

Lassi Viljanen

TYÖOHJE SÄHKÖSUUNNITTELUUN JA ASENNUKSIIN

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2014

# TYÖOHJE SÄHKÖSUUNNITTELUUN JA ASENNUKSIIN

Viljanen, Lassi  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
22.04.2014  
Ohjaaja: Tuomela, Jorma  
Sivumäärä: 30  
Liitteitä: 1

Asiasanat: laatu, asennus, mittaus

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda sähkötyöohje Jomet Oy:n alati vaihtuvien aliurakoitsijoiden, henkilöstön ja suunnittelijoiden käyttöön. Ohjeen tarkoitus on säilyttää pakkauskoneiden laatu sähköteknisesti sekä asennuksien yhdenmukaisuus koneen tyypistä ja tekijästä huolimatta. Työohjeella varmistettiin lisäksi käytettävien asennustapojen standardinmukaisuus.

Työohje tehtiin Jomet Oy:n tiloissa, joka mahdollisti asennusvaiheiden seuraamisen reaaliaikaisesti.

Ohjeessa on muutettu joitakin huonoiksi todettuja tapoja noudattamaan asennettaville komponenteille annettuja määräyksiä, mutta suurimmaksi osaksi ohjeessa on koottu käytettyjä tapoja siirrettäväksi uusille työntekijöille.

# THE WORKMANUAL FOR ELECTRICAL PLANNINGS AND INSTALLATIONS

Viljanen, Lassi  
Satakunta University of Applied Sciences  
Electrical Engineering  
May 2014  
Supervisor: Tuomela, Jorma  
Number of pages: 30  
Appendices: 1

Keywords: quality, installation, measurements

---

The purpose of this thesis was to create a manual for the electrical works made in Jomet Oy. The manual helps the work of Jomet Oy's constantly changing subcontractors, personnel and designers. The meaning of the manual is to maintain the electrical engineering quality and installation consistency of the packaging machines regardless of the type of the machine and the maker. The manual also helped to standardize the installations.

The manual was done in the facilities of the Jomet Oy, which allowed following the installation steps in real time.

Some of the poor methods were improved via the manual so that the installed components obey the given regulations. The ultimate purpose of the instruction was to make possible to transfer information for the new employees of the Jomet Oy.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
3	JOMET OY .....	7
	3.1 Jomet Oy yrityksenä .....	7
	3.2 Valmistettavat tuotteet .....	8
4	LAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	10
	4.1 Laatu käsitteenä .....	10
	4.2 Suunnittelu .....	11
	4.3 Laadunvarmistus .....	13
	4.4 Työskentelytavat ja niiden parantaminen .....	14
5	TÄRKEITÄ HUOMIOITA SÄHKÖASENNUKSISTA .....	15
	5.1 Kaapelointi.....	15
	5.1.1 Kaapelointi yleisesti .....	15
	5.1.2 Moottorikaapelointi.....	16
	5.1.3 Anturikaapelointi.....	17
	5.1.4 Kaapelointireitit.....	17
	5.2 Moottoriasennukset.....	17
	5.2.1 Moottoriasennukset yleisesti .....	17
	5.2.2 Turvakytkimet .....	18
	5.3 Sähkökeskukset.....	18
	5.4 Maadoitukset.....	18
	5.5 Merkintä19	
6	MITTAUKSET .....	20
	6.1 Eristysvastusmittaus.....	20
	6.2 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus.....	22
	6.3 Oikosulkuvirtamittaus.....	23
	6.4 Kiertosuuntamittaus .....	24
7	TARKASTUKSET.....	24
	7.1 Käyttöönottotarkastus .....	24
	7.2 Varmennustarkastus .....	25
	7.3 Määräaikaistarkastus.....	26
8	SÄHKÖTYÖOHJEEN LAADINTA .....	26
	8.1 Suunnittelu .....	26
	8.2 Käytettyjen työtapojen tutkiminen.....	27
	8.3 Sähkötyöohjeen kirjoittaminen .....	27
	8.4 Toimintatapojen kehittäminen .....	27

9 TULOKSET .....	28
10 YHTEENVETO .....	29
LÄHTEET .....	30
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on työohjeen luominen sähkösuunnittelijoiden ja asentajien avuksi Jomet Oy nimiseen yritykseen, joka valmistaa automatisoituja tuotteiden pakkauskoneita. Lisäksi tavoitteena oli, että ohjeen avulla voidaan perehdyttää uudet työntekijät nopeasti yrityksen toimintatapoihin ja ohjeeseen on korjattu tuotannossa ennen työn aloittamista sekä työn aikana havaittuja ongelmakohtia. Aihealue rajattiin koskemaan pelkästään 230V osia ja joitakin tärkeitä pienjännitekomponentteja.

Aiheen sain tuttavani kautta, joka työskentelee kyseisen yrityksen tuotannossa. Aihealue kiinnosti heti, koska en ole ollut paljon tekemisissä tämänkaltaisten asennusten ja komponenttien kanssa. Työn aikana kuitenkin kävi ilmi, että vaikka koneet ovat teknisesti monimutkaisia niin asennustavat ja standardit ovat lähes samoja verrattuna esimerkiksi sisäjohtoasennuksiin teollisuushallissa, toki komponenttien ollessa erilaisia.

Tämän opinnäytetyön raportissa on kerrottu laadusta, jota pyrittiin ohjeen avulla parantamaan. Lisäksi työssä on käyty tarkastuksia läpi ja mitä asioita niihin sisältyy. Mittauksista kerrotaan suoritustekniikat, tarvittavat välineet sekä ohjearvoja joista on suuri hyöty mittauksia suorittaessa varsinkin kun niitä tehdään ensimmäistä kertaa. Raportissa on myös kerrottu joitakin huomioita liittyen sähköasennuksiin lähinnä siitä syystä, että lukija pystyy hahmottamaan itse yritykselle jääneen työn sisältöä.

Työ jäi ainoastaan Jomet Oy:n käyttöön lähinnä siitä syystä, että se sisältää paljon kuvia yrityksen valmistamista laitteista ja osista.

### 3 JOMET OY

#### 3.1 Jomet Oy yrityksenä

Jomet Oy on Kanta-Hämeessä, Jokioisilla, toimiva pakkausautomaatioon keskittyvä yritys. Jometissa työskentelee 40 ihmistä, joista 11 työskentelee koneiden suunnittelussa. Voidaankin siis sanoa, että Jomet Oy panostaa tuotekehittelyyn ja -suunnitteluun melko isolla kapasiteetilla. (Jomet Oy:n www-sivut 2014.)

Yrityksen toimintatapojen, toimitusvarmuuden ja laitteiden innovatiivisuuden takia Jomet Oy palkittiin Innosuomi 09 –palkinnolla, itse presidentin myöntämänä. Jomet Oy:n teeseihin kuuluu innovaatio, joustavuus ja tuottavuus, joten ei ole ihme, että yritys toivoi opinnäytetyön aihepiirin keskittyvän juuri laadunvarmistukseen ja laitteiden parantamiseen. (Jomet Oy:n www-sivut 2014.)

Vuonna 2013 Jomet Oy:n liikevaihto oli noin 5 miljoonaa euroa, ja yritys tekee parhaansa sen kasvattamiseksi tällä hetkellä vallitsevassa haastavassa markkinatilanteessa. Jomet Oy:n laitteita viedään ympäri maailman, useaan eri maahan ja juuri Venäjän ja Baltian maiden kasvukehitys luo Jometille uusia mahdollisuuksia sekä tuo yhteistyökumppaneita, joiden merkitys yhtiössä on todella tärkeää.

Kilpailu alalla on kovaa, minkä vuoksi Jomet Oy vastaa kilpailuun patentoidulla laadulla, omalla huoltoyksiköllä, toimitusvarmuudellaan sekä -nopeudellaan. Asiakkaiden tarpeisiin yksilöidyt pakkauskoneet luovat asiakkaalle lisäarvoa.

### 3.2 Valmistettavat tuotteet

Jomet Oy valmistaa koneita asiakkailleen tilaustyönä, muokaten koneet heidän toiveidensa mukaiseksi niin räätälöimällä uusia kuin muokaten ja hyödyntäen vanhoja hyväksi todettuja malleja.

Jometissa valmistetaan pakkauskoneita elintarvike- ja hygienieollisuudelle [Kuva 1], elektroniikkateollisuudelle [Kuva 2], paperiteollisuudelle, erikoisratkaisuja ja lisäksi valmiin pakkauksen lavaajia [Kuva 3]. Koneisiin kuuluu lisäksi yleensä myös kuljettimia, joilla hoidetaan tuotteen kulkeminen pakkaamisen aikana prosessista toiseen. Lisää Jomet Oy:n toiminnasta voi käydä lukemassa [www.Jomet.fi](http://www.Jomet.fi) - verkkosivuilta. (Jomet Oy:n www-sivut 2014.)

Alla olevissa kuvissa [1,2,3,4] on esimerkkejä Jomet Oy:n koneista ja ratkaisuisista.



KUVA 1: Dispack pakkauskone, jota räätälöimällä voidaan pakata monenlaisia tuotteita (Jomet Oy:n www-sivut 2014).

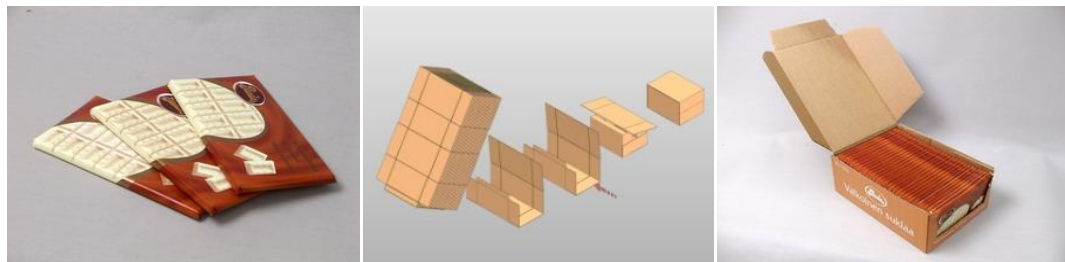




KUVA 2: Enpack, kirjekuorien pakkaus kone (Jomet Oy:n www-sivut 2014).



KUVA 3: Minipal LP200 lavaaja (Jomet Oy:n www-sivut 2014).



KUVA 4: Esimerkki suklaalevyn pakkaamisesta pahvilaatikkoon (Jomet Oy:n www-sivut 2014).

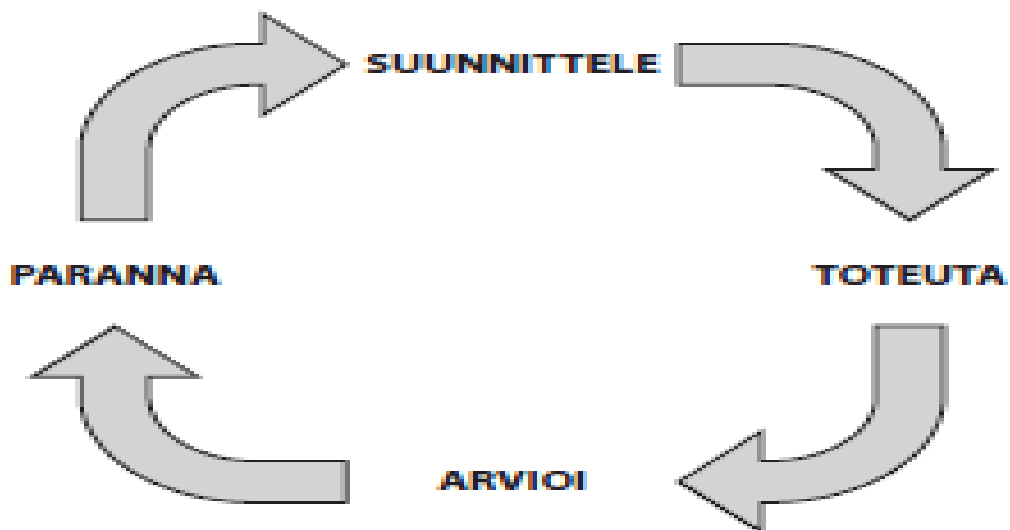
## 4 LAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

### 4.1 Laatu käsitteenä

Laatu käsitteenä on kovin monimuotoinen. Laatua voi olla tuotteen-, palvelun- tai toiminnan laatu. Laatu toimii yritysmaailmassa yrityksen kilpailukyknä muita yrityksiä vastaan. Eli jos kaksi yritystä tekee samaa tuotetta voi toinen yritys hyvällä tuotteen laadulla varmistaa itselleen markkinajohtajan paikan. Laatua on sekä valmistuksen-, suunnittelun-, ympäristökeskeisyyden- ja asiakkaan havaitsema laatu.

Jos tuote on laadukas, se kertoo yrityksestä paljon. Tuotteen laatu kertoo, että tuote on hyvin suunniteltu ja valmistettu. Asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu tarkoittaa toteutunutta laatua asiakkaan odotuksiin nähden. Kun tämä asia on kunnossa saattaa kyseinen asiakas tilata tuotteita samalta valmistajalta toistekin.

Laadulla varmistetaan asiakastyytyväisyys, tuotteen toimivuus sekä se kuvaa yrityksen toimintatapoja oikeiksi. Laatua mitataan nykyään monilla laatujärjestelmillä. Yksi näistä järjestelmistä on ISO 9000-standardi, jonka saadessaan voi yritys kyseisen standardisarjan tunnuksilla kertoa asiakkailleen helposti yrityksen oikeanlaisista toimintatavoista. (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 7.)



KUVA 5: Laatuympyrä (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 8).

#### 4.2 Suunnittelu

”Rakennustuotannon päämääränä on toteuttaa hanke sopimusasiakirjojen mukaisesti. Rakennustuotannon laadulla tarkoitetaan

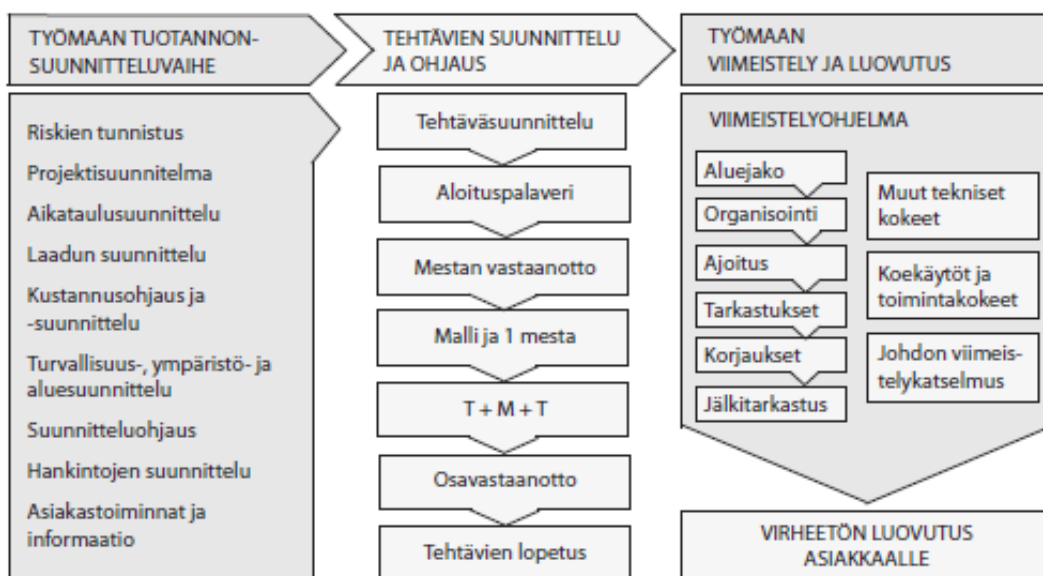
- aikataulu- ja kustannustavoitteiden saavuttamista
- työn turvallisuutta ja suunnitelmien mukaisuutta sekä
- lopputuotteen sopimuksen mukaisuutta mittatarkkuuden, pintojen laadun, ulkonäön toiminnallisuuden osalta” (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 13).

”Onnistuneella tuotantosuunnittelulla varmistetaan hankkeelle asetettujen tavoitteiden ja vaatimusten saavuttaminen.” Suunnittelu jakautuu yritys ja hanketason suunnitteluun. Suunnittelu tehdään neljässä vaiheessa: tarjousvaiheessa, työn aloitusvaiheessa, ennen tehtävän alkamista ja ongelmien ratkaisussa työn aikana. (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 13.)

”Tuotantosuunnittelun käynnistyessä suunnitelmat käydään läpi rakennettavuuden näkökulmasta ja suunnitelmia tarkennetaan.” Olosuhteita ja toimintaa ohjataan sellaiseksi, ettei poikkeamia tai häiriöitä synny. Ongelmia vältetään etsimällä vaihtoehtoisia keinoja. Takuu laadunvarmistuksesta ja työn ohjauksesta suunnitellaan siten, että mahdolliset ongelmat havaitaan ajoissa. (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 13.)

Suunnitteluun kuuluu ajallisen suunnittelun lisäksi ”työmaa-alueen käyttö, hankinnat, työmaalogistiikka, tuotantomenetelmien valinta, aikataulujen, kustannusten ja resurs-sien suunnittelu, suunnittelun ohjaus sekä työ- ja ympäristöturvallisuus”. Suunnitel-mien ristiriitaisuus tarkistetaan mahdollisten ongelmien välttämiseksi. (Rakennustöi-den laatu 2014 2014, 13.)

Työ ja ympäristöturvallisuus ovat myös hyvän suunnittelun tulosta. Hyvällä organi-soinnilla ja suunnittelulla työvaiheet ja työolosuhteet saadaan hyviksi jotta työmaalla on turvallista työskennellä. Myös tuotteen luovutusvaiheessa on lukuisia asioita, joita suunnittelemalla niiden sisältö ja asiakeskeisyys saadaan hyviksi, näistä esimerkkei-nä dokumentointi ja laitteen käytön opastus. (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 13.)

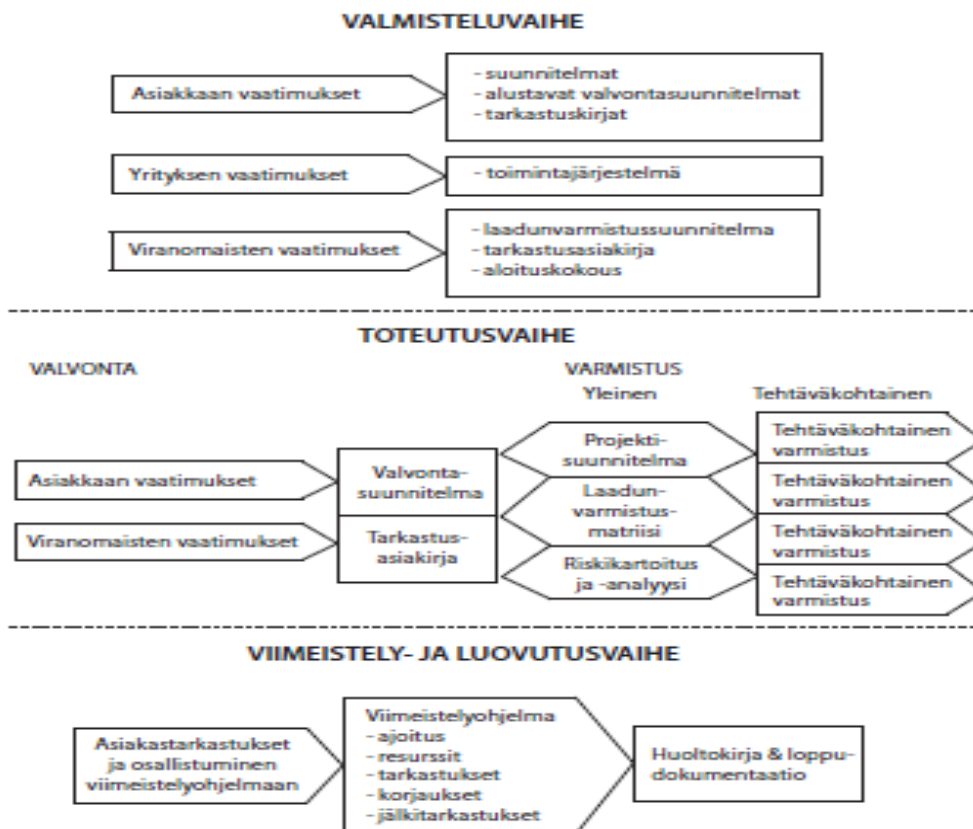


KUVA 6: Tuotannosuunnittelu (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 13).

### 4.3 Laadunvarmistus

Laadunvarmistustoimilla varmistetaan, että tuote vastaa sopimuksissa olevaa laatua. Laadunvarmistuksen toimet laaditaan työn aloituspalaverissa ja niiden toteutuksesta vastaa siihen nimetty esimies. Aloituskokouksessa otetaan laadunvarmistuksen osalta huomioon työn vaatimukset, sopimusten vaatimukset sekä riskianalyysin tulokset. Tällä varmistetaan laadunohjaamisen ja todennuksen toteutuus projektissa.

Projektista pidetään vastaanottokatselmus, jossa käydään yhdessä tilaajan kanssa läpi projektin suunnitelmien mukaisuus ja valmiusaste. Jos virheitä havaitaan, ne kirjataan ylös ja korjataan ennen kohteen luovuttamista. Tärkein asia laadunvarmistuksessa on, että laadusta vastaava henkilö pitää työntekijät ajan tasalla kohteen vaatimuksista ja valvoo, että työt tehdään sovitulla tavalla ja aikataulussa. Työstä vastaavat henkilöt pitävät huolta, että mittauksen (ja muiden toimien, jotka auttavat laadunvarmistuksessa) tulokset dokumentoidaan ja ne arkistoidaan, sekä toimitetaan tilaajalle. (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 18.)

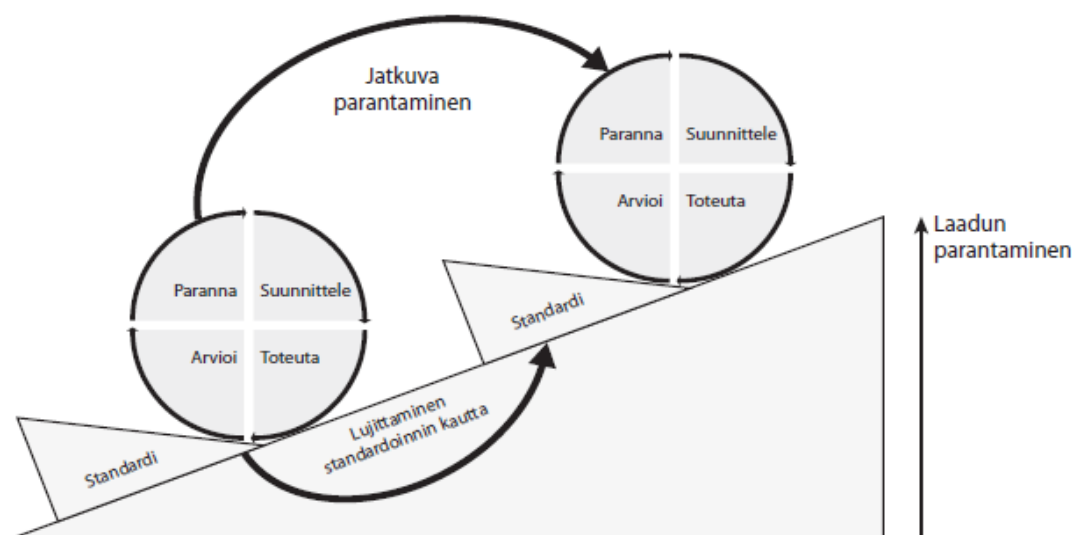


KUVA 7: Rakennushankkeen vaiheet (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 12).

#### 4.4 Työskentelytavat ja niiden parantaminen

Tuotannon puolella laatu näkyy siinä, että työ tehdään sovitussa aikataulussa, kustannustavoitteessa, turvallisesti sekä hyviä asennustapoja noudattaen. Työntekijät pitävät huolta että työskentelytavat, materiaalit ja olosuhteet vastaavat työlle asetettuja vaatimuksia ja että lopputuloksesta tulee sekä visuaalisesti että toiminnallisesti sopimustenmukainen.”Lisä- ja muutostöiden hallinta on myös tärkeä osa asiakkaan kokemaa laatua” (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 11).

Hyvä työntekijä yrittää kehittää toimintatapojansa lähestulkoon joka päivä. Tämä auttaa työntekijää tekemään työt jopa ennen sovittuja aikatauluja sekä mahdollisesti parantamaan ainakin joiltain osin tuotteen fyysisiä ominaisuuksia sekä visuaalista ilmettä. Yrityksen logistisissa asioissa, työvaiheiden järjestelyssä, työtapojen uudelleen organisoinnissa, materiaalien hankinnassa ja säilytyksessä löytyy parannettavaa lähestulkoon aina. Jos joku ehdottaa joskus hyväksi todetun työtavan muuttamista vielä paremmaksi, ei ajatusta kannata ensimmäisenä tyrmätä vaan asiaa voidaan miettiä ja mietinnän tuloksena ehkä toteuttaa ehdotus käytännössä.



KUVA 8: Jatkuva laadun parantaminen (Rakennustöiden laatu 2014 2014, 9).

## 5 TÄRKEITÄ HUOMIOITA SÄHKÖASENNUKSISTA

### 5.1 Kaapelointi

#### 5.1.1 Kaapelointi yleisesti

Kaapelointi täytyy hoitaa niin, että kaapelit kulkevat koko matkan toisiinsa nähden järjestyksessä, kaapelit eivät ole päällekkäin ja risteilevät toistensa kanssa vain välttämättömän määrän. Lisäksi on huolehdittava, että kaapelit eivät ole vasten teräviä reunoja. Mikäli terävän reunan ylitystä ei voi välttää, pitää terävä reuna suojata.

Sähkökaapelit kiinnitetään johtoteihin käyttämällä ympäristön vaikutuksilta suojattuja kiinnikkeitä (nippuside). Mikäli kaapeleita asennetaan rinnakkain, olisi hyvä käyttää johtoteihin tarkoitettuja rinnakkaiskiinnikkeitä. Myös kaapeleiden hankautuminen toisiinsa asennusvaiheessa sekä käyttövaiheessa pitää estää. Sopivan ratkaisun keksii sähköasennuksen tehnyt henkilö (ST- Käsikirja 34 2009, 49).

Sähkökaapelit ja parikaapelit tulisi kuljettaa hyllyillä ja kouruissa erillä toisistaan, tiedonsiirtokaapeleiden ja anturikaapeleiden häiriösignaalien välttämiseksi. Jos kaapeleita on paljon, olisi hyvä rakentaa tiedonsiirtokaapeleille ja sähkökaapeleille omat johtotiet. Taulukossa [1] on kerrottu eri kategorian kaapeleiden vähimmäisetäisyydet toisiinsa nähden (ST- Käsikirja 34 2009, 50).

TAULUKKO 1: Taulukko sähkö ja parikaapeleiden etäisyyksistä toisiinsa (ST- Käsikirja 34 2009, 51).

Parikaapelin tyyppi	Ei suojarakenteita	Pari- tai sähkökaapelit asennettuina metalliseen johtotiehen		
		Avoin johtotie (yli 20 % aukkoja)	Suljettu johtotie (yli 20 % aukkoja)	Umpinainen johtotie
Kategoria 7, 7A S/FTP	55 mm	35 mm	28 mm	0 mm
Kategoria 5, 6, 6A F/UTP, S/FTP	80 mm	50 mm	40 mm	0 mm
Kategoria 5, 6, 6A U/UTP	100 mm	80 mm	50 mm	0 mm

### 5.1.2 Moottorikaapelointi

Pakkauskoneiden kaltaisten laitteiden moottorikaapeloinnissa on tärkeää, että moottorit kaapeloidaan aina EMC- suojuilla johdoilla. Koneissa oleva automaatiojärjestelmä saattaa häiriintyä ja toimia virheellisesti jos moottori kaapeloidaan virheellisesti normaalieristetyllä kaapelilla. Taajuusmuuttaja käytetyissä moottoreissa jännitepiikkien poistamiseksi voidaan käyttää syöttöjohtoon asennettua suodinta.

Jo suunnitteluvaiheessa suunnitelman tekijän tulee ottaa huomioon, että standardin SFS 6000-4-44 luvussa 444 määritellyt standardit täyttyvät EMC- järjestelmää suunniteltaessa sekä sähkölaitteistoa asentaessa (ST 51.02 2011, 2).



### 5.1.3 Anturikaapelointi

Anturikaapelointia säätelevät pitkälti samat standardit kuin pienoisjännitekaapelointia. Anturikaapeloinnissa tärkeimpiä tekijöitä ovat juuri etäisyys sähkökaapeleihin, kaapeleiden oikeanlainen kiinnitys ja pahoissa paikoissa olevien antureiden ynnä muiden johdotus turvallisesti.

### 5.1.4 Kaapelointireitit

Kaapelihyllyjen, johtokourujen, lankahyllyjen ja energiansiirtoketjujen suunnittelu on hyvä aloittaa jo hyvissä ajoin ennen laitteiston rakentamista. Tällä tavoin vältetään hyllyjen sijoittuminen sellaisiin paikkoihin, joihin on vaikea päästä. Hyllyt tulee kiinnittää tukevasti runkorakenteisiin ja niiden pitää olla sellaisia, että niissä kulkevat kaapelit eivät vahingoitu.

Energiansiirtoketjuissa tärkeimpiä asioita ketjun ehjänä pysymisen kannalta on ketjun oikeanlainen tukeminen ja se, ettei kunkin ketjutyyppin enimmäiskaapelimäärä ylitä. Energiansiirtoketjuille asetetut vaatimukset löytyvät kunkin ketjuvalmistajan nettisivuilta.

## 5.2 Moottoriasennukset

### 5.2.1 Moottoriasennukset yleisesti

Moottoriasennuksissa tärkeimpiä asioita ovat moottorin tukeva kiinnitys ja se, että moottori on kytketty oikein. Moottoreita kytkettäessä ja muissakin asennuksissa on tärkeää huomioida, että suojajohdin (Pe) on jätetty pisimmäksi johtimeksi moottorikotelossa. Jos moottorin syöttökaapeliin tulee vetoa ja johtimet kytkentäkotelon sisällä irtoavat, jää suojajohdin viimeisenä johtimena kiinni.

### 5.2.2 Turvakytkimet

Turvakytkimiä käytetään moottoriasennuksissa syötön erottimina esim. huoltotoimenpiteitä varten. Turvakytkimet tulee asentaa mahdollisimman lähelle moottoria, jonka syötön turvakytkin katkaisee. Lisäksi sekaannuksien estämiseksi turvakytkimessä tulee olla selkeä merkintä, minkä moottorin syötön turvakytkin katkaisee.

### 5.3 Sähkökeskukset

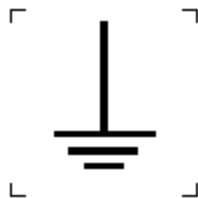
Keskusasennuksissa yksi tärkeimmistä asioista on asennusten siisteys. Siististi ja hyvin kasattu keskus tekee sen huollettavuudesta ja käytettävyydestä huomattavasti helpompaa. Keskuksia kasatessa kannattaa siis kiinnittää erityishuomiota tähän asiaan. Kun keskusta aletaan kasata, tulee asentajalla olla käytössään layout naamakuva keskuksesta. Tämä tekee keskuksen komponenttien sijoittelusta huomattavasti helpompaa ja työ etenee nopeammin, kun ei tarvitse miettiä sijoituspaikkaa komponenteille. Jos tätä kuvaa ei ole, pitää asentajan itse miettiä hyvä järjestys jolla erikokoiset johtimet saadaan kuljetettua nätisti johtokouruissa keskuksen sisällä.

Komponentit ja Din- kiskot pitää kiinnittää keskuksen pohjalevyyn tukevasti läpipulteilla. Johtoläpiviennit tulee myös suunnitella huolella, jotta keskuksesta ulos tulevat kaapelit eivät mene ristiin keskenään ja näin ollen aiheuta häiriöitä väyläkaapeleissa. Lisäksi asentajalla tulee olla käytössään johtokaavio, millä asentamisesta tehdään nopeampaa ja vältetään ylimääräisiä virheitä.

### 5.4 Maadoitukset

Maadoitus on tärkeä osa sähkölaitteistoa. Maadoitusta on kahta lajia; suojamaadoitusta ja toiminnallista maadoitusta. Suojamaadoitus laukaisee sulakkeen, mikäli esim. laiterunkoon pääsee sähköä. Toiminnallisen maadoituksen tehtävä on ehkäistä eristysvikoja ja sähkömagneettisia häiriöitä. Sähkölaitteiston jokainen osa jolla on mahdollisuus tulla jännitteiseksi pitää maadoittaa. Ohjeet laitteistokohtaiseen maadoitukseen selviää maadoituskaaviosta joka on yksi osa sähkösuunnitelmia. Ohjeita toiminnallisen maadoituksen toteuttamiseen löytyy SFS-standardisarjan kirjoista.

Suojamaadoitusjohtimen kiinnityspisteisiin ei saa kiinnittää muita komponentteja kuin maadoitusjohtimia. Maadoituspisteet täytyy merkitä standardinmukaisella tunnukseksi [9] tai kirjaimella PE (SFS- käsikirja 135-1 2012, 138).



KUVA 9: Maadoituspisteen tunnus (Seskon www-sivut).

### 5.5 Merkintä

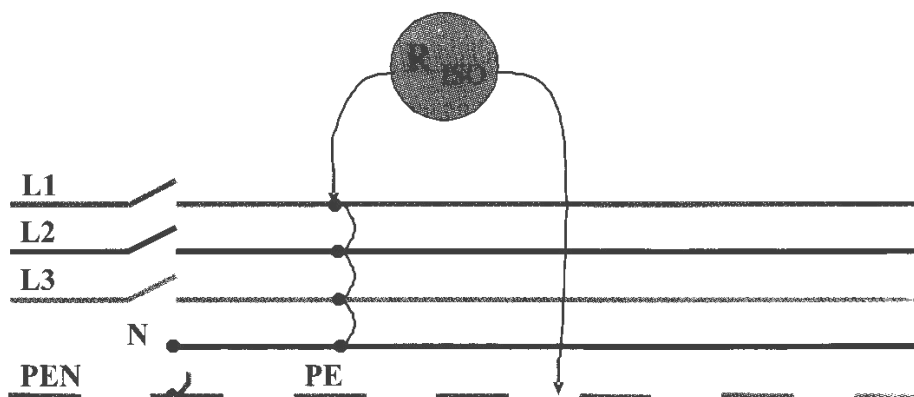
Sähköasennusten merkintä on tärkeässä osassa sähkölaitteistoa varsinkin huolto ja kunnossapitotoimien aikana. Erillisten laitteiden paikantaminen ja virtapiirien tutkiminen helpottuu huomattavasti, kun komponentit ovat merkitty kuvien mukaisilla tunnuksilla. Yleensä laitteiden merkintä tehdään tarrakoneella tehdyllä tarralla. Tämä ei aina ole mahdollista esim. pienillä johtimilla jolloin käytetään asiaankuuluvia merkintätapoja. Laitteeseen merkitään sitä kuvissa vastaava tunnus ja johtimet merkitään omalla tunnuksellaan kummastakin päästä.

## 6 MITTAUKSET

### 6.1 Eristysvastusmittaus

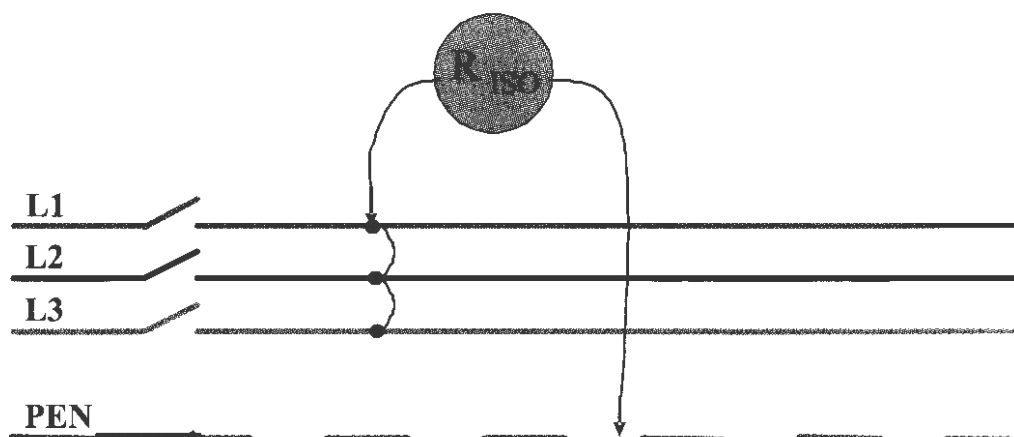
Eristysresistanssimittauksella varmistetaan, että jännitteisten osien ja maajohtimien välillä ei tapahdu läpilyöntiä. Toisin sanoen eristysresistanssimittauksella varmistetaan sähkölaitteiston maan (Pe) ja nollan(N)/vaiheiden välisten eristyksien kunto ja toimivuus. Kun mittaus suoritetaan kalibroidulla ja kuntotarkastetulla mittarilla, mikä on tarkoitettu eristysresistanssimittaukseen, tulee tuloksen olla 230/400V järjestelmässä mittausjännitteen ollessa 500v vähintään  $1M\Omega$ .

Nollajohdin (N) ja maajohdin (Pe) pitää erottaa mittauksen ajaksi toisistaan. Myös herkäät laitteet tulee erottaa piiristä mittauksen ajaksi ja mitata herkiltä laitteilta eteenpäin menevät piirit erikseen tai ohittaa laitteet väliaikaisella kytkennällä. Ohittamisella saavutetaan se etu, että voidaan mitata koko piiri kerralla esimerkiksi pääsulakkeilta. Jos verkkoyhtiön kulutusmittari on ennen pääsulakkeita, pitää eristysvastus mitata pääkytkimeltä. Kun piirissä on herkkiä laitteita, voidaan eristysvastus mitata käyttämällä TN-S järjestelmän menetelmää, jossa vaihejohtimet ja nollajohdin laitetaan mittauksen ajaksi yhteen. Tällä estetään vahingollisen potentiaalieron muodostuminen vaihejohtimien ja nollajohtimen välille. Laittevalmistajat eivät kuitenkaan anna takuita tälle, joten käytettävän mittausmenetelmän voi kysyä laitevalmistajalta tapauskohtaisesti.(D1-2009 2009, 327.)



KUVA 10: Mittaus TN-S järjestelmässä (D1-2009 2009, 328).

Mittaus suoritetaan mitattavasta laitteistosta riippuen yleensä niin, että koko sähköjärjestelmä mitataan kerralla. Ensin pitää varmistua siitä, että mitattava piiri on jännitteetön. Mittarin toinen pihti laitetaan kiinni maajohtoon ja toinen pihti vuorotellen jokaista muuta johdinta vasten (L1, L2, L3, N). Laite lähettää johtoihin 500V jännitettä. Jos tulos on alle  $1M\Omega$ , ovat mitattavat johdot joko yhdessä jostain tai jonkin komponentin eristys päästää liikaa sähköä lävitseen. Jos mittauksessa ilmenee liian alhainen eristysresistanssin taso, kannattaa vianetsintä aloittaa irrottamalla piiristä kaikki kulutuspäässä olevat laitteet. Jos tämänkään jälkeen ei tule hyväksyttyä tulosta, täytyy piirejä erottaa järjestelmästä yksi kerrallaan. Vian löydyttyä tulee paikannettu piiri käydä läpi ja vika korjata. (D1-2009 2009, 328.)

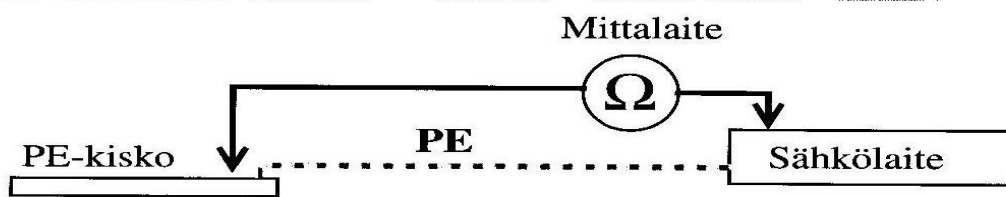


KUVA 11: Mittaus TN-C järjestelmässä (D1-2009 2009, 328).

## 6.2 Suojajohtimen jatkuvuusmittaus

Sähkölaitteiston jokainen maapiste tulee mitata suojajohtimen kiinnityksen ja jatkuvuuden varmistamiseksi. Mittaus aloitetaan kalibroimalla mittalaite mittajohtimien vastuksen kompensoimiseksi. ”Mittarin näytössä pitää lukea  $0.00\Omega$  kun mittaus aloitetaan. Mittausjännite on 4-24V tasa- tai vaihtojännitteellä ja minimimittausvirta 200 mA.”

Mittaus suoritetaan mittaamalla keskuksen Pe -kiskosta jokaiseen maadoitettuun sähkölaitteiston osaan, myös keskusten väliset johtimet mitataan. Jos mitattavat matkat tulevat liian pitkiksi mittajohtimille, voidaan mittaus suorittaa mittaamalla pistorasaketjun ensimmäinen rasia jonka jälkeen mittausjohdin voidaan siirtää keskukselta mitatun pistorasian Pe -liittimeen. Mittaustuloksen tulee olla enintään noin  $1\Omega$ . (D1-2009 2009, 325-326.)



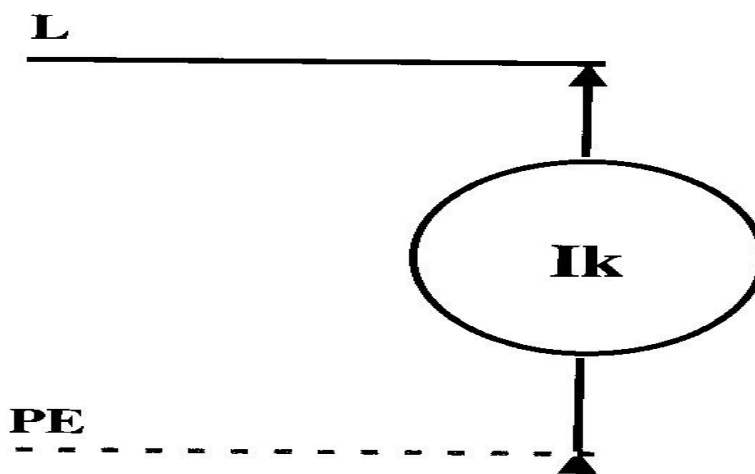
KUVA 12: Suojajohtimien jatkuvuuden mittaus (D1-2009 2009, 326).

### 6.3 Oikosulkuvirtamittaus

Vikasuojauksessa on kaksi pääasiaa jotka täyttäessään myös vaatimukset täyttyvät.

1. Vian aiheuttama suuri kosketusjännite kytkeytyy pois automaattisesti
2. Jännite rajoitetaan niin pieneksi, ettei siitä ole haittaa.

Vikavirtapiirin impedanssin arvon laskeminen ennen töiden aloittamista on tärkeää, koska jälkikäteen liian pienien arvojen korjaaminen sallitulle tasolle voi olla kallista. Suunnittelija laskee impedanssiarvon ja varmistaa, että johtimien poikkipinnat ovat riittävän suuria. Jos tätä ei ole tehty, voidaan piiristä mitata silmukkavastus tai oikosulkuvirta. Silmukkavastus mitataan silmukkavastusmittarilla kauimmaisesta ryhmäjohdosta. Oikosulkuvirta mitataan sulakkeilta, jolloin varmistetaan oikosulkuvirran riittävyys laukaisemaan suojalaitteet vaaditussa ajassa. Kunkin sulakekoon ja tyyppin vaaditut arvot löydät D1-2009 kirjan taulukoista 41.4 ja 41.5. (D1-2009 2009, 332.)



KUVA 13: Oikosulkuvirranmittaus (D1-2009 2009, 332).

## 6.4 Kiertosuuntamittaus

Kiertosuuntamittauksella varmistetaan, että sähkölaitteiston vaihejärjestys on oikea. Tällä varmistetaan pyörivien laitteiden kuten vesipumppujen pyöriminen oikein päin. Tällä hetkellä oikea vaihejärjestys on L1=RUSKEA, L2=MUSTA, L3=HARMAA. Kiertosuuntamittaus suoritetaan siihen tarkoitettulla mittarilla joka ilmoittaa onko järjestys oikein. Helpoimmillaan mittauksen voi tehdä yleismittarilla.

Mikäli kiertosuunta on väärinpäin, voidaan se korjata kääntämällä mitkä tahansa kaksi vaihetta keskenään.

## 7 TARKASTUKSET

### 7.1 Käyttöönottotarkastus

Kauppa ja teollisuusministeriön päätöksessä sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä 517/1996 momentissa 3§ kerrotaan yksiselitteisesti miksi sähkölaitteistolle tehdään käyttöönottotarkastus. ”Sähkölaitteistolle on tehtävä käyttöönottotarkastus, jossa riittävässä laajuudessa selvitetään, ettei sähkölaitteistosta aiheudu sähköturvallisuuslain (410/96) 5§:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä” (KTMp 517/1996, 3§).

Käyttöönottotarkastus tehdään ennen sähkölaitteiston käyttöönottoa ja sen suorittaa sähkölaitteiston rakentanut henkilö. Käyttöönottotarkastukseen kuuluu mittauksia ja tarkastuksia. Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan kirjattavia mittauksia ovat eristysvastusmittaus, oikosulkuvirtamittaus, suojajohtimen jatkuvuusmittaus ja tarvittaessa kiertosuuntamittaus. Suoritettavia silmämääräisiä tarkastuksia voi tehdä monella tapaa ja niiden määrä vaihtelee asentajasta riippuen. Pakollisia suoritettavia tarkastuksia ovat vikavirtasuojakytkimien testaus ja aistinvarainen tarkistus. Jälkimmäinen pitää sisällään laitteiston ulkoisen kunnon tarkastelun silmämääräisesti ja mahdollisten puutteiden ja vikojen havaitsemisen.



KTMP: n 4§ on kerrottu sähkölaitteistot, joihin ei tarvitse laatia käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa. Näissä asennuksissa on silti suoritettava vaadittavat mittaukset ja tarkastukset sähkölaitteiston turvallisuuden varmistamiseksi. Lisäksi jos laitteen haltija vaatii, on mittaustulokset kirjattava haltijan käyttöön.

Käyttöönottotarkastuksesta laaditaan tarkastuspöytäkirja, johon sähkölaitteiston rakentanut henkilö kirjaa mittausten ja tarkastuksien tulokset. (KTMP 517/1996, 4§.)

## 7.2 Varmennustarkastus

Kauppa- ja teollisuusministeriö määrää päätöksessään (517/1996), että sähkölaitteistolle on tehtävä varmennustarkastus kun kyseessä on luokan 1-3 sähkölaitteisto. Varmennustarkastus pitää tehdä myös kyseisten laitteistojen muutostöille, mikäli ei ole kyse KTMP:n päätöksessä kerrotuista vähäisistä tai jännitteeltään tai virroiltaan pienistä sähköalan töistä. Tästä poiketen luokkien 1, 2 ja 3 alakohdissa b ja c varmennustarkastusta ei tarvita. Kun muutostyön kohteena on sähkölaitteisto jonka nimellisjännite on enintään 1000 voltia tai ylivirtasuojan asetteluvirta on enintään 35 ampeeria, ja kun muutostyö kohdistuu kytkinlaitokseen eikä kytkinlaitoksen nimellisarvoja muuteta, ja käyttö/huoltotöiden johtajaa ei vaadita, ja muutoin 250 A (KTMP 517/1996, 5§).

Varmennustarkastus suoritetaan kolmen kuukauden sisällä laitteiston käyttöönotosta, mutta luokan 3 sähkölaitteistolle se on tehtävä ennen käyttöönottoa. Varmennustarkastus suoritetaan pistokokein tai jollain muulla tavalla, jolla voidaan varmistaa laitteistolle säädetty sähköturvallisuuden taso edellyttäen kunnollista käyttöönottotarkastusta.

Tarkastuksen voi suorittaa valtuutettu laitos, paitsi 2§ 3a alakohdan laitteistolle tarkastuksen voi suorittaa myös valtuutettu tarkastaja. Tarkastuksen voi 3a kohtaa lukuun ottamatta suorittaa myös sähköurakoitsija, jolla siihen on oikeus. Tarkastuksesta on laadittava laitteiston haltijalle todistus mikä kertoo yksilöintitiedot, tarkastusmenetelmät sekä laitteiston määräyksenmukaisuuden. Tarkastuksen tekijä allekirjoittaa sopimuksen. (KTMP 517/1996, 6§ja7§.)

### 7.3 Määräaikaistarkastus

Sähkölaitteistolle on käytön aikana suoritettava määräaikaistarkastus. Tarkastuksen aikaväli riippuu sähkölaitteiston luokasta. Luokan 1 sähkölaitteistolle lukuun ottamatta asuinrakennuksia, on KTMp:n 517/1996 12§ määräämin ehdoin (mikäli ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35A) suoritettava määräaikaistarkastus 15 vuoden välein. Luokan 2 sähkölaitteistoille kymmenen vuoden välein sekä luokan 3 sähkölaitteistoille 5 vuoden välein(KTMp 517/1996 12§).

Määräaikaistarkastus suoritetaan pistokokein, joilla pitää pystyä toteamaan kokonaisvaltaisesti sähkölaitteiston turvallisuuden taso sekä muutostöiden lainvoimaisuus. Tarkastuksen voi tehdä valtuutettu laitos tai tarkastaja kaikille muille paitsi luokan 3 a sähkölaitteistoille. Tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja josta luovutetaan kopio sähkölaitteiston haltijalle (KTMp 517/1996, 13§-15§).

## 8 SÄHKÖTYÖOHJEEN LAADINTA

### 8.1 Suunnittelu

Sähkötyöohjeen tekemistä suunniteltaessa pidimme työn ohjaajan kanssa monta palaveria siitä, millainen rakenne ohjeeseen laitetaan. Automatisoiduissa pakkauskooneissa on suuri määrä heikkovirtapiirejä ohjaamassa koneen toimintaa, joten päätimme rajata työn koskemaan pelkästään pienjännitesähköasennuksia ja automaatio- puolelta johdotuksia. Johdotus on suurin osa pakkaus koneen sähköasennuksia.

Ensin lähdin tutkimaan koneita ja selvitin mitä osa-alueita pakkaus koneiden sähköistykseen kuuluu. Sain noin viikossa työni rungon kasaan minkä jälkeen alkoi vimmattu standardien tutkiminen. Pääsääntöisesti selvitin joka osa-alueelta käytetyn toimintatavan, tarkastin sen standardin mukaisuuden ja kirjoitin ohjeet kyseisen työvaiheen tekemiseksi.

Pakkaus koneet ovat CE -merkittyjä mikä asettaa koneille tiettyjä vaatimuksia koskien koneen sähköisiä ja sähköasennuksien fyysisiä ominaisuuksia.

## 8.2 Käytettyjen työtapojen tutkiminen

Tein työni oikeastaan kokonaan Jometin kokoonpanohallissa, joten työtapojen tutkiminen oli helppoa. Työn alkuvaiheessa kokoonpanohallissa oli täysi konekanta joka mahdollisti erityylisten koneiden vertailun ja eri asentajan vaikutuksen sähköasennusten laatuun.

Pääsin myös seuraamaan joidenkin koneiden purkamista kuljetusta varten, joka avasi mahdollisuuden seurata erilaisten toimenpiteiden vaikutuksia tehtyihin asennuksiin ja purkamisen vaikutuksen sähkölaitteistoon. Tässä osiossa seurasin etenkin ratkaisuja keskuksen purkamiseksi laiterungosta ja yritin keksiä parempia tapoja sen toteuttamiseksi.

## 8.3 Sähkötyöohjeen kirjoittaminen

Työohjeen kirjoittamisesta teki haastavaa se, että jokainen kirjoitettu toimintatapa ja menettely piti varmistaa SFS -käsikirjasta 135-1 tai jostain muusta vastaavasta standardista kirjoitetun tiedon oikeellisuuden varmistamiseksi. Työohjeessa on käytetty aika paljon kuvia joidenkin asioiden selventämiseksi.

## 8.4 Toimintatapojen kehittäminen

Koneiden sähköistyksessä oli joitain jo tiedettyjä ongelmia jotka on ratkaistu ohjeessa niin, että uudistetut työtavat noudattavat niille säädetyjä standardeja ja työtavoista aiheutuvat muutokset eivät heikennä koneen toimintakykyä eikä laatua.

Uudelleen ohjeistettuja asioita olivat:

- Energiansiirtoketjujen kiinnitys ja tuenta ketjujen toimintakyvyn ja kestävyiden parantamiseksi.
- Johtokourujen ja hyllyjen kiinnitykseen ja asennuksiin liittyviä käytännön toimia, jotka parantavat koneen toimintakykyä ja laatua niin sähköisesti kuin mekaanisesti.
- Servomootoreiden kaapeloinnin uudelleenohjeistus, koska vanha toimintatapa on aiheuttanut selkeitä vikoja koneissa johtuen kaapeleiden häiriösignaaleista sähkökeskuksen sisällä.

## 9 TULOKSET

Työn tuloksina voi todeta, että tehty sähkötyöohje vastaa Jomet Oy:n tarpeisiin ohjeistaa uudet työntekijät ohjeen avulla, ja ohje säilyttää koneiden laaturungon sähköasennuksissa henkilöstövaihdoksista ja koneen asentajasta riippumatta. Työohjeessa on kirjoitettu komponentit niiden oikeilla nimillä, joten komponenttien toimittajan vaihdos ei vaikuta työohjeen sisältöön juuri millään tavalla.

Ohje käsittelee pakkauskoneen laitekokonaisuuden johdotuksia, komponentteja, laiteturvallisuutta ja työturvallisuutta myöten. Näin ollen voidaan sanoa lopputuloksen vastanneen suunnitelmia. Työssä olisi käyty asioita vieläkin yksityiskohtaisemmin läpi, mikäli aikaa olisi ollut enemmän.

Opin työprosessin aikana valtavasti automaatioon yhdistetystä sähkötekniikasta sekä pakkauskoneen kaltaisen laitteen kokonaiskuvan ja siihen liittyvän työn määrä hahmottui mielestäni todella hyvin projektin aikana. Työohje jää luottamukselliseksi eikä tule yleiseen jakoon.

## 10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe tuli yritykseltä opinnäytetyön aloituspalaverissa. Tarkoituksena oli luoda ohjeet, jolla yrityksen hyväksi todetut käytännöt saadaan arkistoitua paperiseen muotoon. Tähän asti ne ovat kulkeneet suullisesti työntekijältä toiselle. Ongelmat saatiin ratkaistua ja lopputuloksesta tuli vähintäänkin toimiva.

Mielestäni tekemäni ohjeen kaltainen kokonaiskuva yrityksen käyttämistä komponenteista ja asennustekniikoista ei olisi pahaksi useimmille yrityksille. Ohjetta on hyvä käyttää esimerkiksi lakisääteisissä perehdytyksissä tiettyjen työvaiheiden selittämisessä, mikäli siihen ei ole muuta mahdollisuutta. Lisäksi siitä on suuri apu kaikille uusille työntekijöille, joko omille tai aliurakoitsijoille sähkölaitteiston kokonaiskuvan hahmottamisessa.

Haluan kiittää Jomet Oy:n henkilökuntaa avusta opinnäytetyössä. Ohjaavaa opettajaa Jorma Tuomelaa sekä erityiskiitoksen ansaitsee Ipo Aittokallio, joka toimi aktiivisesti opinnäytetyöni ohjaajana yrityksessä.

## LÄHTEET

D1-2009 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2009. 15. Uud. p. Espoo: Sähköinfo Oy. Viitattu 12.5.2014

Jomet Oy:n www-sivut. Viitattu 26.04.2014. <http://www.jomet.fi>

KTMP. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä. 1996. 5.7.1996/517. 1996.

Rakennustöiden laatu 2014. 2014. 10. Uud. p. Helsinki: Rakennustieto Oy. Viitattu 11.5.2014

Seskon www-sivut. Viitattu 12.5.2014. <http://www.sesko.fi>

SFS-Käsikirja 135-1. Koneiden sähkölaitteistot ja –järjestelmät. Osa 1: Yleiset turvallisuusstandardit. 2012. Helsinki: SFS. Viitattu 30.3.2014

ST 51.02. EMC -näkökohdat sähkö- ja telesuunnittelussa sekä –asennuksissa. 2011. 2. Uud. p. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 26.04.2014.  
<http://severi.sahkoinfo.fi/item/4367?search=EMC>

ST -Käsikirja 34. Hyvä asennustapa sähkö- ja teletöissä. 2009. 2. uud. p. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo Oy Viitattu 26.04.2014.  
<http://severi.sahkoinfo.fi/item/228?search=Hyva+asennustapa+sahko-+ja+teletoisissa>

## LIITE 1

Ohjetta ei jaeta julkisesti sisällön vuoksi