia, joiden avulla pystytään määrittämään toteutussuunnittelu sekä suorittamaan pilottimittaukset valitulle hissille.

Työn tavoite oli tehdä Kone Industrial Oy:lle asennussuunnitelma sekä mittaussuunnitelma, joiden avulla tehdään hissien käyttöönottotarkastuspöytäkirja asentajien käyttöön. Itse mittauksessa tarkastellaan kohdetta silmämääräisesti, jonka jälkeen tehdään suojajohtimen jatkuvuusmittaus eri pisteissä, asennuksen eristysresistanssi mittaus sekä toiminta- ja käyttötestit. Kyseiset tarkastelut ja mittaustulokset kirjattiin käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan.

## 2 Kone Industrial Oy

Kone Oy on alansa johtavia yrityksiä, joka valmistaa hissejä, liukuportaita ja automaattiovia sekä tarjoaa ratkaisuja laitteiden kunnossapitoon ja peruskorjaukseen /1/.

Tässä työssä keskitytään hissikorin laadun ja sähköturvallisuuden varmistamiseen sekä kehittämiseen. Työssä keskitytään hissikoriin, minkä voi nähdä kuvasta 1 moduuli 6.



Kuva 1. Hissin havainnekuva hissikuilussa /2/.

## Hissikori

Hissikori on ihmisten ja tavaroiden kuljettamiseen tarkoitettu laite. Hyvinkään hissitehtaalla tehdään hissikoreja erikoisrakennuksiin, suurprojekteihin sekä meriteollisuuteen. Tämä työ tehtiin juurikin Hyvinkäällä risteilijän hissikorille ja siitä on tarkoitus levittää työn menetelmä myös muihin hissimalleihin. Hissikorin valmistuksessa tehdään erikseen hissien osat eri puolilla yritystä ja kokoonpannaan hissiksi. Tämän jälkeen tehdään tämän työn avulla tarkistusmittaukset hissikorille. Viimeisenä asiakkaat halutessaan pääsevät tarkastamaan ostamansa tuotteen ja siitä hissikori lähetetään kokonaisuudessaan risteilijän asennuspaikalle, missä hissikori asennetaan risteilijään.

### 3 Hissikorin valmistus

#### 3.1 Korivalmistukseen liittyvät dokumentit

Hissin valmistamiseen käytetään pääsääntöisesti hissien asennuskuvia, kuilukuvaa sekä sähkökytkentäkuvaa.

Hissien asennuskuvista nähdään tarvittavat laitteet ja varusteet sekä niiden sijoittelu. Sähköistysosien paikat muuttuvat kuilukuvan mukaan, kuilukuvasta selvitetään hissien katolle asennettavat sähkölaitteet sekä johdot mm. hissien sähkökytkentälaatikko, korikaapeli, yläraja, alaraja, oskilaattori, hissien nopeudensäädin. Sähkökytkentäkuvista voidaan tarkistaa tarvittavat kytkennät.

Seuraavana on luettelo yleisistä hissien varusteista sekä kuvassa 2 niiden kytkennät:

- Yläraja määrittää hissien ylärajan, jota ei voi ohittaa.
- Alaraja määrittää hissien alarajan, jota ei voi ohittaa.
- Korin huoltoajo yksikkö, jolla voidaan ohjata hissiä huollon yhteydessä.
- Katon hätävalo näyttää vikatilanteissa valoa hissien korjaajalle.
- Katon hätäseis estää hissien liikkumisen huollon/korjauksen aikana.
- Kattoluukun rajakytkin varmistaa että kattoluukku on suljettu ennen hissien toimintaa.
- Tuuletin, joka huolehtii korin ilmanvaihdosta.

- Kaiutin, joka mahdollistaa äänen korin sisään.
- Hissin valaisin, joka valaisee hissien sisätilan.
- Ovikoneisto, joka avaa ja sulkee hissien ovet.
- Ohjaustaulu, jolla ohjataan hissitoimintoja.
- Oskilaattori paikantaa hissien kerroksen.
- Hissien nopeudensäädin hidastaa hissien.
- Vara-akku pitää oskilaattorien ja ohjaustaulun käynnissä sähkökatkon varalta.
- Hissien sähkökytkentälaatikkoon tuodaan korien varusteiden tarvitsema käyttösyöttö, sekä mahdollinen tietoliikenne kaapeli.
- Vaaka mittaa korinpainoa ja sen kuormaa.
- Hissien pohjassa oleva hälytyskello vilkkuu ja varoittaa.
- Hissien pohjassa hälytysnappi kytkee hälytyskellon toimintaan.
- Induktiosilmukka on kuulemisen apulaite.



jännitteiseksi kytkeminen ennen tarkastuksia. Molemmissa tapauksissa syötön vikavirtasuojia suojasi henkilövahingolta.

Tehtaalla käy myös paljon vierailijaryhmiä, jotka pitää ottaa huomioon. Vieraiden turvallisuuden varmistamiseksi käynti asennus- ja tarkastusvaiheessa olevalle korille rajataan nauhoin. Vieraille esitellään vain käyttöönottotarkastettuja koreja.

#### Asennuspaikalla

Tarkasteltaessa Suomen asennuspaikkoja yritys käyttää sähkösiintarkastuksiin kolmatta osapuolta, joka on valtuutettulaitos. Valtuutettulaitos tekee yrityksen määräämät mittaukset hisseille asennusmanuaalin mukaisesti ennen hissien käyttöönottoa, katso liite 3.

Näillä toimenpiteillä voidaan varmistua siitä, että hissi toimii oikein ja sille on turvallista tehdä muut vaaditut asennusmanuaalin testit esimerkiksi, kuormitustestit.

## 4 Komponentit

Hissiä valmistaessa valitaan halutut komponentit ja lisävarusteet vastaamaan asiakkaan toiveita. Kuvassa 3 on esimerkkiratkaisu hissien sisäpuolelta.



Kuva 3. Esimerkkikuva hissien sisältä ja sen varusteista /4/.

Pääosa koriin liittyvistä sähköisistä komponenteista sijoitetaan korin katolle, joka on kuvassa 4. Asennukset tehdään huolellisesti ja varmistetaan, että johtoreitit on suojattu

metallisilla kouruilla sekä kiinnitetty nippusitein 15 – 20 cm:n välein. Laitteet ovat sijoitettu kuilukuvan mukaisesti. Läpiviennit suojattu suojaputkilla ja rasiaan menevät johdot vedonpoistoin. Lisäksi korin tai suojakourun ulkopuolella olevat johdot suojattu suojaputkella.



Kuva 4. Esimerkkikuva hissien kalustetusta katosta.

#### Hissikorin sähköiset komponentit

Kuvassa 5 näkyvä hissien sähkökytkentälaatikko asennetaan korin katolle. Korikaapelissa tuodaan sähkökytkentälaatikkoon korin varusteiden tarvitsema käyttösyöttö sekä mahdollinen tietoliikennekaapeli.



Kuva 5. Hissin sähkökytkentälaatikko.

Hissikorin ohjauspaneeliteita (COP) on saatavilla erilaisia, esimerkin voit nähdä kuvassa 6. Ohjauspaneelista hissien käyttäjä ohjaa hissien liikkeitä, kuten esimerkiksi kerroksen valinta, oven sulkeminen tai avaaminen, seis ja hälytysnappi.



Kuva 6. COP (hissikorin ohjauspaneeli) /4/.

Kuvassa 7 on hissien huoltoajoyksikkö, jolla voidaan liikuttaa hissiä huollon yhteydessä. Huoltoajoyksiköstä saadaan virta ulos tarvittaessa. Lisäksi siinä on hätäseisnappi, käyttönappi (mahdollistaa hissien liikkumisen ylös tai alas), sekä suunnan valitsin (ylös tai alas).



Kuva 7. Hissien huoltoajoyksikkö.

Lisäksi hissikorista löytyy valaisin, joita on valittavana useita erilaisia esimerkkinä, kuvassa 8 CL181-valaistus asennettuna hissikoriin. Myös led-nauhoja käytetään koristevalaistuksina esimerkiksi käsikaiteen takana. Hissikorista löytyy myös hätävalo, joka syttyy mikäli sähkö katkeaa ja mahdollistaa näin näkyvyyden myös sähköjen ollessa poikki.



Kuva 8. CL181-valaistus asennettuna hissikoriin /4/.

Lisäksi muita varusteita ovat ovikoneisto, joka aukaisee ja sulkee hissikorin ovet. Lisäksi mikäli tilaaja haluaa asentuttaa jäähdytinlaitteiston voidaan, se asentaa katolle tuomaan lisäilmanvaihtoa.

Komponenttien vaatimukset

Hissikorin turvakomponenteiksi luokitellaan seuraavat hissikorin osat:

- kuilun ovien lukituslaitteet
- korin turvalaitteet, jotka estävät korin hallitsemattomat liikkeet tai putoamisen sähkönsyötön, jos sähkönsyöttö katkeaa tai komponentti vioittuu
- ylinopeuden rajat
- energiaa varastoivat ja kuluttavat puskurit
- nostosylinterien hydraulipiireissä olevat turvalaitteet
- turvapiirien sähköiset turvalaitteet.

Yllä mainittujen turvakomponenttien tulee noudattaa hissiturvallisuuslakia sekä valtioneuvoston asetuksesta (1433/2016) 4 § hissien turvallisuudesta /5/.

Hissin turvakomponentin valmistajan on hissiturvallisuuslain 11 §:ssä tarkoitettua hissien turvakomponentin vaatimustenmukaisuuden arviointia suorittaessaan noudatettava yhtä seuraavista menettelyistä:

- 1) hissien turvakomponentin mallikappale toimitetaan hissidirektiivin liitteessä IV olevassa A osassa tarkoitettuun EU-tyyppitarkastukseen ja tyyppimukaisuus varmistetaan arvioimalla hissien turvakomponentti hissidirektiivin liitteessä IX tarkoitettujen satunnaisten tarkastusten avulla;
- 2) hissien turvakomponentin mallikappale toimitetaan hissidirektiivin liitteessä IV olevassa A osassa tarkoitettuun EU-tyyppitarkastukseen, ja siihen sovelletaan liitteen VI mukaista tuotteiden laadunvarmistukseen perustuvaa tyyppimukaisuutta;
- 3) vaatimustenmukaisuus perustuu hissidirektiivin liitteen VII mukaiseen täydelliseen laadunvarmistukseen.

## 5 Työhön liittyvät lait ja standardit

Hissiasennuksia määräävät hissiturvallisuuslaki, sähköturvallisuuslaki, Suomen standarditoimistoliitto SFS sekä Valtioneuvoston asetukset, joita tarkastellaan opinnäytetyötä varten.

Hissi- ja sähkötuvaluuslain tarkoituksena on varmistaa, että sähkölaitteet ja sähkölaitteistot on suunniteltu, rakennettu ja valmistettu niin, että niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa. Lisäksi käytön pitäminen turvallisena ja estää käytöstä aiheutuvien sähkömagneettisten häiriöiden haitalliset vaikutukset. Lain tarkoitus on turvata sähkölaitteen tai sähkölaitteiston sähkövirran tai magneettikentän välityksellä aiheuttamasta vahingosta kärsineen oikeudet. Lain tarkoitus on varmistaa sähkölaitteiden vaatimuksenmukaisuus ja sähkölaitteiden vapaa liikkuvuus markkinoilla.

Työssä tehtiin hissikorille tarkistus mittaukset. Standardit määräävät, että jokainen sähköasennus tarkastetaan asennuksen aikana ja/tai sen valmistuttua ennen käyttöönottoa. Lisäksi tarkastuksen tekijän tulee olla sähköalan ammattihenkilö, joka on riittävän pätevä suorittamaan tarkastukset.

Ensiksi työssä tarkasteltiin hissikoria aistinvaraisesti, jota tehdään jo osana asennusvaihetta. Aistinvarainen tarkastus myös kontrolloi oman työn jälkeä noudattaen hyviä ja hyväksytyjä asennustapoja. Tarkastuksessa tarkastellaan, että johtimet on kunnolla liitetty sekä kalusteet on kiinnitetty oikein ja oikeille paikoille. Lisäksi standardit säättävät aistinvaraisesta tarkastuksesta seuraavasti /6/:

## 61.2 Aistinvarainen tarkastus

61.2.1 Aistinvarainen tarkastus on yleensä tehtävä ennen testauksia koko asennuksen ollessa jännitteettömänä.

61.2.3 Tarkastukseen pitää sisältyä vähintään seuraavien kohtien tarkistaminen, silloin kun ne ovat relevantteja:

- a) sähköiskulta suojakseen käytetyt menetelmät
- c) johtimien valinta kuormitettavuuden ja sallitun jännitteenaleneman kannalta
- d) suoja- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelu
- e) erotus- ja kytkentälaitteiden valinta ja oikea sijoitus
- f) sähkölaitteiden ja suojausmenetelmien valinta ulkoisten tekijöiden vaikutuksen mukaan
- g) nolla- ja suojajohtimien oikeat tunnuks

- i) piirustusten, varoituskilpien tai vastaavien tietojen olemassaolo
- j) virtapiirien, varokkeiden, kytkimien, liittimien yms. tunnistettavuus
- k) johtimen liitosten sopivuus
- l) suojajohtimen, mukaan luettuna suojaavien potentiaalitasausjohtimien ja lisäpotentiaalitasausjohtimien olemassa olo ja sopivuus
- m) sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila

Tässä työssä käytetyt testausmenetelmät olivat aistinvarainen tarkastus, suojajohtimien jatkuvuus, sähköasennuksen eristysresistanssi sekä toiminta- ja käyttötestit, jotka katsottiin riittäviksi testeiksi. Aistinvaraisen tarkastelun jälkeen voidaan siirtyä tekemään itse mittauksia. Tämän työn testausmenetelmät määrätään seuraavasti standardeissa /6/:

### 61.3 Testaus

#### 61.3.1 Yleistä

Tässä kuvatut testausmenetelmät ovat referenssimenetelmiä, muita menetelmiä saa käyttää, jos niiden avulla saadut tulokset ovat vähintään yhtä luotettavia

- a) suojajohtimien jatkuvuus
- b) sähköasennuksen eristysresistanssi
- c) toiminta- ja käyttötestit

Suojajohtimen jatkuvuudella tarkoitetaan mittausta, jossa varmistetaan kosketusjännitesuojauksen edellyttämät suojajohdinpiirit ovat jatkuvia koko matkalta ja liitokset ovat kunnossa. Suojajohtimen jatkuvuusmittaus suoritetaan jännitteettömänä. Lisäksi standardi määrää seuraavasti /6/:

#### 61.3.2 Suojajohtimien jatkuvuus

Suojajohtimien mukaan luettuna pää- ja lisäpotentiaalitasausjohtimien jatkuvuus on todennettava mittaamalla.

Asennuksen eristysresistanssi tulee mitata kaikkien jännitteisten johtimien ja maadoitusjärjestelmään kytketyn suojajohtimen väliltä. Testissä jännitteiset johtimet

voidaan kytkeä yhteen. Lisäksi standardissa määrätään, että eristysresistanssi on riittävä mikäli, se täyttää taulukon 1 arvot. Seuraavana on standardin määräykset eristysresistanssin mittauksesta /6/:

### 61.3.3 Asennuksen eristysresistanssi

Eristysresistanssi on riittävän hyvä, jos eristysresistanssin arvo mitattuna taulukon mukaisilla koejännitteillä kustakin piiristä, laitteiden ollessa kytkettynä pois, on vähintään yhtä suuri kuin taulukossa esitetyt arvot.

Jos ylijännitesuojat tai muut laitteet todennäköisesti vaikuttavat testiin, tai voivat rikkoutua testissä, sellaiset laitteet on erotettava ennen eristysresistanssin mittauksen suorittamista

Taulukko 1. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot /6/.

Virtapiirin nimellisjännite V	Koejännite (tasajännite) V	Eristysresistanssi MΩ
SELV ja PELV	250	≥ 0,5
Enintään 500V, FELV mukaan luettuna	500	≥ 1,0
Yli 500 V	1 000	≥ 1,0

Asennuksen toimintatestit tehdään, kuin kaikki edellä mainitut mittaukset on suoritettu. Toimintatestillä varmistetaan, että laitteet toimivat oikein ja ne on asennettu kunnolla. Toimintatestillä voidaan varmistaa, että asennuspaikalla laitteita ei tarvitse korjata. Seuraavaksi toimintatestejä määräävät standardit /6/:

### 61.3.10 Toimintatestit

Kytkin-, käyttö-, ohjaus- ja lukituslaitteille ja vastaaville on tehtävä toimintatestit sen toteamiseksi, että ne on koottu, asennettu ja aseteltu oikein tämän standardin vaatimusten mukaan. Toimintatesteillä tarkastetaan myös toiminnalliset kokonaisuudet.

Suojalaitteille on tehtävä tarpeen mukaan toiminnalliset kokeet sen toteamiseksi, että ne on asennettu ja aseteltu oikein.

Tästä työstä tehtiin myös käyttöönottotarkastuspöytäkirja ennen virallista asennusta asennuspaikalle (hissikuiluun) silmällä pitäen vierailijoiden sekä asentajien

turvallisuutta sekä asennuspaikalla tapahtuvien toimenpiteiden helpottamiseksi. Seuraavaksi ovat niitä koskevat säädökset ja määräykset /6/

#### 61.4 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

##### 61.4.3 Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan pitää sisältää

- tarkastetun laitteiston yksilöintitiedot
- laitteiston rakentajan (urakoitsijan ja sähkötöiden johtajan) yhteystiedot
- tulokset tarkastuksista
- toteamus siitä, täyttääkö asennus standardin ja säännösten vaatimukset
- tiedot testatuista piireistä ja testaustulokset

Tarkastuksen tekijä allekirjoittaa tai vahvistaa muuten oikeaksi tarkastuspöytäkirjan

61.4.4 Asennuksen turvallisuudesta, rakentamisesta ja tarkastamisesta vastaavan henkilön tai henkilöiden on annettava työn tilaajalle pöytäkirja, joka kattaa heidän toiminta-alueensa. Pöytäkirjaan pitää sisältyä kohdassa 61.4.3 määritellyt tiedot.

## 6 Ongelmakohtien analyysi

Työssä arvioitiin hissikorituotannon nykytilaa käyttäen kahta erilaista menetelmää: tuplatiimitekniikkaa sekä FMEA-analyysiä (vika- ja vaikutusanalyysi). Menetelmillä pyrittiin arvioimaan ja tunnistamaan ongelmakohtia sekä keksimään ratkaisumallit. Seuraavat menetelmät valittiin, koska ne olivat jo tuttuja ja hyväksi havaittuja ongelmakohtien selvittämiseen.

### 6.1 Tuplatiimitekniikalla

Tuplatiimitekniikka on Innotiimi OY:n kehittämä tavaramerkki, jonka avulla voidaan tarkastella sekä käsitellä yhtä aihetta sen eri näkökulmista. Menetelmää käytetään erityisesti avoimien ongelmien ratkaisuun sekä vaihtoehtojen ja ratkaisumallien karsimiseen työskentelyn ohessa. Avoimiin ongelmiin lukeutuu ratkaisua vaativat

tilanteet, joihin ei ole välttämättä vain yhtä oikeaa vastausta. Keskeistä tuplatiimitekniikassa on osallistujien näkökulmien esiin tuominen, niistä keskusteleminen sekä ideoiden yhteensovittaminen.

Tuplatiimitekniikan vaiheet:

- 1) Valitaan vetäjä ja määritellään käsiteltävä ongelma tai aihe.
- 2) Jokainen miettii annettua aihetta ja kirjoittaa paperille 5–10 ehdotusta, ajatusta tai ideaa.
- 3) Valitaan parit tai pienryhmät, joissa tutustutaan muiden ehdotuksiin. Ehdotuksista valitaan 4–5 ryhmän/parin mielestä parasta ehdotusta.
- 4) Parien ehdotukset viedään seinälle, jossa parit/ryhmät esittelee lyhyesti ehdotuksensa. Ehdotuksista ei vielä keskustella tässä vaiheessa.
- 5) Parit/ryhmät keskustelevat taulun ehdotuksista ja pisteyttävät ne esim. tussiaänestys=viiva valittuun lappuun. Hyvä keino on äänestää ristiin, eli ei saa äänestää omia ehdotuksia.
- 6) Eniten ääniä saaneet laput jatkoon, muut poistetaan seinältä.
- 7) Ryhmitellään jäljelle jääneet laput aihepiireittäin, joista keskustellaan. Tarvittaessa voidaan äänestää uudelleen, mikäli halutaan supistaa lappujen määrää.
- 8) Ryhmä muodostaa konkreettisen toimenpidesuunnitelman syntyvien ryhmien avulla /7/.

Järjestettiin kokous, jossa tarkoitus on parantaa hissitehtaan korisähköistystä. Kokous järjestettiin 20.12.2017 Hyvinkäällä koritehtaalla, kokoukseen kutsuttiin yhteensä kahdeksan henkilöä eri puolelta yritystä, joihin kuuluu laatuinsinööri (oston puolelta), teknisen tuen myyntijohtaja (asennus puolelta), pääinsinööri (suunnittelu puolelta), laatupäällikkö (oston puolelta), ratkaisupäällikkö (asennus puolelta), tehtaanjohtaja (tehtaan puolelta) sekä asentaja, jotta kaikkien mielipiteet tulisivat mahdollisimman

hyvin ja monipuolisesti esiin. Tuplatiimitekniikan ideana on kirjoittaa omia ideoita, kehityskohteita ja ongelmia ylös paperille, joita pareittain pohditaan. Tämän jälkeen laitetaan omat ideat ja kehityskohteet taululle, jossa ne esitellään koko ryhmälle, jonka jälkeen keskustellaan ja äänestetään parhaimmat ideat. Äänestyksessä parhaalle ehdotukselle annetaan esimerkiksi kaksi pistettä ja toiseksi parhaimmalle yksi piste, mistä nähtiin mitkä ovat tärkeimmät ongelmat. Seuraavana on muutama esimerkki, joita nousi esille:

”Sähköistyspiirustusten vaatimukset kirjattava laatuohjeeksi” 5 pistettä.

”Dokumentoitu testaus suunnitelma puuttuu? Maadoitukset, eristysvastus, silmämääräinen tarkastus” 5 pistettä.

”Miten elektroniikkaa sisältävät komponentit voi tarkistaa, esim. eristysvastus?” 3 pistettä.

”Mikä on korin sähköistyksessä hyvä asennustapa, esim. läpiviennit, johtimien sitominen, maadoitukset, johdinvärit” 3 pistettä.

Tuplatiimitekniikalla pystyttiin siis nostamaan esille tärkeimmät asiat, joita ehdotettiin ja näin pystytään keskittymään kyseisiin ongelmiin paremmin.

## 6.2 Vika- ja vaikutusanalyysi (FMEA)

Vika- ja vaikutusanalyysi FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) on systemaattisesti etenevä toimintavarmuuden analyysimenetelmä, jonka tarkoitus on pyrkiä tunnistamaan järjestelmän ominaiset vikaantumistavat. Jokainen tunnistettu vikaantumistapa arvioidaan erikseen sen aiheuttaman seurauksen mukaan. Seurauksiltaan merkittävimmille vikamuodoille pyritään analyysin avulla määrittämään keinoja vikojen ehkäisyyn tai aiheutuvien seurausten lieventämiseksi. Vikaantumistavan vaikutusten kriittisyys muodostuu vian vakavuudesta, havaittavuudesta ja esiintymistodennäköisyydestä /8/.

FMEA:lla pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin.

- Mikä voi mennä vikaan?
- Mikä vaikutus vikaantumisella on?
- Miten todennäköinen vika on?
- Mitkä ovat vian seuraukset?
- Mitä asialle voidaan tehdä?
- Miten vikojen aiheuttajat voidaan poistaa?
- Miten vian vakavuutta voidaan vähentää?

Työssä tehtiin FMEA-analyysi koskien hissikorin sähköistystä. Kirjaamalla ongelmakohdat yhdessä sähkötöidenjohtajan, laatuvaastaavan sekä korin pääsuunnittelijan kanssa. Ensiksi pohditaan ja kirjataan ylös mahdollinen riski elementti, riski elementin vaatimukset, mahdollinen vikaantuminen ja vian mahdollinen seuraus. Valmis riski elementti tämän jälkeen pisteytetään riskin vakavuuden, todennäköisyyden ja havaittavuuden avulla, mitä korkeammat pisteet sitä suuremmat riskiprioriteetti pisteet ovat. Tämän avulla voidaan helposti havaita suurimmat riskitekijät ja puuttua niihin.

Kyseisessä analyysissä käytettiin yrityksen omaa pohjamallia. FMEA-analyysissä tarkastellaan vian vakavuutta (severity), todennäköisyyttä (probability) sekä havaitsevuutta (detectability), joiden mukaan pisteytimme ongelmat. Valittujen pisteiden avulla voitiin laskea ongelmien riskiprioriteetti pisteet (risk priority number) seuraavasti.

$$\mathbf{rpn = s * p * d}$$

rpn on riskiprioriteetti pisteet

s on vian vakavuus

p on vian todennäköisyys

d on vian havaittavuus

Suurimmiksi ongelmiksi nousivat maadoituksen jatkuvuusmittauksen puuttuminen, eristysvastuksen mittauksen puutos sekä induktiosilmukan mittauksen puutos. FMEA-analyysi löytyy liitteenä 1.

## 7 Toteutussuunnittelu ja mittauspilotti hissikorille

Pohjautuen tuplatiimitekniikan ja FMEA-analyysin havaintoihin laadittiin hissikorille ja sen mittauksille toimenpidesuunnitelma. Suunnitelman pääkohtana ovat:

- Testaussuunnitelman laatiminen, jossa tehdään suunnitelma asentajien käyttöön. Testaussuunnitelmaa noudattamalla on helppo asentajan tarkastella mittausjärjestystä ja suorittaa mittaukset hissikorille.
- Testauspöytäkirjan laaditaan yhdessä sähkötöiden johtajan kanssa. Testauspöytäkirjassa tulee ilmi silmämääräinen tarkistus, suojajohtimen jatkuvuus, asennuksen eristysresistanssi sekä toiminta- ja käyttötestit. Kun mittaukset on suoritettu asentaja, merkitsee käyttöönottopöytäkirjaan merkinnät (K=kunnossa, E=ei kunnossa, 0=ei koske tätä hissiä).
- Testimenetelmän valinta tehtiin silmämääräisen tarkistuksen, suojajohtimen jatkuvuuden, asennuksen eristysresistanssin ja toiminta- ja käyttötestien mittauksien perusteella. Kyseiset mittaukset pystytään tekemään jo koritehtaalla, ja näin varmennetaan asiakkaan turvallisuus ja hissikorin toimivuus.
- Testitapahtuman turvallisuuden täyttymiseksi tulee mitausten suorittajan olla ammattitaitoinen sekä tarkastuksen tekemiseen kykenevä henkilö. Lisäksi mittausalue tulee olla rajattuna esimerkiksi lippusiimoilla ja pääsy ulkopuolisilta tulee estää mitausten aikana.

### 7.1 Testaussuunnitelma ja testauspöytäkirja

Kuvassa 9 näkyvä hissikorin käyttöönottotarkistuspöytäkirja on laadittu asentajien käyttöön heidän suorittaessaan tarkastusmittauksia. Hissikorin käyttöönottotarkistuspöytäkirjan ideana on, että asentaja tarkistaa ensiksi silmämääräisesti omat asennukset ja toteaa, että on käyttänyt hyvää asennustapaa ja merkitsee tarkastetut kohdat pöytäkirjaan. Tämän jälkeen asentaja tekee suojajohtimen

jatkuvuusmittaukset eripisteissä ja merkitsee tulokset pöytäkirjaan. Sen jälkeen asentaja suorittaa asennuksen eristysresistanssimittauksen ja merkitsee tuloksen pöytäkirjaan. Viimeiseksi asentaja kytkee hissikoriin sähköt ja tarkistaa laitteiden toiminta- ja käyttötestit sekä merkitsee tulokset pöytäkirjaan.

### Hissikorin Käyttöönottotarkistus pöytäkirja 1.0

Kone Industrial OY

<b>Silmämääräinen tarkistus</b>	
Johtoreitit suojattu metallisilla kouruilla	
Laitteet sijoitettu kuilukuvan mukaan	
Korin tai kourun ulkopuolella olevat johdot suojattu suojaputkella	
Läpiviennit suojattu suojaputkella	
Rasian sisään menevät johdoilla vedonpoisto	
Johdot sidottu nippusiteillä 15-20cm välein	
<b>Suojajohtimen jatkuvuus <math>\leq 2\Omega</math></b>	
katto	
seinät	
kaide	
ovet	
<b>Asennuksen eristysresistanssi <math>\geq 1M\Omega</math></b>	
<b>Toiminta- ja käyttötesti</b>	
valot	
häätävalo	
induktiosilmukka	
tuuletin	
ovikoneisto	

K = kunnossa, E = ei kunnossa, 0 = ei koske tätä hissiä

Hissinumero: \_\_\_\_\_

Päivämäärä: \_\_\_\_\_

Mittalaitte: \_\_\_\_\_

Mittauksen suorittaja ja allekirjoitus: \_\_\_\_\_

Kuva 9. Hissikorin käyttöönottotarkistus pöytäkirja.

#### Silmämääräinen tarkistus

Ensiksi tarkastetaan hissiä silmämääräisesti, jotta asennukset on asianmukaisesti tehty ja vaaratilanteita ei synny asennusten takia. Silmämääräiseen tarkistukseen kuului seuraavien kohtien tarkastus.

- johtoreitit suojattu metallisilla kouruilla
- laitteet sijoitettu kuilukuvan mukaan
- korin tai kourun ulkopuolella olevat johdot suojattu suojaputkella
- läpiviennit suojattu suojaputkella
- rasian sisään menevillä johdoilla vedonpoisto
- johdot sidottu nippusiteillä 15–20 cm:n välein.

### Suojajohtimen jatkuvuus mittaus

Suojajohdin on maadoitusjohdin, jonka tehtävänä on vikatilanteessa johtaa virta maadoitetun laitteen rungosta maahan, mikä aiheuttaa oikosulun ja siitä seuraa sulakkeen palaminen tai vikavirtasuojan virran katkaisu. Suojajohtimen jatkuvuusmittausta käytetään tarkistamaan yhteyksien eheydet tekemällä korkean erottelutarkkuuden vastusmittaus. Tämä on erityisen tärkeää suojamaadoituksen yhteyksien tarkistamisessa. Kuvassa 10 nähdään mittarin näyttö sekä mittarin asetukset suojajohtimen jatkuvuusmittauksessa. Seuraava mittaussuunnitelma on asentajien käyttöön tehty mittausmenetelmä.

### Tarvittavat materiaalit:

- Fluke 1654 B asennustesteri
- Pitkä mittajohdin, jolla mahdollistetaan pitkien välien mittaus.

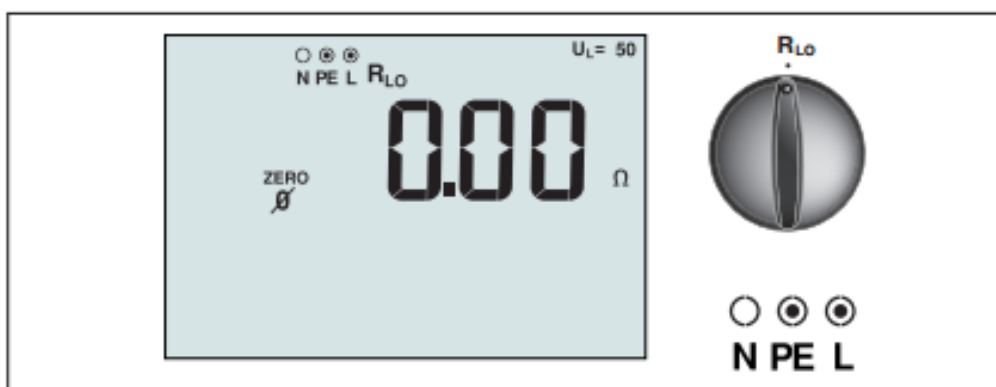
### Kytkenä ja testauksen valmistelu:

- Nollaa testijohtimien vastus
- Mittaa kytkentälaatikon maadoituskiskoa vasten hissikorin katto, seinät, kaide sekä ovet.
- Varmista, että hissikorissa ei kulje virtaa.

### Testaaminen

1. Käännä kiertokytkin  $R_{LO}$ -asentoon
2. Käytä L- ja PE-liittimiä (punainen ja vihreä) tähän testiin

3. Ennen jatkuvuustestin suorittamista nollaa testijohdot nolla-adapterilla. Pidä painiketta *zero* painettuna, kunnes näyttöön ilmestyy zero-ilmoitus. Testeri mittaa koettimen vastuksen, tallentaa lukeman muistiin ja vähentää sen lukemista. Vastusarvo pysyy muistissa, vaikka virta katkaistaan, joten toimintoa ei tarvitse toistaa joka kerta mittaria käyttäessä. Varmista, että paristoissa on riittävästi varausta, ennen kuin nollaat mittausjohdot.
4. Paina ja pidä *test* painiketta alhaalla, kunnes lukema vakaantuu. Jos jatkuvuuden äänimerkki on käytössä, testeri antaa merkki äänen jatkuvasti mitattujen arvojen ollessa alle  $2 \Omega$ , eikä vakaan lukeman piippausta mitatuille arvoille yli  $2 \Omega$  ole.



Kuva 10. Jatkuvuuden mittausasetukset ja mittarin näyttö /9/.

#### Asennuksen eristysresistanssin mittaus

Eristysresistanssinmittauksella varmistetaan, että hissikorin jännitteiset osat ovat riittävästi eristettyjä maasta. Eristysresistanssi on mitattava kaikkien jännitteisten johtimien ja maan väliltä. Kuvassa 11 nähdään mittarin näyttö sekä mittarin asetukset eristysresistanssi mittauksessa. Seuraava mittaus suunnitelma on asentajien käyttöön tehty mittausmenetelmä.

#### Tarvittavat materiaalit:

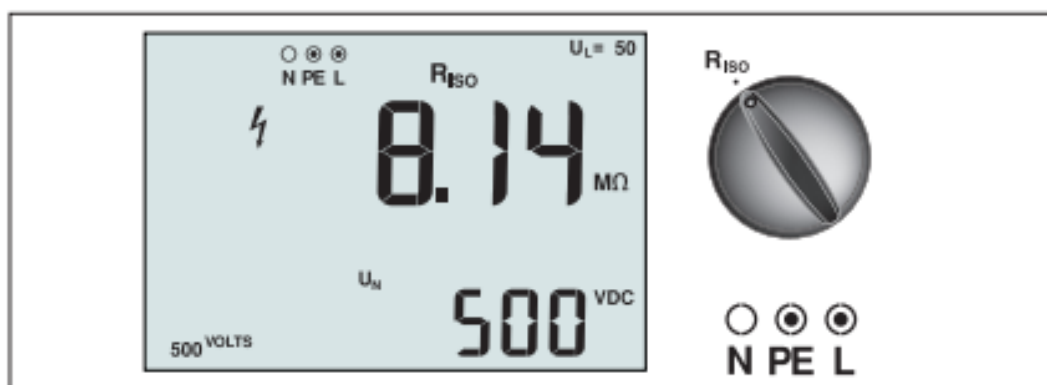
- Fluke 1654 B asennustesteri

### Kytkeä ja testauksen valmistelu:

- Varmista, että mittaukset tehdään virrattomissa piireissä
- Eristysvastusarvon tulee olla  $\geq 1 \text{ M}\Omega$

### Testaaminen

1. Käännä kiertokytkin  $R_{ISO}$ -asentoon.
  2. Käytä L- ja PE-liittimiä (punainen ja vihreä) tähän testiin.
  3. Valitse testijännite käyttämällä *F4* painiketta. Eristystesti tehdään 500 V:lla.
  4. Paina ja pidä alhaalla *test* painiketta, kunnes lukema vakaantuu ja testeri antaa merkkiään.
- Eristysvastus näkyy ensisijaisessa (ylemmässä) näytössä.
- Varsinainen testijännite näkyy toissijaisessa (alemmassa) näytössä



Kuva 11. Eristysvastuksen mitta-asetukset ja mittarin näyttö /9/.

## Toiminta- ja käyttötesti

Toiminta- ja käyttötestit suoritetaan hissikoriin asennetuille laitteille, jolla varmistetaan, että ne on asennettu ja säädetty oikein niille asetettujen vaatimusten mukaan.

### **Tarvittavat materiaalit:**

- Liitosjohto, jolla voidaan syöttää jännite koriin

### **Kytkeä ja testauksen valmistelu:**

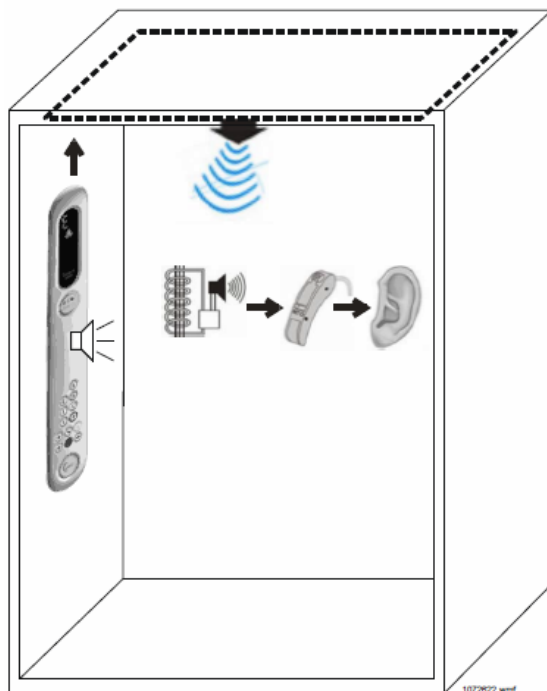
- Liitä liitosjohto korinkytkentälaatikkoon

### **Testaaminen**

1. Liitä liitosjohto kytkentälaatikkoon
2. Testaa laitteiden asianmukainen toiminta (valot, hätävalo, tuuletin ja ovikoneisto).

## Induktiosilmukan mittaus

Induktiosilmukka on kuulemisen apuväline, joka siirtää äänisignaalin ilmaitse suoraan kuulolaitteeseen ja sitä käyttävän korvaan. Sähköinen äänisignaali syötetään induktiosilmukavahvistimeen, joka edelleen syöttää vahvistetun signaalin johdinsilmukkaan. Johdin silmukka säteilee äänisignaalin ilmaitse kuulolaitteessa olevaan kelaan. Kuulolaitteen kela taas muuttaa äänisignaalin ääneksi korvakäytävään, kuvassa 12 esitetään induktiosilmukan periaate.



Kuva 12. Induktiosilmukan toimintaperiaate /10/.

Standardin IEC60118-4 mukaan jokainen ILS (Induction Loop Solution) asennus tulisi asentaa ja säätää yksilöllisesti, jotta sen toiminta standardin mukaisesti voidaan varmistaa. ILS:n testaaminen ja säätäminen standardin täyttämiseksi jo hissitehtaalla ei käytännössä ole mahdollista, koska hissikoria ei yleensä viimeistellä samaan kuntoon kuin missä se tulee olemaan koko hissien asennuksen jälkeen. Hissitehtaalla voidaan kuitenkin varmistaa ILS:n perustoiminta helposti seuraavaa ohjetta noudattamalla.

#### Tarvittavat materiaalit:

- induktiosilmukka, asennettuna koriin
- ILS vahvistin
- sovituskaapeli
- kentänvoimakkuusmittari
- yleismittari, silmukan vastuksen tarkistamiseen
- mittariin kytkettävät kuulokkeet
- tietokone tai puhelin äänilaitteeksi, jolla voidaan syöttää testiääntä vahvistimeen
- testiääni
- audiokaapeli, jolla äänilähde kytketään ILS vahvistimeen

- virtalähde ILS vahvistimen syötöksi (12 VDC).

### Kytkeä ja testauksen valmistelu:

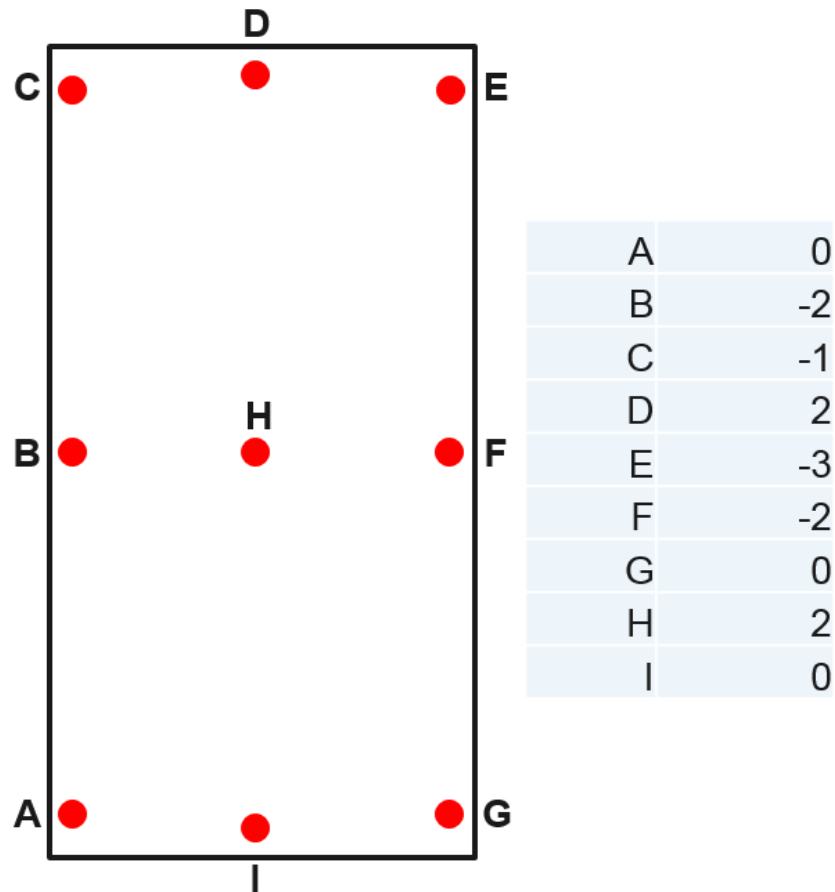
- Kytke induktiosilmukka sovituskaapeliin ja sovituskaapeli ILS vahvistimeen
- Kytke äänilähteen kaapeli ILS vahvistimeen
- Kytke 12 VDC virtalähde ILS vahvistimeen
- Säädä tietokoneen / puhelimen ja ILS vahvistimen äänenvoimakkuussäädöt n. puoleen väliin
- Avaa testiäni äänilähteellä ja laita se jatkuvalla toistolle
- Kytke kuulokkeet kentänvoimakkuusmittariin ja laita mittarin äänenvoimakkuussäätö n. puoleen väliin.

### Testaaminen

Äänilähteestä tuleva testiäni pitäisi olla kuunneltavissa korissa kentänvoimakkuusmittariin kytketyillä kuulokkeilla. On selvitettävä, onko asiakkaan vaatimuksissa määritelty mikä on ILS:n kuuntelualue (lattiapinta-ala ja korkeus). Mikäli näitä ei ole määritelty, käytetään oletuksena koko lattiapinta-alaa ja korkeutena 1,7 m lattian pinnasta. Kuvassa 13 on signaalivoimakkuuden mittapisteet sekä niiden huippulukemat.

1. Pidä mittaria aina kädessäsi niin päin että kuulokeliitintä on suoraan kattoa kohti ja mittarin asteikko on itseäsi kohti.
2. Laita mittari tilanvalintakytkimellä (meter mode) taustahälyn mittausasentoon (vihreä alue) ja tarkista, että taustahäly korin keskipisteessä 1,7 m:n korkeudella ei yllä yli -22 dB:n tasolle, koska tätä kovempi taustahäly haittaa testiänen mittaamista.
3. Laita mittari kentänvoimakkuuden mittausasentoon (valkoinen alue).
4. Käy mittarin kanssa mittauspisteissä ja havainnoi testiänen signaalivoimakkuus jokaisessa mittauspisteessä alla olevan esimerkin mukaan. Mikäli testiänenä käytetään puhetta, kuuntele ainakin kerran koko testiäni kussakin pisteessä ja

kuuntele myös onko testiäni ymmärrettävää. Alla olevaan esimerkkitapauksen taulukkoon merkityt lukemat ovat testiäänän huippulukemia kussakin mittauspisteessä (A-I):



### Mittauspisteet 1.7m korkeudella

Kuva 13. Signaalivoimakkuuden mittapisteet ja niiden huippulukemat /10/.

5. Signaalin voimakkuus tulisi olla korin keskivaiheilla voimakkain, maksimiarvo on +3 dB. Jos lukema on tätä korkeampi, säädä ILS vahvistinta pienemmälle.

Jos lukema on alle -6 dB, säädä vahvistinta kovemmalle kunnes lukema keskivaiheilla on n. +3 dB. Jos vahvistimen säätö ei riitä nostamaan signaalia vähintään +3 dB tasolle,

nosta äänilähteen äänenvoimakkuutta kunnes +3 dB taso saavutetaan.

Tarkista että signaalin voimakkuus ei mittauspisteissä ylitä +3 dB tasoa, eikä ole alempi kuin -6 db.

## 7.2 Pilotin kokemukset

Pilottimittaukset onnistuivat hyvin ja testaukseen kuluva aika on kohtuullinen: alle puoli tuntia. Induktiosilmukan mittausta ei päästy tekemään johtuen korin mallista, johon ei kuulu induktiosilmukkaa.

Omasta mielestäni pilottimittaus oli tarpeellinen ja opettava opinnäytetyötä varten. Lisäksi asentajat saivat tästä mallin, jota noudattaa jatkossa käyttöönottomittauksissa.

## 8 Jatkokehitystarpeet

Työn jatkokehityskohteet kirjattiin ja luokiteltiin, jotka toteutetaan mahdollisuuksien mukaan osana tulevaisuuden kehitystä. Seuraavaksi jatkokehityskohteita:

- Hyvän asennustavan kirjaaminen laatuohjeeksi, jota asentajat voisivat käyttää hissikoreja tehdessä. Tämä lisäisi hissien samankaltaisuutta sekä helpottaisi mittausten tekemistä.
- Induktiosilmukan testaus, joka suoritettaisiin jo hissitehtaalla. Induktiosilmukan testaus poistaisi suurimman osan asennuspaikalla havaittavista induktiosilmukka ongelmista. Jälkikäteen induktiosilmukan korjaustoimenpiteet asennuspaikalla ovat kalliita ja työläitä.
- Henkilöstön osaamisen kehittäminen käyttöönottomittauksissa, jotta asentaja osaa luotettavasti ja turvallisesti tehdä oikeat ja asianmukaiset mittaukset ilman riskitekijöitä.

- Korimittausten tekijöiksi pitää valita sähköalan ammattihenkilö, jolla on riittävä pätevyys ja tieto suorittaa mittaukset.
- Pöytäkirjoille tulee määrittää tietty paikka johon tallenteet tallennetaan, jotta niitä on helppoa tarkastella myös jälkikäteen.
- Pöytäkirjan digitalisointi on kaikista järkevin vaihtoehto. Pöytäkirjat olisi helposti saatavilla ja löytyisi nopeasti tietokoneella.

## 9 Yhteenveto

Opinnäytetyö tehtiin parantamaan Kone Industrial Oy:n sähkötyöturvallisuutta sekä hissien sähköistysten tuomiseksi samankaltaisiksi. Hissien nykyistä sähköturvallisuustilaa selvitettiin kahdella eri menetelmällä; tuplatiimitekniikalla sekä FMEA-analyysillä.


Työssä kehitettiin käyttöönottomittauspöytäkirja hisseille haastatteleamalla asentajia sekä sähkötöiden johtajaa. Silmämääräisen tarkastuksen jälkeen suoritettiin havaitut mittaukset. Tärkeimmiksi mittaushetkeiksi todettiin maadoituksen jatkuvuusmittaus sekä eristysresistanssimittaus. FMEA-analyysissä ilmeni ongelmia induktiosilmukan toiminnassa, mistä kehitettiin jatkokehitystarve. Aika ei riittänyt itse mittauksen suorittamiseen mutta asennus- sekä mittaussuunnitelma tehtiin jatkoa varten.

Koen, että sähköturvallisuustietouteni kehittyi sekä itsellä sekä yrityksellä. Työn tavoitteet saavutettiin sillä, että asentajille saatiin mittaussuunnitelma sekä luotiin käyttöönottopöytäkirjamalli.

## Lähteet

1. Kone yrityksenä. 2018. Kone Oy. Verkkoaineisto. <<https://www.kone.fi/tietoa-meista/kone-yrityksena/>> Luettu 21.4.2018
2. Pikkarainen, Antti. 2018. Diplomi Insinööri, Kone Oy, Hyvinkää, Sähköpostikeskustelu 20.1.2018.
3. Asennusmanuaali. Kone Oy. Dokumentti. 2018.
4. Kone design collection. 2018. Kone Hissit Oy. Verkkoaineisto. <[https://www.kone.fi/Images/Materiaalit%20ja%20lis%C3%A4varusteet\\_tcm36-19069.pdf](https://www.kone.fi/Images/Materiaalit%20ja%20lis%C3%A4varusteet_tcm36-19069.pdf)> Luettu 21.4.2018
5. Suomen säädöskokoelma 1433/2016 Valtioneuvoston asetus hissien turvallisuudesta.
6. SFS 6000 Pienjänniteasennukset. Osa 6: Tarkastukset. 2012. Suomen standarditoimistoliitto.
7. Ideointimenetelmiä ryhmässä tuplatiimitekniikka. 2013. Verkkoaineisto. Amk.<[http://www2.amk.fi/mater/viestinta\\_ja\\_media/ryhmatyotaidot/files/ideointimenetelmia/tuplatiimi.htm](http://www2.amk.fi/mater/viestinta_ja_media/ryhmatyotaidot/files/ideointimenetelmia/tuplatiimi.htm).> Luettu 12.1.2018
8. FMEA Vika- ja vaikutusanalyysi. 2013. Verkkoaineisto. Rammentor. <<http://www.rammentor.com/etusivu/teoria/fmea/>.> Luettu 20.2.2018
9. Fluke 1653B käyttöohje. 2010. Verkkoaineisto. Fluke Corporation. <[http://assets.fluke.com/manuals/1654b\\_\\_\\_umfin0000.pdf](http://assets.fluke.com/manuals/1654b___umfin0000.pdf).> Luettu 20.2.2018
10. Induktiosilmukan testausohje. Kone Oy. Dokumentti. 2018.

## Hissikorin FMEA analyysi

Product		Marine kori
Main Process		Korin asennus ja kalustus
Process Owner		Janne Hassel
Core Team		Aleksi Soini, Antti Pikkarainen

**STRICTLY CONFIDENTIAL****Failure Mode and Effects Analysis  
Process FMEA**

Scope of the analyses assumes that all set ups are selected according to the specification are used, maintenance is carried out according to the

Severity	10	8	4	1
Probability	8	6	2	1
Detectability	10	4		1

RISK element (Process step)	Process Functions, Features and requirements	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	Sev	Poten	Prob	Cur	Det	RPN
Maadoitus	Maadoituksen jatkuvuus kunnossa	Maadoituksen puutteet	Hissiasentaja saa sähköiskun ja henkilösuojaus ei toimi	10		2		10	200
Maadoitus	Maadoituksen jatkuvuus kunnossa	Maadoituksen puutteet	Hissin käyttäjä saa sähköiskun käsikaiteesta ja henkilösuojaus ei toimi	10		2		10	200
Maadoitus	Maadoituksen jatkuvuus kunnossa	Maadoituksen puutteet	Hissin käyttäjä saa sähköiskun seinästä ja henkilösuojaus ei toimi	10		2		10	200
Maadoitus	Maadoituksen jatkuvuus kunnossa	Maadoituksen puutteet	Hissin käyttäjä saa sähköiskun ovesta ja henkilösuojaus ei toimi	10		2		10	200
Johdotus	Johdotuksessa noudatetaan hyvää asennustapaa	Johdotus vaurioituu asennuksen aikana	Laite ei toimi	8		2		4	64
Johdotus	Johdotuksessa noudatetaan hyvää asennustapaa	Johdotus vaurioituu asennuksen aikana	Laite vioittuu	8		1		4	32
Johdotus	Johdotuksessa noudatetaan hyvää asennustapaa	Johdotus vaurioituu asennuksen aikana	Johtaviin rakenteisiin tulee jännite	10		2		4	80
Eristys / Erotus	Laitteiden ja johtojen eristystaso on riittävä	Asennuksen eristys riittämätön	Vuotovirran takia laitteet eivät toimi oikein	4		1		10	40
Eristys / Erotus	Laitteiden ja johtojen eristystaso on riittävä	Asennuksen eristys riittämätön	Johtaviin rakenteisiin tulee jännite	10		1		10	100

RISK element (Process step)	Process Functions, Features and requirements	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	S e v	P o t e n	P r o b	C u r e	D e t	R P N
Johdotus	Johdotuksessa noudatetaan hyvää asennustapaa	Johtoreiitit koreissa erilaisia	Huolto sinänsä samanlaisten korien osalta vaikeampaa	4		6		4	96
Varusteet	Korin varusteet toimivat tehtaalla	Valaisin ei toimi	Asennusaika pitenee ja kustannukset nousevat	4		2		4	32
Johdotus	Johdotuksessa noudatetaan hyvää asennustapaa	Putkittamaton johdotus ilman vedonpoistoa ja sitomista	Laitteiden toimintahäiriöiden vuoksi hissin huoltoväli lyhenee (COR)	4		2		4	32
Kiinnitykset	Kalusteiden kiinnitys tehdään olosuhteisiin sopivilla asennustarvikkeilla	Korroosioalttiissa ympäristössä käytetään tavallisia ruuveja	Kori ruostuu, kiinnikkeitä ei saada auki tai ne menevät poikki	4		6		4	96
Varusteet	Korin varusteet toimivat tehtaalla	induktio luuppi ei toimi	Signaalin vahvistus ei toimi, joudutaan korjaamaan asennuksella	4		6		10	240
Varusteet	Korin varusteet toimivat tehtaalla	hätävalo ei toimi	Hissin luovutus myöhästyy, kustannukset nousevat	8		2		1	16
Varusteet	Korin varusteet toimivat tehtaalla	Tuuletin ei toimi	Hissin luovutus myöhästyy, kustannukset nousevat	4		2		1	8

**Vian vakavuus**

<b>EFFECT</b>	<b>SEVERITY of Effect</b>	<b>Ranking</b>
<b>Hazardous</b>	Ihminen joutuu vaaratilanteeseen	<b>10</b>
<b>Critical</b>		<b>9</b>
<b>Very High</b>	Laite vaurioituu, hissi ei toimi	<b>8</b>
<b>High</b>		<b>7</b>
<b>Moderate</b>		<b>6</b>
<b>Low</b>		<b>5</b>
<b>Very Low</b>	Huolto hankaloituu ja huoltoväli tihenee	<b>4</b>
<b>Minor</b>		<b>3</b>
<b>Very Minor</b>		<b>2</b>
<b>None</b>	Ei merkittävää vaikutusta	<b>1</b>

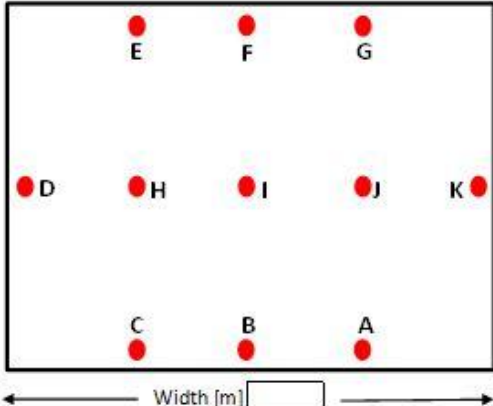
## Vian todennäköisyys

PROBABILITY	PROBABILITY of failure	Ranking
Very High: Persistent failures	Vika ilmenee käytännössä aina	10
		9
High: Frequent failures	Vika ilmenee toistuvasti	8
		7
Moderate: Occasional failures	Vika ilmenee satunnaisesti	6
		5
Low: Relatively few failures	Vika ilmenee harvoin	4
		3
Remote: Failure is unlikely	Vika esiintyy epätodennäköisesti	2
		1

**Vian havaittavuus**

<b>DETECTION</b>	<b>DETECTION OF PROBLEM</b>	<b>Ranking</b>
Absolute Uncertainty	Ei havaittavissa ilman asiantuntevaa mittausta	10
Very Remote		9
Remote		8
Very Low		7
Low		6
Moderate		5
Moderately High	Osaava henkilö havaitsee vian ilman mittausta	4
High		3
Very High		2
Almost Certain	Maallikon helposti havaittavissa aistinvaraisesti	1

## Induktiosilmukan pöytäkirja

<b>KONE</b>		Verification of Conformity Audio Frequency Induction Loop System (AFILS) according to IEC 60118-4 2014																															
1 Location	Country ..... Address ..... Postal code .....	Customer	Building ..... Lift number .....																														
2 Determine height for hearing aid		<input type="checkbox"/> 1.2 meter	<input type="checkbox"/> 1.7 meter																														
Note: normally 1.7m is enough. If 1.2m is also needed, fill in a new template for those measurements.																																	
3 Check the loop resistance		.....	Requirement $\leq 1.5 \Omega$																														
4 Elevator floorplan and measuring points																																	
↑ Depth [m] □ ↓			Measurement points: A, C, E, G: -45cm from car wall corner -20cm from car wall inwards B, F: -Center line of the car width -20cm from car wall inwards D, H, I, J, K: -At the center line of the car floor -D, K at 20cm from wall -H, J in line with C and A -I at the center of the car.																														
Door(s) at point(s): .....		COP(s) at point(s): .....																															
5 Maximum background noise at point. AFILS off and other equipments in normal operation mode. IEC 60118-4 chapter 7.1		..... >= -22dB fail >= -32dB Notification																															
6 Magnetic field strenght. AFILS on. IEC 60118-4 chapter 8.2 & 8.4		[dB]																															
Initial	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;">A</td><td style="width: 10%;">B</td><td style="width: 10%;">C</td><td style="width: 10%;">D</td><td style="width: 10%;">E</td><td style="width: 10%;">F</td><td style="width: 10%;">G</td><td style="width: 10%;">H</td><td style="width: 10%;">I</td><td style="width: 10%;">J</td><td style="width: 10%;">K</td> </tr> <tr> <td>Final</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>											A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Final										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K																							
Final																																	
7 AFILS system verification with actual speech. IEC 60118-4 clause 10		[dB]																															
8 Notes		..... ..... .....																															
Date		Signature																															
.....		.....																															
		Name in print																															
		.....																															

## Asennuspaikan maadoituksenjatkuvuusmittausohje

### Test points:

1. MAP - Drive\*
2. MAP - SEP
3. MAP - Braking resistor\*
4. MAP- Car top box
5. MAP - Emergency Battery Drive
6. MAP- ECB-1 single line\*  
ReGenerative unit
7. Drive - Machine\*
8. Car top box - Car door operator
9. Car top box - Car shell
10. Car top box - Car fan
11. Car top box - Car light
12. Car top box - Any optional device
13. Car top box - Landing door top track
14. Car top box - Landing door frame
15. Car top box - shaft network module, if any

\* = Disconnect cable shield from drive while measuring. Check that the cable shields are not contacted with the drive module.

**REMEMBER TO RECONNECT!**

R = Earth continuity meter

