

KIINTEISTÖ- JA  
TEOLLISUUSMAALÄMPÖ-  
PUMPPUJEN VALMISTUS-,  
TESTAUS- JA  
TARKASTUSOHJEISTUS

Case: Oilon Home Oy

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikan  
koulutusohjelma  
Tuotantopainotteinen mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2015  
Tuomas Rokka

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

ROKKA, TUOMAS: Kiinteistö- ja  
teollisuusmaalämpöpumppujen  
valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistus

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 33 sivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistukset kiinteistö- ja teollisuusmaalämpöpumppujen kokoonpanolinjastolle, jotka täyttävät niille asetetut standardit, direktiivit sekä laatuvaatimukset. Työ tehtiin Oilon Home Oy:n tehtaalla Hollolassa.

Valmistusohjeistukset tehtiin RE-maalämpöpumppujen kokoonpanolinjastolle siten, että jokaiselle valmistettavalle mallille löytyy valmistusohjeistus jokaista työvaihetta varten. Testaus- ja tarkastusohjeistukset tehtiin siten, että niitä pystytään käyttämään jokaisen valmistettavan mallin testauksessa ja tarkastuksessa. Työn tarkoituksena oli luoda mahdollisimman selkeät ja kattavat kuvalliset työohjeet, joita tehostettaisiin kirjoittamalla kuvien liitteeksi työvaiheissa tapahtuvat työvaiheet.

Valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistukset toimivat työ- sekä perehdytysohjeina. Työohjeiden avulla pystytään saavuttamaan yhtenäinen työnjälki ja vähentämään kokoonpanossa sekä testauksessa tapahtuvia virheitä.

Työn tuloksena saatiin viisi työohjetta. Ohjeet sisältävät kahdeksalle maalämpöpumpulle valmistusohjeet sekä työohjeet maalämpöpumppujen testaukseen, jotka sisältävät 40 sivua. Lisäksi saatiin laadittua pöytäkirja maalämpöpumppujen testaukseen ja koekäyttöön. Työohjeet koettiin hyödyntävän työntekijän työntekoa sekä uusien työntekijöiden perehdytystä työhön.

Tämän opinnäytetyön tuloksena tehdyt työohjeistukset valmistukseen, testaukseen ja tarkastukseen ovat salaisia, eikä niitä ole liitetty tähän työhön. Tässä työssä käytetyt kuvat eivät vaaranna yrityksen liikesalaisuuksia.

Asiasanat: maalämpöpumppu, valmistus- testaus- ja tarkastusohjeet, työohje, maalämpö, direktiivit, standardit

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

ROKKA, TUOMAS: Working instructions for the  
manufacturing, testing and inspection of  
ground source heat pumps

Bachelor's Thesis in Production Oriented Mechatronics, 33 pages,

Spring 2015

ABSTRACT

---

The purpose of this thesis was to create working instructions for the manufacturing, testing and inspection of ground source heat pumps to a production line. The instructions must comply with the directives, standards and quality requirements. The work was carried out at the Oilon Home Oy factory in Hollola.

The working instructions were drawn up so that every specific product has its own manufacturing instructions which contain pictures and text describing each stage of the assembly. Testing and inspection instructions can be used for each manufactured model. The purpose was to create comprehensive and unambiguous instructions.

Working instructions for the manufacturing, testing and inspection can be used in training new workers and help older workers to remember the stages of the assembly. If successful, the instructions will improve workmanship and minimize configuration errors.

As a result of the study, five instructions for eight ground source heat pump models were created, 40 pages in total, which will ease the assemblers' work and help in training new workers'.

The instructions which were made during this thesis process are confidential and are therefore not enclosed in this document. The photos which are included in this thesis do not jeopardize the company's trade secrets.

Key words: ground source heat pump, working instruction, ground heat, directives, standards

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE	2
3	OPINNÄYTETYÖPROSESSIN ALKUTILANNE	4
3.1	Työohjeiden puuttuminen	4
3.2	Tuotannon tehostaminen työohjeilla	5
4	MAALÄMPÖ	6
4.1	Kiinteistö- ja teollisuusmaalämpöpumpun toimintaperiaate	8
4.2	Maalämpöpumpun valmistus	11
4.3	Tuotteet	12
4.4	Kokoonpano	13
5	TYÖOHJEET	15
5.1	Työturvallisuus	17
5.2	Valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistus	18
5.2.1	Standardit sekä laatuvaatimukset	18
5.2.2	Direktiivit	21
6	TOIMIVA TYÖOHJE	22
6.1	Työohjeen rakenne	22
6.2	Työohjeiden selkeyttäminen kuvien avulla	23
6.3	Työohjeiden käyttäminen ja saatavuus	24
7	TOTEUTUS	25
8	TULOSTEN TARKASTELU	27
8.1	Työn tulos	27
8.2	Tulosten vertaaminen tavoitteisiin	28
8.3	Työohjeiden päivittäminen	29
8.4	Yhteenveto	30
	LÄHTEET	31
	LIITTEET	35

## SANASTO

<b>EN 12799</b>	Kovajuotto.
<b>EN 14276-2</b>	Kylmäkoneistojen ja lämpöpumppujen painelaitteet.
<b>F-kaasut</b>	Fluoratut kasvihuonekaasut.
<b>PDM-järjestelmä</b>	Tuotetiedon hallintajärjestelmä.
<b>PS</b>	Suurin sallittu käyttöpaine.
<b>RE-maalämpöpumppu</b>	Kiinteistö- ja teollisuusmaalämpöpumppu.
<b>SFS-EN 378-2</b>	Kylmäkoneistot ja lämpöpumput. Turvallisuus- ja ympäristövaatimukset.
<b>SFS-EN 62079</b>	Ohjeiden laatiminen.

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi Oilon Home Oy:n tehdas. Opinnäytetyö tehtiin syys-, loka-, marras- ja joulukuussa 2014.

Oilon on suomalainen vuonna 1961 perustettu ympäristö- ja energiatekniikan perheyrittys. Oilon valmistaa ja markkinoi polttimia ja polttojärjestelmiä nestemäisille ja kaasumaisille polttoaineille, maalämpöpumppuja kotitalouksien ja kiinteistöjen lämmitykseen, teollisuuslämpöpumppuja ja -kylmälaitoksia sekä aurinkolämpöjärjestelmiä. Tuotantolaitoksia yrityksellä on Suomessa Lahdessa, Hollolassa ja Kokkolassa. Lisäksi Oilonilla on tuotantolaitos Kiinassa, Wuxissa. Omia myyntikonttoreita Oilonilla on Venäjällä ja Brasiliassa. Liiketoiminta on jaettu viiteen eri liiketoimintayksikköön, jotka ovat Oilon Home Oy, Oilon Energy Oy, Oilon Industry Oy, Oilon Ecopower Oy sekä Oilon Scancool Oy (Oilon 2015b).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda RE-maalämpöpumppujen kokoonpanolinjastolle valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistukset, joiden avulla parannettaisiin maalämpöpumppujen kokoonpanolinjaston yhtenäisiä käytännön tapoja sekä työturvallisuutta. Työssä tuli ottaa huomioon myös maalämpöpumppuja koskevat standardit, direktiivit sekä laatuvaatimukset. Opinnäytetyön aloitushetkellä työohjeet olivat puutteelliset ja niiden luominen todettiin yhdeksi tärkeimmäksi kehityskohteeksi. Työohjeiden tärkeys on otettu huomioon myös opinnäytetyössä käytetyssä Uuden valmistavan teollisuuden tutkimusagenda -projektissa (FOFFI), jossa tutkittiin kyselylomakkeiden avulla, minkälaisia kehittämisen kohteita tarvittaisiin tulevaisuudessa. Työohjeita pystytään jatkossa käyttämään myös uuden työntekijän perehdytyksessä, jolla saadaan tukihenkilöiden tarvetta vähäisemmäksi.

Työohje sisältää työtehtävät eriteltyinä vaihe vaiheelta kuvien ja tekstien avulla. Tärkeintä työohjeiden teossa on saada niistä mahdollisimman tiiviitä, mutta kattavia kokonaisuuksia, joiden avulla maalämpöpumput pystytään valmistamaan, testaamaan ja tarkastamaan. Työohjeet luodaan Microsoft Office -ohjelmistolla, ja kirjalliset työohjeet sijoitetaan työpisteen läheisyyteen kansioissa.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITE

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda RE-maalämpöpumppujen kokoonpanolinjalle valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistus, joilla saataisiin vastattua edellä mainittuihin ongelmiin. Kirjallisilla ohjeilla pystytään vaikuttamaan yhtenäiseen työnjälkeen sekä täytettyä maalämpöpumppujen vaativat direktiivit sekä standardit. (Kuvio 1.)

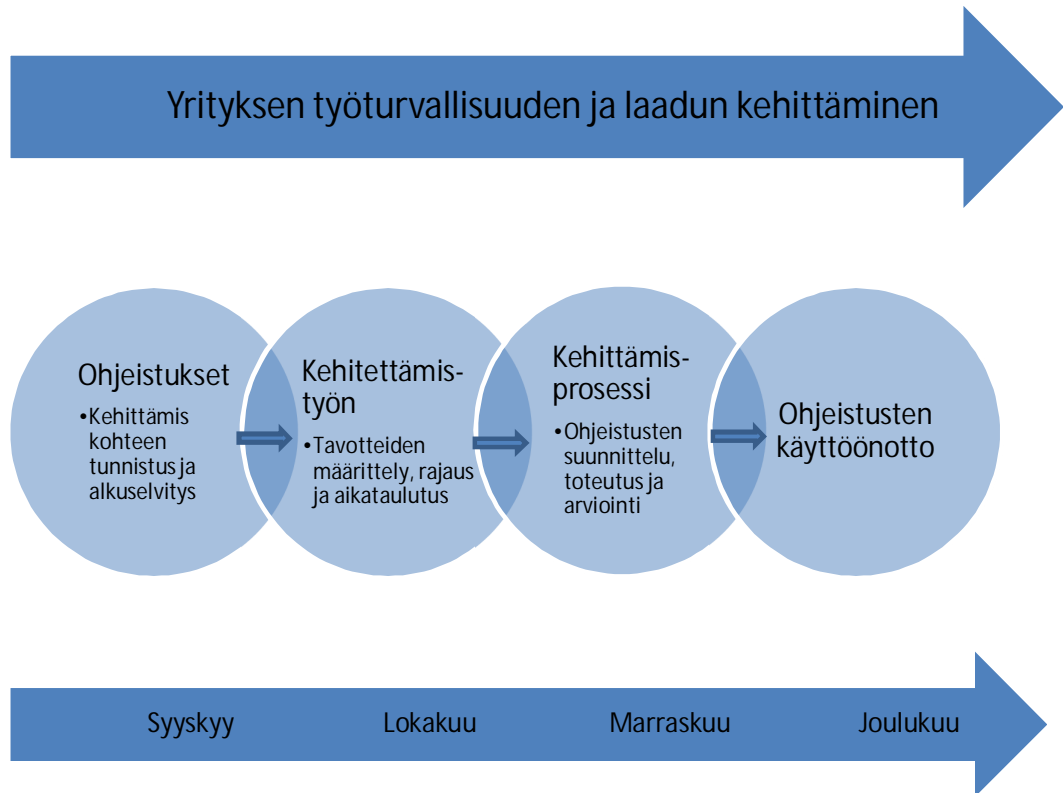
Työn onnistuessa työntekijät saivat tarvittavat työohjeistukset valmistukseen, testaukseen ja tarkastukseen käyttämällä työohjeita, jotka löytyvät kyseiseltä työpisteeltä. Työohjeet ovat hyvä muistinvirkistys kokeneelle työntekijälle, mutta kokemattomalle työntekijälle työohjeista on suurtakin apua.

Työohje sisältää paljon kuvia, joihin on lisätty tekstikommentit selkeyttämään työohjeiden ymmärrystä. Tällöin kokoonpanovaiheissa tapahtuvien virheiden määrä pienenee. Kokoonpanossa syntyneiden virheiden väheneminen pienentää laatuvirhekustannuksia, jolloin saadaan vastattua keskeisempiin tavoitteisiin.

Työohjeita käyttäessä työntekijät pystyvät kuvien ja oikean työjärjestyksen avulla saavuttamaan yhtenäisen työskentelytavan sekä pääsemään yrityksen standardoituun lopputulokseen ja täyttämään maalämpöpumpuille asetetut direktiivit. Tällöin pystytään saavuttamaan työn yhtenäisyys valmistuksessa, testauksessa ja tarkastuksessa.

Tämän opinnäytetyön konkreettiset tavoitteet ovat seuraavat:

- valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistuksen laatiminen
- kattavat työohjeistukset
- kuvien käyttäminen työohjeissa
- kokoonpanovirheiden minimointi (tulevaisuus)
- yhtenäisen työskentelytavan saavuttaminen (tulevaisuus)
- yrityksen standardoituun lopputulokseen pääseminen.



KUVIO 1. Opinnäytetyöprosessin eteneminen



### 3 OPINNÄYTETYÖPROSESSIN ALKUTILANNE

Aluksi oli perehdyttävä maalämpöpumppujen toimintaperiaatteeseen, valmistukseen ja niitä koskeviin standardeihin, direktiiveihin sekä laatuvaatimukseen. Seurasin maalämpöpumppujen valmistusta, testausta ja tarkastusta noin kahden viikon ajan ja tein samalla muistiinpanoja, joita hyödynsin tehdessäni ohjeistuksia.

Kokoonpanolinjalla oli kolme työpistettä, joissa kokoonpanijat valmistivat maalämpöpumppuja alusta loppuun käyttäen samaa työpistettä. Tämä tarkoitti sitä, että kokoonpanolinjalla kaikki maalämpöpumpun valmistukseen vaadittavat työvaiheet tehtiin samalla työpisteellä.

#### 3.1 Työohjeiden puuttuminen

Ennen tämän opinnäytetyön tekoa työohjeistukset kiinteistö- ja teollisuusmaalämpöpumpuille olivat puutteelliset ja tietoa kerättiin omiin muistiinpanoihin. Työntekijät valmistivat, testasivat ja tarkastivat maalämpöpumppuja omien kokemusten ja työkavereita apuna käyttäen. Monen erikokoisen ja -mallisen pumpun valmistuksen ulkoa muistaminen on hankalaa, mikä luo ongelmaksi sen, että yli vuoden aikaisemmin opitun maalämpöpumpun valmistus-, testaus- ja tarkastusvaiheessa on voinut unohtua jotakin oleellista.

Monen erimallisten maalämpöpumppujen vuoksi valmistus ei ole säännöllistä, koska maalämpöpumppuja valmistetaan niiden tilauksien pohjalta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että joitakin pumppuja ei välttämättä valmisteta edes vuoden välein. Tällöin työohjeiden tärkeys tulee esille. Tähän asti työntekijät ovat käyttäneet apuna omia muistiinpanoja sekä turvautuneet toisen työntekijän apuun, mikäli työvaiheita ei muisteta. Tämä hidastaa muiden työntekijöiden työntekoa.

Työohjeiden puuttuminen hankaloittaa uuden työntekijän perehdyttämistä. Maalämpöpumppujen valmistaminen ilman työohjeita on vaativaa sekä vaatii monen vuoden työkokemuksen. Kokemattomuuden ja tietämättömyyden vuoksi uusi työntekijä hidastaa myös muiden työntekijöiden työntekoa. Kokenut työntekijä joutuu keskeyttämään omat työnsä auttaakseen uutta työntekijää. Tämä heikentää hänen oman työtehtävänsä tuottavuutta.

### 3.2 Tuotannon tehostaminen työohjeilla

Hyvien ja selkeiden työohjeiden avulla pystytään tehostamaan tuotantoa ja saadaan minimoitua niin sanottu hukka-aika. Hukka-aika tarkoittaa tässä tapauksessa aikaa, jonka työntekijä käyttää puuttuvan tiedon hankkimiseen. Selkeillä työohjeilla kokematonkin työntekijä pystyy valmistamaan, testaamaan ja tarkastamaan tuotteen, jolloin hänen ei tarvitse keskeyttää muiden työntekijöiden työntekoa vaan hän löytää tarvittavan tiedon työohjeista.

Työohjeiden avulla pystytään standardisoimaan yhtenäinen valmistustapa, jolloin säästytään eroavaisuuksilta ja tuotteiden yhtenäisyys säilyy. Ilman yhtenäisiä työohjeita jokaisella työntekijällä on oma tapansa valmistaa maalämpöpumppuja, jolloin syntyi kokoonpanoteknisiä sekä testauksessa asetettujen arvojen eroavaisuuksia. Tästä eroavaisuudesta pyritään pääsemään eroon ja saamaan kokoonpanoltaan identtisiä tuotteita käyttäen yhtenäisiä työohjeita, jotka täyttävät tuotteille asetetut valmistus-, testaus- ja tarkastusdirektiivit sekä standardit.

#### 4 MAALÄMPÖ

Maalämpö on veden, maaperän tai kallion massaan sitoutunutta uusiutuvaa energiaa, jota hyödynnetään kiinteistöjen ja käyttöveden lämmityksessä.

Maalämpöä hyödynnetään poraamalla 100 - 200 m:n syvyinen lämpökaivo tai asentamalla maalle tai vesistöön usean sadan metrin pituinen vaakaputkisto, josta keruuputkiston ja maalämpöpumpun avulla saadaan kerättyä lämpöä talteen. Keruuputkisto tai maalämpöpumppu kiinnitetään kiinteistön sisällä olevaan maalämpöpumppuun. (Kledustus 2014.)

Maalämpöpumput yleistyvät suurissa rakennuksissa:

*”Maalämpökaivo on nykyisin yleinen etenkin suurissa rakennuskohteissa kuten ostoskeskuksissa, liiketiloissa ja sairaaloissa. Kalliolämmitysjärjestelmällä voidaan hoitaa sekä lämmitys- että viilennystarvetta, jolloin sen hyötysuhde paranee”.* (Heikkinen 2009,19)

Maalämpö on tehokas kiinteistöjen ja käyttöveden lämmityksessä, sillä yhdellä kilowatilla sähköä maalämpöpumppu tuottaa 3 kilowattia lämmitystehoa (Heikkinen 2009, 19).

Maalämpö osoittautuu usein edullisimmaksi lämmitysvaihtoehdoksi uudisrakennuksissa. Maalämpöpumpun lämpö leviää tehokkaammin huonetiloihin lattian kautta. Uuden talon rakennusvaiheessa lämmitysputket on hyvä upottaa. Lämpöä leviää taloon silloin koko lattiapinnan alalta, ja kiertoveden lämpötilaksi voi asettaa runsaan 30 °C, sillä haaleampikin lattia pystyy pitämään lattian lämpimänä. Maalämpöpumpun tuottaman lämmön pystyy jakamaan myös tavallisella patteriverkostolla, mutta silloin kiertoveden täytyy olla lämpimämpää, ja pumpun lämpökerroin heikkenee. (Perälä 2013, 34.)

Vaikka kovat pakkaset koettelevat, niin lämpöä riittää maassa kovillakin pakkasilla, sillä lämpökaivoissa tai 100 m:n syvyydessä maan sisällä lämpötila ei kovillakaan pakkasilla laske nollan alapuolelle. Sen vuoksi maalämpöpumppu pystyy lämmitysjärjestelmänä tuottamaan lämpöä rakennuksiin.

Maalämpölaitteistojen kapasiteetti mitoitetaan yleensä hieman tarvittavaa lämpötarvetta pienemmäksi, loppuosa lämmöstä tuotetaan kovilla pakkasilla

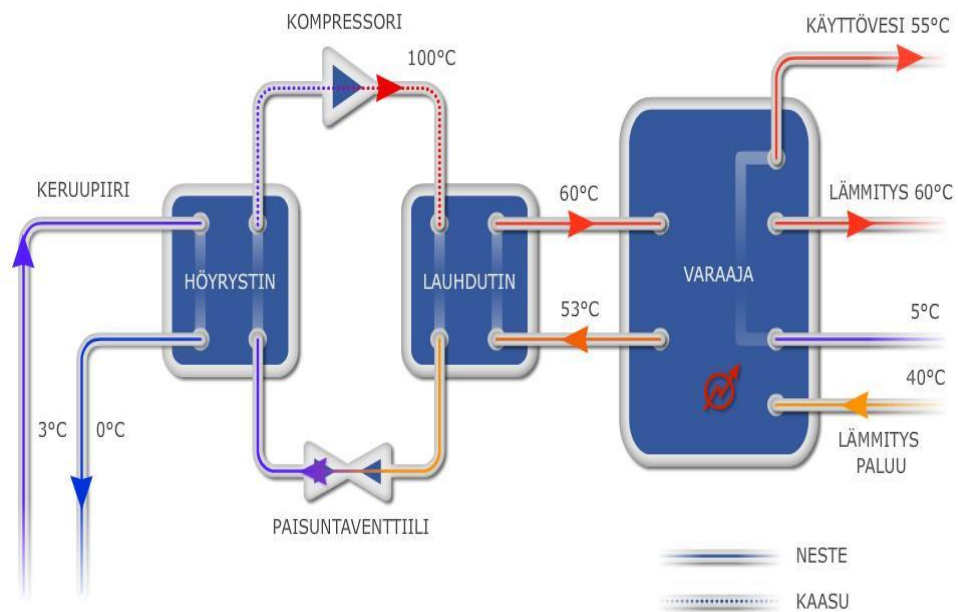
muilla tavoin, usein varaavalla tulisijalla tai sähkövastuksilla. Laitteisto mitoitetaan pienemmäksi sen vuoksi, että teholtaan hieman pienempi maalämpöpumppu pystyy toimimaan suurimman ajan tehokkaimmalla toiminta-alueella, jolloin pumpun tuottama hyöty on parhaimmillaan. (Perälä 2013, 35.)  
Kuviossa 2 on esitetty maapiirin eri sijoitusvaihtoehdot.



KUVIO 2. Maapiirin sijoitusvaihtoehtoja (Muurametalot 2015)

#### 4.1 Kiinteistö- ja teollisuusmaalämpöpumpun toimintaperiaate

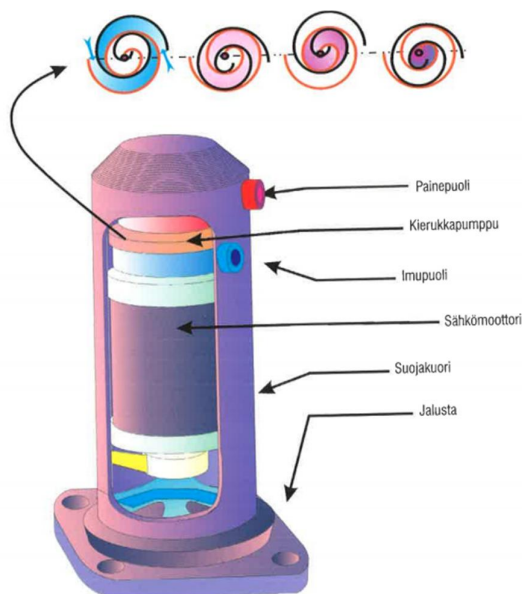
Oilon RE on suurien kiinteistöjen maalämpöpumppu, joka hyödyntää maaperään tai vesistöihin sitoutuneen energian höyrystimen, kompressorin, lauhduttimen ja paisuntaventtiilin sekä maakerupiirin, kylmäaineen kiertopiirin ja lämmityskiertojärjestelmän avulla, mikä käytännössä tarkoittaa koneistossa kiertävän kylmäaineen höyrystymisen ja lauhtumisen hyödyntämistä. Kuviossa 3 on esitetty kiinteistö- ja teollisuusmaalämpöpumpun toimintaperiaate.



KUVIO 3. Oilon RE maalämpöpumpun toimintaperiaate (Oilon 2014a, 4)

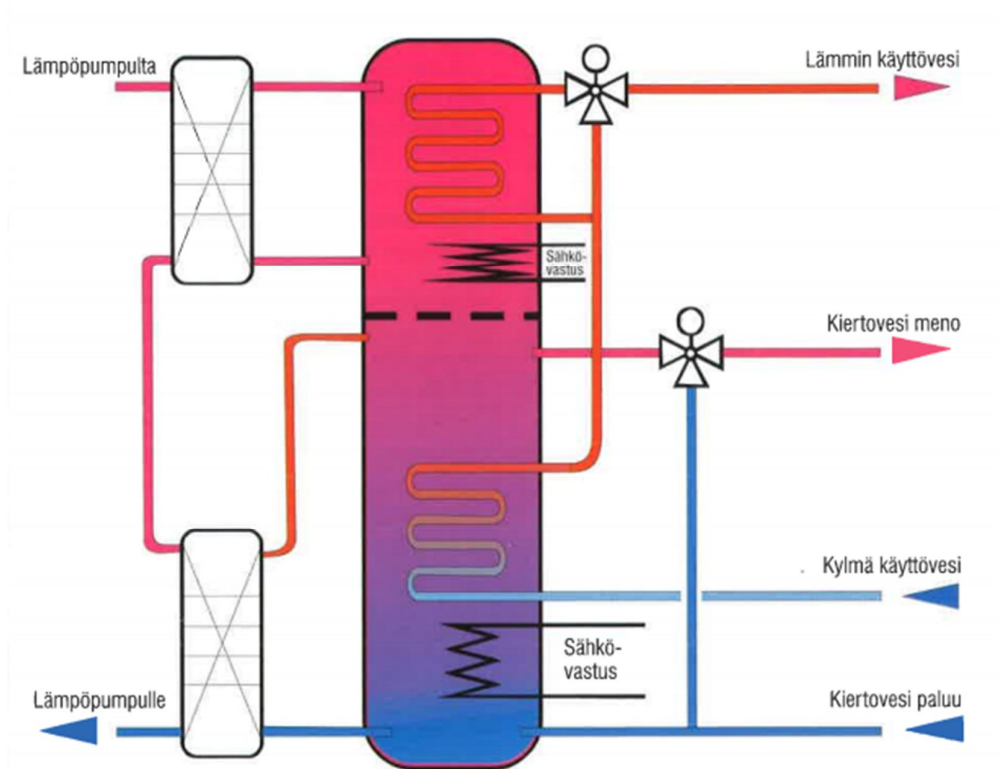
Kylmäaineen höyrystyminen vaatii lämpöenergiaa, joka kerätään maahan tai vesistöön asennetulla lämmönkeruupiirillä. Lämmönkeruupiiristä kulkee etanoliliuos lämpöpumpulle, joka kerää sitä ympäröivän maan tai veden lämpöenergiaa ja lämpenee. Liuos luovuttaa keräämänsä lämpöenergiaa kylmäaineeseen ja jatkaa matkaansa takaisin lämmönkeruupiirille. Liuoksen lämpötilan ollessa kylmäainetta korkeampi muuttuu kylmäaine höyrystimessä kaasuksi, jolloin se sitoo itseensä sieltä ottamansa lämmön ja jatkaa matkaa kompressorille. (Oilon 2014a, 6.)

Kompressorissa syntyvää kylmäainehöyryä puristetaan korkeaan paineeseen, jolloin höyryn lämpötila nousee. Lauhduttimessa höyry lauhdutetaan nesteeksi, jolloin siitä saatu energia saadaan kerättyä talteen lämmityksen vaatimalla tasolla. Lauhduttimella lauhdutetun kylmäaineen paine lasketaan paisuntaventtiilin avulla kompressorin imupaineen tasolle, minkä seurauksena osa kylmäaineesta höyrystyy ja jäädyttää koko virtauksen tasolle, jolla voidaan ottaa maasta tuleva energia talteen. (Oilon 2014a, 6.) (Kuvio 4.)



KUVIO 4. Kompressor (Perälä 2013, 42)

Tulistimellisessa maalämpöpumpussa käytetään tulistinpiirratkaisua (kuvio 5), jossa käyttövesi ensin esilämmitetään lämmitysvaraajassa, josta normaali lämmitykseen menevä vesi otetaan. Tämän jälkeen esilämmitetty käyttövesi kuumennetaan lopulliseen arvoon tulistinpiirissä. Tulistinpiiri on erillinen lämmönvaihdin, joka varastoi lämmön kompressorilta tulevan kylmäaineen ollessa kuumimmillaan. Kylmäaine johdetaan tulistimelta varsinaiseen lauhduttimeen, jolloin loput energiat luovutetaan lämmityskäyttöön. Tällöin käyttövesi saadaan sopivan lämpimäksi ja lauhdutuslämpötila lämpöpumpussa voidaan pitää silti alhaisena, jolloin lämpökerroin pysyy hyvänä. (Perälä 2013, 70.)



KUVIO 5. Tulistinpiiri (Perälä 2013, 70)

## 4.2 Maalämpöpumpun valmistus

Maalämpöpumppuihin tavarantoimittajilta hankittavat osat, osakokopanot ja materiaalit kasataan tehtaan kokoonpanolinjalla valmiiksi tuotteeksi (kuvio 6). Hankittavia osia ovat esimerkiksi runko ja sen osat, sähkökeskukset liittimiseen, kompressorit, lämmönvaihtimet sekä pumput. Putkitus maalämpöpumppuihin tehdään tehtaan putkipajassa, missä putket taivutetaan yksityiskohtaisesti jokaista kokoonpanoa kohden. Putket juotetaan niille tarkoitetuille paikoille kuparilla tai hopealla.



KUVIO 6. RE-Maalämpöpumppu (Oilon 2015c)



### 4.3 Tuotteet

Oilon on vuonna 1961 perustettu energia- ja ympäristötekniikan perheyrittys, joka valmistaa polttimia ja polttojärjestelmiä nestemäisille ja kaasumaisille polttoaineille. Oilon valmistaa myös maalämpöpumppuja kotitalouksien ja kiinteistöjen lämmitykseen sekä teollisuuslämpöpumppuja ja -kylmlaitoksia suurempien alueiden lämmitykseen ja viilennykseen. Tuotteita käytetään myös voimalaitoksissa, teollisuudessa, jätteenpoltossa sekä laivakattiloissa. (Oilon 2015c.)

TAULUKKO 1. Oilonin maalämpöpumppumallisto (Oilon 2015c.)

Oilon Geocube:	Moduulimainen maalämpöpumppu pieniin ja keskisuuriin kohteisiin. Geocube on tyylikäs, energiatehokas, helppokäyttöinen ja varmatoiminen, joka soveltuu käytettäväksi uudis- ja saneerauskohteissa. Tehoalue 5 -11 kW.
Oilon MH:	Maalämpöpumppu sisäänrakennetulla varaajalla pieniin ja keskisuuriin kohteisiin. Hyvän eristyksen ansiosta pumpun käyntiäänä on hiljainen. Pumpussa on yli 200 litran sisäänrakennettu käyttövesivaraaja, joka takaa riittävän lämpimän käyttöveden saannin. Tehoalue 5 - 11 kW.
Oilon GT:	Maalämpöpumppu erillisellä varaajalla, joka soveltuu kohteisiin, joissa on keskisuuri tai suuri käyttöveden kulutus. Pumppu soveltuu käytettäväksi niin uudiskohteissa kuin saneerauskohteissa. Tehoalue 5 - 28 kW.
Oilon SH:	Tulistusmaalämpöpumppu, joka soveltuu erityisesti kohteisiin, joissa on patterilämmitys ja suuri käyttöveden tarve. Pumpun on käyttäjä ystävällinen sillä sen ohjausautomaattiikka huolehtii asunnon lämmityksestä. Tehoalue 7 - 28 kW.
Oilon RE:	Kiinteistömaalämpöpumppu suuriin kohteisiin. Sopii esimerkiksi julkisten rakennusten, kerrostalojen ja rivitalojen lämmitykseen. Tehoalue 35 - 170 kW.

Oilon valmistaa myös Oilon Solarpro -aurinkokeräimiä, joiden avulla pystytään tuottamaan lämmintä käyttövettä liittämällä aurinkokeräin vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Oilon Home tarjoaa monipuolisen valikoiman polttimia, joiden avulla pystytään lämmittämään niin pientaloja kuin isompiakin kiinteistöjä. Poltinmallisto koostuu öljypolttimista omakotitaloihin, kaasupolttimista omakotitaloihin sekä kiinteistöpolttimista, joiden tehoalue on 15 - 1540 kW. (Oilon 2015c.)

#### 4.4 Kokoonpano

Yksinkertaisuudessaan kokoonpano on standardikomponenttien, osien ja tarvikkeiden liittämistä toisiinsa siten, että tuloksena on toimiva tuote. Yleensä tuotteessa voi olla osakokoonpanoja, joista muodostuu osakokonaisuuksia. Loppukokoonpanossa osakokonpanot ja muut osat, tarvikkeet ja komponentit liitetään toisiinsa valmiiksi lopputuotteeksi. (Haag, Salonen, Siltanen, Sääski & Järvinen 2011, 11.)

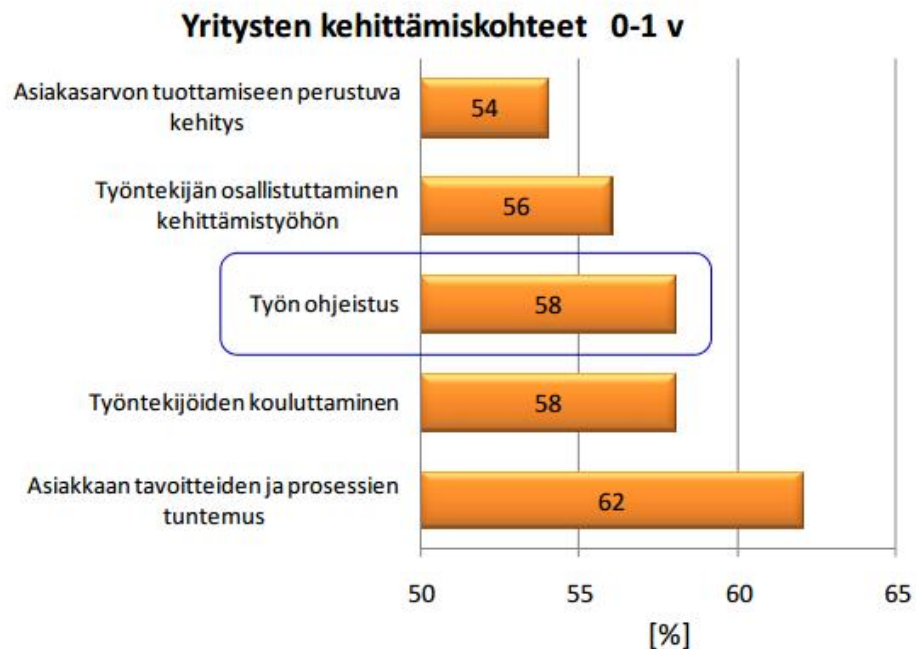
Kokoonpano on yleensä manuaalista kokoonpanotyötä, koska automatisoidulla kokoonpanotyöllä ei pystytä eikä kannata valmistaa tuotetta kokonaan. Tuotteen kokonaiskustannuksista osakokoonpanon osuus on usein suurin, koska kokoonpano vaatii kalliita henkilöstöresursseja. Osien valmistusaikaa on pyritty minimoimaan nykyaikaisella valmistusmenetelmillä ja pyritty saamaan kustannuksia suhteessa vähäisiksi, mutta kokoonpanoon kuluvaa aikaa ei ole vielä pystytty minimoimaan yhtä tehokkaasti, joten kokoonpanosta aiheutuvat kustannukset ovat suuria. (Haag ym. 2011, 11.)

Tuote voidaan saada toimivaksi kokonaisuudeksi myös heikkolaatuisilla osilla. Sen sijaan, vaikka kokoonpanossa käytettäisiin laadukkaita ja hyviä osia, voidaan osat pilata huonolla kokoonpanolla. Ongelmana on, ettei siis ole aivan yksikäsitteistä, miten ja mistä tuotteen laatu syntyy. Kokoonpanolla kuitenkin ratkaistaan tuotteen lopullinen laatu, joten oikealla kokoonpanolla saadaan tuotteesta laadukas ja toimiva. (Haag ym. 2011, 12.)

RE-maalämpöpumppujen tuotantolinja koostuu kolmesta työpisteestä, joissa kokoonpano suoritetaan alusta loppuun. Kokoonpano tapahtuu työpisteellä nostimia, kuljettimia ja kääntöpöytiä hyödyntäen. Kokoonpanija suorittaa työpisteellä koko valmistusprosessin alusta loppuun ja suorittaa maalämpöpumpulle myös testauksen ja tarkastuksen.

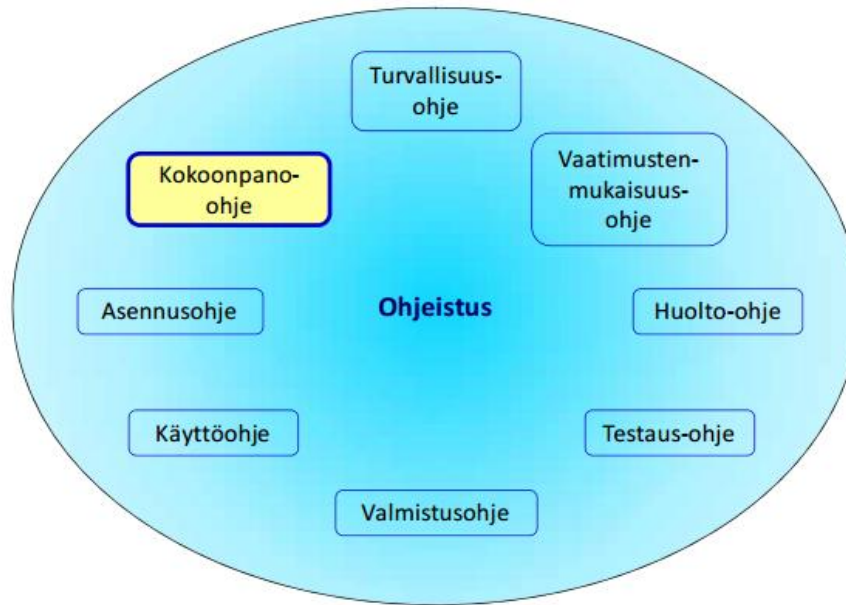
## 5 TYÖOHJEET

Yksi tärkeimmistä kehittämiskohteista suomalaisessa valmistavassa teollisuudessa on työohjeet. Uuden valmistavan teollisuuden tutkimusagenda -projektissa (FOFFI) oli tarkoituksena tutkia kyselylomakkeella, minkälaisia tutkimuksia ja kehittämisen kohteita tarvittaisiin, jotta suomalainen teknologianteollisuus saataisiin 10 vuoden aikana nostettua maailman kärkeen (kuvio 7). Kyselyyn vastasi yhteensä 250 suomalaista asiantuntijaa yrityksistä (Foffi 2010). Kyselylomakkeen tarkoituksena oli kerätä tietoa teollisuuden kehitystarpeista nyt ja tulevaisuudessa, jonka mukaan työohjeistus oli yksi keskeisimmistä kehittämiskohteista. (Haag ym. 2011, 13.)



KUVIO 7. Yritysten kehittämiskohteet vuoden sisällä (Haag ym. 2011, 13)

Kyselylomakkeen tulosten perusteella 58 prosenttia vastaajista näki työohjeistuksen kehittämisen olevan akuuttina tehtävänä, kun aikajänteenä oli 0 - 1 vuotta. Tämän hankkeen painopisteenä oli kokoonpano-ohjeistuksissa mutta myös muut ohjetyypit, kuten tuotteen purkamiseen ja kokoamiseen liittyvät ohjeet, ovat analogisia kokoonpano-ohjeiden kanssa (kuvio 8).



KUVIO 8. Foffi-hankkeessa kysytyjä ohjeistuksia (Haag ym. 2011, 14)

Kun Foffi-hankketta verrataan Oilon Home Oy:n tämänhetkiseen tilanteeseen, niin käy ilmi, että myös Oilon Home Oy:llä työohjeistusten kehittäminen nähdään akuuttina tehtävänä. Oilon Homella tärkeimpiä kehityskohteita ovat valmistus, testaus- ja tarkastusohjeistukset kiinteistö ja teollisuusmaalämpöpumppujen kokoonpanolinjalle. Tehdessäni tätä opinnäytetyötä Oilon Homelle suoritin kokoonpanolinjan työntekijöille auditoinnin, josta kävi ilmi, että myös kokoonpanijat pitävät kokoonpano-ohjeistuksia tärkeinä kehittämisen kohteina, sillä työohjeiden laatiminen helpottaisi huomattavasti myös heidän työntekoansa, vaikka he ovat tähänkin asti pärjänneet ilman työohjeita.

Kokoonpanossa valmistusohjeistuksen pitää kuvata työn tehtävää ja työn järjestystä sekä sitä, mitä työkaluja kokoonpanon valmistuksessa käytetään. Työohjeiden tarkoituksena on auttaa työntekijää minimoimaan työhön kuluva opettelu-aika. Työohjeiden luominen, jakaminen ja ylläpito tulee olla taloudellisesti edullisia. Tärkein osa ohjeistuksissa ovat visuaaliset ohjeet, kuten 3D-mallit, valokuvat ja piirustukset. Visualisoimalla työohjeita esimerkiksi kokoonpanossa työntekijä näkee, mihin kohtaan, missä asennossa ja millä tavalla kiinnitettynä seuraavaksi asennettavan osan tai osakokoonpanon tulee olla. (Haag ym. 2011, 14.)

## 5.1 Työturvallisuus

Työturvallisuus on yksi tärkeimmistä kehittämisen kohteista työpaikoilla. Työturvallisuuden tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työntekijöiden työolosuhteita, turvata heidän työkykyänsä sekä ennaltaehkäistä työtapaturmia ja muita työstä ja työympäristöstä aiheutuvia työtapaturmia. Työturvallisuudesta huolehtiminen on yksi iso osa työpaikkojen työtapaturmien ennaltaehkäisyä ja vastuu kuuluu sille, joka johtaa ja valvoo työntekoa työpaikan sisällä ja jolla on mahdolliset toimintavaltuudet puuttua tilanteisiin. (Skurnik-Järvinen 2011.)

*Yksikään tapaturma ei ole hyväksyttävä; tapaturmat eivät ole vahinkoja tai sattumaa ja kaikki tapaturmat voidaan estää – jos ei heti, niin kuitenkin ajan kanssa.*

*Kaikista vaara ja läheltä piti -tilanteista pitää oppia; ilmoittamiseen kannustetaan ja niihin on reagoitava välittömästi ja niitä on myös seurattava.*

*Nolla tapaturmaa on kaikkien asia; johdon sitoutuminen ja esimerkki ovat tärkeitä, sillä teot paljastavat sitoutumisen aitouden. Jokaisen vastuulla on huolehtia omasta ja muiden turvallisuudesta. (Työterveyslaitos 2013.)*

Edellä mainitun nolla tapaturmaa -ajattelutavan perusteella jokaisesta vaara- ja läheltä piti -tilanteista pitää oppia ja jokainen on velvollinen ilmoittamaan vaaratilanteista välittömästi, jotta tapaturmariskiä saataisiin pienennettyä.

Työturvallisuuden edistämisen lähtökohtana on luoda hyvä ja toimiva suunnitelma, jossa työntekijän toiminta suhteessa työympäristöön on otettu huomioon. Tärkeimpinä kehityskohteina on työympäristön turvallisuus ja toimivuus sekä työympäristön kehittäminen. Hyviä menetelmiä joilla pystytään kehittämään, arvioimaan ja ylläpitämään turvallista työympäristöä ovat TUTTAVA, ELMERI ja Safety Check. (Työterveyslaitos 2014.)

Maalämpöpumput ja niiden komponentit on suunniteltava ja valmistettava siten, että ihmisille, ympäristölle tai kenenkään omaisuudelle ei kohdistuisi minkäänlaista vaaraa. Maalämpöpumppuihin tarvittavien komponenttien sekä putkistojen on noudatettava asiaankuuluvia standardeja. (SFS-EN 378-2 + A2 2008, 16.)

## 5.2 Valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistus

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kiinteistö- ja teollisuusmaalämpöpumpuille valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistus, jota apuna käyttäen kokematonkin työntekijä selviää työstään. Ennen varsinaisten työohjeiden luomista on hyvä käydä läpi ensin työ vaihe kerrallaan ammattilaisen opastuksella, jolloin työnkuva selkeytyy. Tutustamalla kohteena olevaan työhön työohjeen tekijä pystyy paremmin luomaan ymmärrettävän ja selkeän ohjeistuksen niin valmistukseen, testaukseen kuin tarkastukseen. RE-maalämpöpumppujen työohjeistusta tehdessä on hyvä muistaa niille asetetut lainsäädännöt.

### 5.2.1 Standardit sekä laatuvaatimukset

Valmistajan tai asentajan on testattava jokainen kylmälaitekokonaisuus ennen käyttöönottoa suorittamalla painekoe, tiiveyskoe, toimintakoe turvakytkimelle paineenrajoitusta varten ja vaatimustenmukaisuuskoe valmiille laitokselle, tässä tapauksessa maalämpöpumpulle. (SFS-EN 378-2 + A1 2012, 70.) Oilon Home Oy:llä saadut testitulokset on kirjattava pöytäkirjaan.

Oilonilla maalämpöpumpun valmistuksessa käytettäviä komponentteja ei tarvitse testata erikseen tuotestandardien mukaisesti, koska kaikki käytettävät komponentit on testattu toimittajalla. Maalämpöpumpulle suoritetaan rasiustesti paineessa, joka on vähintään 1,43 x PS. Niille putkistoille ja putkiston liitoksille, joita ei ole testattu erikseen, suoritetaan standardien EN 14276-2 mukainen testi tai testataan putkistot ja putkiston liitokset vähintään 1,1 x PS paineessa. Kovajuotosliitoksiin käytetään standardia EN 12799. Painerajoituslaitteet ja hallintalaitteet voidaan poistaa painekoetta varten, mikäli se on tarpeen. Suurin sallittu käyttöpaine voidaan eritellä jokaiselle osalle erikseen, jolloin testipaine voi olla jokaiselle osalle erilainen ja tässä tapauksessa jokaiselle maalämpöpumpulle asetetut testipaineet ovat erilaiset. Testien aikana kompressorien pienpainepuoleen ei saa kohdistaa suurempaa testipainetta kuin valmistajan määrittelemä pienpainepuolen suurinta sallittua käyttöpainetta PS. Testeissä suositellaan käytettäväksi happivapaata tyyppiä. (SFS-EN 378-2 + A1 2012, 72.)

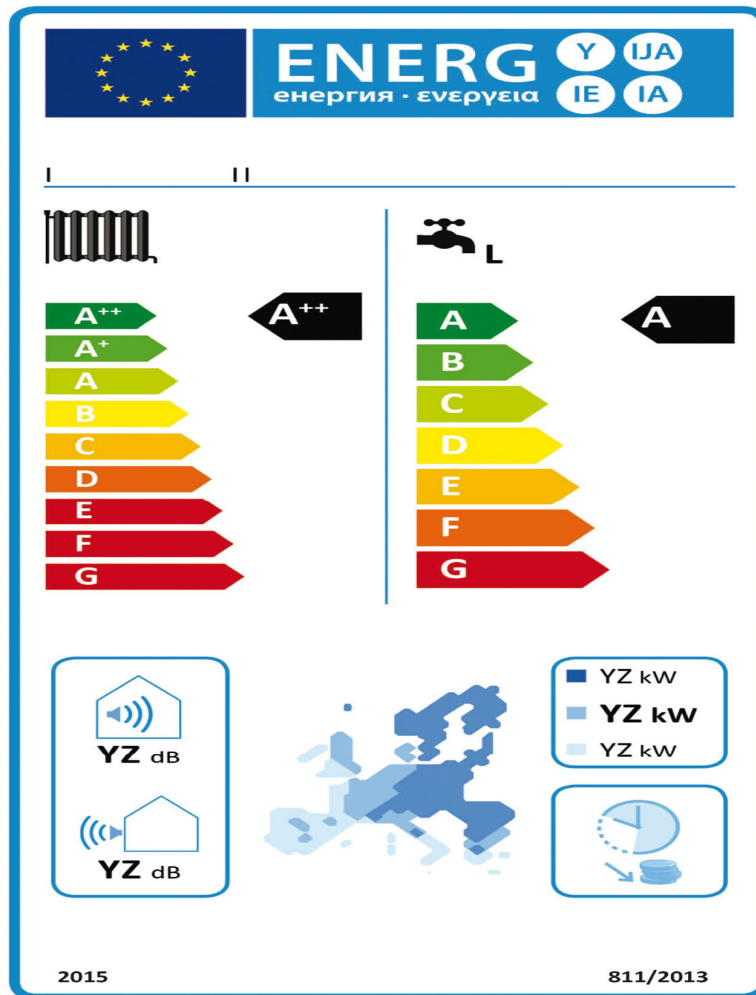
Laitteelle on suoritettava tiiveyskoe joko kokonaisuutena tai osissa ennen kuin laite lähtee tehtaalta. Oilonilla valmiille laitteille suoritetaan tiiveyskoe testipenkissä (LIITE 2). Tiiveyskokeessa voidaan käyttää tyypeä, heliumia tai hiilidioksidia. Tyhjiömenettelyllä voidaan selvittää karkea arvio mahdollisista vuodoista, joten valmistajan on määriteltävä sopivat kriteerit tyhjiömenettelylle, jotta laitteesta saadaan suunniteltua mahdollisimman tiivis. Tiiveyskokeessa käytettävät mittauslaitteet on kalibroitava säännöllisesti ohjeiden mukaisesti. (SFS-EN 378-2 + A1 2012, 74.)

Ennen maalämpöpumpun käyttöönottoa on maalämpöpumppu tarkistettava silmämääräisesti epäasianmukaisten asennusten varalta. Maalämpöpumpun tarkastus on suoritettava, jotta voidaan olla varmoja siitä, että maalämpöpumppuun on asennettu vaadittavat komponentit ja ne ovat toimintakunnossa ja että paine, jolla kyseinen maalämpöpumppu toimii, on valittu oikein. Maalämpöpumppuun asennetut putkistot on myös tarkistettava silmämääräisesti, että kasausohjeita on noudatettu. (SFS-EN 378-2 + A1, 76.)

Maalämpöpumppuun on myös liimattava konekyltti, josta löytyy ainakin seuraavat tiedot: valmistajan nimi ja osoite, malli, sarjanumero tai viitenumero, valmistusvuosi, kylmäainetytös ja suurin sallittu käyttöpaine (PS). (SFS-EN 378-2 + A1 2012, 74.)

26. syyskuuta 2015 astuu voimaan uusi energiamerkintävaatimus, jolloin esimerkiksi maalämpöpumppujen mukana on toimitettava (kuvio 9) mukainen merkki, jossa tulee esille laitteen tilalämmityksen kausittaiset energia- tehokkuusluokat ja vedenlämmityksen energiatehokkuusluokat.





KUVIO 9. Tuotteiden ekosuunnittelu ja energiamerkintä (Ekosuunnittelu 2015)

### 5.2.2 Direktiivit

Maalämpöpumppujärjestelmä koostuu lämpöpumpusta, siirtoputkistosta ja keruupiiristä. Maalämpöjärjestelmän rakentaminen vaatii laaja-alaista osaamista, ja henkilöllä, joka valmistaa maalämpöpumppujärjestelmiä, täytyy olla asianmukaiset kylmäalan luvat. Maalämpöpumpussa kiertää yli 3 kg F-kaasuja sisältävää kylmäainetta, jotta laitetta voisi huoltaa tai asentaa, täytyy asentajalla olla 3kg asentajan pätevyys. (Tukes 2014a).

Vaikka yrityksessä valmistettavat maalämpöpumput koostuvat osista ja osakokoonpanoista on painelaittevalmistajan vastuulla varmistua siitä, että painelaitteiden osat ovat sellaisia, että painelaite täyttää direktiivissä esitetyt olennaiset turvallisuusvaatimukset (Tukes 2014b, 31). Painelaitedirektiiviä (PED) käytetään maalämpöpumppujen valmistuksessa, siten että sitä noudattaen pystytään täyttämään painelaitetta koskevat olennaiset turvallisuusvaatimukset. (Painelaitedirektiivi 2014/68/EU)

Konedirektiivillä varmistetaan, että suunnitteluvaiheessa terveys- ja turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Valmistaja on siis vastuussa siitä, että valmistettava tuote on turvallinen (Konedirektiivi 2006/42/EY). EMC-direktiiviä käyttäen varmistutaan, ettei valmistettava laite aiheuta sähkömagneettisia häiriöitä. Tämä direktiivi auttaa valmistajaa suunnittelemaan ja tekemään elektromagneettisesti yhteensopivia laitteita, jotka pystyvät myös sietämään häiriöitä. (EMC-direktiivi 2004/108/EY.)

## 6 TOIMIVA TYÖOHJE

Toimivan työohjeen määrittäviä tekijöitä ovat sen kattavuus, ymmärrettävyys ja selkeys, mutta liialliset yksityiskohdat voivat olla haitallisia. Tarkoituksena olisi saada työohjeet tehtyä siten, että niiden avulla uusien työntekijöiden perehdyttäminen työhön ja työympäristöön onnistuisi mahdollisimman hyvin. (Haag ym. 2011, 14.)

On kuitenkin hyvä muistaa, että aloittelija tarvitsee enemmän ohjeistusta kuin kokenut työntekijä. Työohjeiden tulee olla visuaalisia, sillä kuvien ja piirustusten avulla työntekijöiden on helpompi sisäistää työvaiheissa tapahtuvat asiat. (Haag ym. 2011, 14.)

### 6.1 Työohjeen rakenne

Tärkeintä on tuoda heti alussa ohjeen käyttäjälle ilmi, mitä ohje koskee ja mitä se pitää sisällään sekä kenelle ohje on tarkoitettu. Ohjeistus on tärkeää jäsentää siten, että alussa kerrotaan käyttäjälle välttämättömät asiat, kuten tässä tapauksessa valmistettavan, testattavan tai tarkastettavan maalämpöpumpun malli.

*Esimerkkini voi tuntua kärjistetyltä, mutta tosiasia on, että ihmiset eivät lue laajoja ohjeita (Korpela 1996).*

Kuten Korpela viittaa tekstissään siihen, että ihmiset eivät lue laajoja ohjeita on silloin hyvä käyttää työohjeissa tekstin sijaan kuvia, joihin on lisätty tekstikommentteja. Silloin vältetään pitkiltä tekstiä sisältäviltä ohjeilta. Suurin syy siihen, etteivät työntekijät käytä laadittuja ohjeita, johtuu osaksi siitä, että ne ovat huonoja sekä erityisesti liian laajoja.

Mikäli työohjeistus on pitkä, on hyvä tehdä siihen sisällysluettelo, joka helpottaa käyttäjää tiedonhaussa. Työohjeistuksen pituudesta riippumatta on työohjeistuksen sisällön oltava järjestelmällinen siten, että jokainen työvaihe on omana kohtanaan joko kuvina tai tekstinä, silloin käyttäjän on helppo edetä työssään. (Korpela 1996.)

Työohjeita tehtäessä on tärkeää muistaa, että hankaluutta voidaan tuntea työohjeen kirjoittamisessa, koska laite tunnetaan liian hyvin. Jos omaksuu monen vuoden kokemuksen alalta ja tuntee kyseisen tuotteen toimintaperiaatteen kuin omat taskut on ohjeistusta kirjoittaessa hyvä muistaa ohjeistuksen olevan tarkoitettu erityisesti niille, joille laite on uusi ja outo. (Korpela 1996.)

## 6.2 Työohjeiden selkeyttäminen kuvien avulla

Työohjeiden selkeyttämisen ja ymmärrettävyyden kannalta on työohjeissa hyvä käyttää kuvia apuna. Kuvien laatuun ja selkeyteen on kiinnitettävä huomiota, olivatpa kuvat valokuvia, piirikaavioita tai muita kuvia. (SFS-EN 62079 2001, 51.) Kuviin on hyvä liittää niitä tukevia tekstejä, joiden avulla pystytään täydentämään kuvia ja saamaan käyttäjälle mahdollisimman kattava ja selkeä kokonaisuus. Kuviin on esimerkiksi lisättävä tekstit, joiden avulla käyttäjä pystyy paikantamaan käsiohjauslaitteet (toimilaitteet). (SFS-EN 62079 2001, 51.) Käyttöjärjestystä eli tapahtumien todellista järjestystä on noudatettava, kun kuvataan kuvien ja tekstien avulla peräkkäin tapahtuvia toimintoja. Tekstien on oltava mahdollisimman lähellä sitä kuvaa, johon ne liittyvät. (SFS-EN 62079 2001, 51.)

Kuvien käyttäminen työohjeissa auttaa etenkin uutta työntekijää ymmärtämään työohjeita paremmin, mutta kokeneemmalle työntekijälle saattaa riittää pelkkä kuvan vilkaisu. Kuvien avulla työntekijä löytää tarvittavan tiedon nopeammin.

### 6.3 Työohjeiden käyttäminen ja saatavuus

Tässä opinnäytetyössä tehdyt työohjeet tulivat kiinteistö- ja teollisuus-maalämpöpumppujen kokoonpanolinjan työntekijöiden käyttöön. Ohjeiden tulee olla hyvin suojattuja kulumiselta ja tahriintumiselta, mutta helposti käsiteltävissä.

Työohjeiden käytön kannalta työohjeiden sijaintiin tulee kiinnittää mahdollisimman paljon huomiota, jotta ne ovat helposti käyttäjän käytettävissä. Tämä tarkoittaa sitä, että työohjeet tulee sijoittaa kokoonpanolinjaston läheisyyteen, jottei niiden etsimiseen kulu ylimääräistä työaikaa.

Mahdollisten työohjeiden katoamisen kannalta on hyvä varmistaa työohjeiden säilyminen sijoittamalla ne myös PDM-järjestelmään, eli lähiverkkoon, mikäli yrityksellä on sellainen. Tämä mahdollistaa työohjeiden käytön myös työpaikan tietokoneelta, jolloin ne ovat jokaisen työntekijän saatavilla. Työohjeiden ollessa lähiverkossa on niiden päivittäminen ja tallentaminen mahdollista miltä tahansa tietokoneelta, joka on yrityksen lähiverkossa. Työohjeista vastaavan työntekijän päivittäessä työohjeita PDM-järjestelmään tulee myös päivitetty työohjeet tulostaa ja vaihtaa tuotannossa oleviin käsin käytettäviin kansioihin. (Kuvio 10.)

Kenelle?	Miksi?	Millainen?	Missä?
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uudet työntekijät</li> <li>• Vanhat työntekijät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perehdytys</li> <li>• Yhtenäiset työtavat</li> <li>• Työturvallisuuden parantaminen</li> <li>• Virheiden välttäminen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sisällöllisesti kattava</li> <li>• Ymmärrettävä</li> <li>• Selkeä (Kuvat ja teksti)</li> <li>• Helppo päivittää</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkossa, PDM-järjestelmä</li> <li>• Kansioissa</li> </ul>

KUVIO 10. Yhteenveto hyvästä työohjeesta

## 7 TOTEUTUS

Valmistettavien maalämpöpumppujen osakokoonpanoihin tutustuminen sekä toimintaperiaatteen ymmärtäminen oli työn lähtökohtana. Kokoonpanolinjaan tutustuminen työntekijöiden avustuksella sekä itse kokoonpanon seuraaminen sivusta oli yksi tärkeimmistä aloitusvaiheista, jotta kokonaiskuva hahmottuisi paremmin ja työohjeiden teko olisi helpompaa.

Suunnitteluvaiheen aloittaminen vaati selkeää ymmärrystä maalämpöpumppujen toimintaperiaatteesta. Valmistuksen, testauksen ja tarkastuksen työpisteet ja työvaiheet käytiin läpi, työvaiheet kirjattiin ylös sekä valokuvattiin. Aluksi ongelmana oli työntekijöiden ”hiljaisen tiedon” saaminen kirjattua ylös. Tiedon saaminen tuotti hankaluuksia, koska täytyi seurata monen työntekijän työntekoa. Työntekijöiltä kyselemällä saatiin hankittua erityishuomiot koskien valmistettavia maalämpöpumppuja, joita pystyin hyödyntämään tehdessäni työohjeistuksia.

Toteutusvaiheeseen siirryttäessä kaikki oleellinen tieto oli hankittu ja kirjattu ylös, joten voitiin aloittaa työohjeiden luominen Word-ohjelmistolla. Työn aikana otettiin noin 740 kuvaa, joista valittiin sopivimmat ja tietoa antavimmat kuvat työohjeisiin. Valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistuksia tehtiin yhtä aikaa, ja jokaista työohjetta varten otetut kuvat tai kerätyt tiedot piti pitää erillään toisistaan, jotta vältyttiin mahdollisilta sekaannuksilta. Kaikesta tästä huolimatta täytyi pysyä ajan tasalla ja osata yhdistellä oikeat kuvat ja tiedostot yhtenäisiksi kokonaisuuksiksi. Työohjepohjan teossa käytettiin Microsoft Office Word -ohjelmistoa sen helpon käytettävyyden sekä muokkausmahdollisuuden vuoksi, jolloin työohjeiden päivittäminen tulevaisuudessa, kuten kuvien vaihtaminen, uusien valmistusmenetelmien ilmeneminen tai merkittävien huomioiden lisääminen, onnistuu vaivatta.

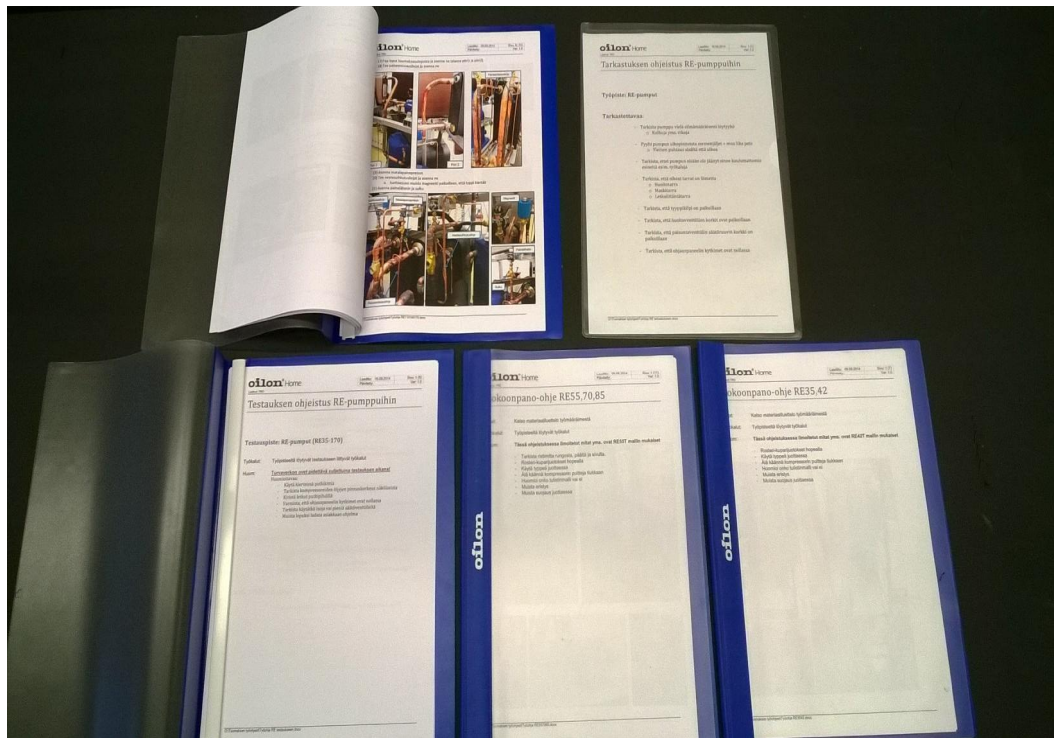
Arviointivaiheessa valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistuksien ensimmäiset versiot käytiin läpi yhdessä työntekijöiden sekä tukihenkilöiden kanssa. Saadussa palautteessa ilmeni pieniä muutoksia sekä puutteita työohjeissa, joita oli esimerkiksi täydentävien tekstien lisääminen kuviin sekä puutteellisten tietojen täydentäminen työohjeisiin.

Kun työohjeet olivat valmiina niiden lopullisessa muodossa, siirrettiin ne käyttöönottovaiheessa PDM-järjestelmään. Tämän jälkeen tulostetut paperiversiot laitettiin muovitaskuihin ja laitettiin kansioihin, jotka suojasivat niitä likaantumiselta ja kulumiselta. Kansiot sijoitettiin valmistus-, testaus- ja tarkastuspisteiden välittömään läheisyyteen, josta jokainen niitä tarvitseva löytää ne helposti.

## 8 TULOSTEN TARKASTELU

### 8.1 Työn tulos

Työn tuloksena saatiin RE-maalämpöpumppujen kokoonpanolinjalle erilliset valmistu-, testaus- ja tarkastusohjeistukset. Valmistusohjeistuksia saatiin yhteensä 9 kappaletta, joista ilmenee valmistuksen työvaiheet kuvina sekä teksteinä (kuvio 11). Maalämpöpumppujen testauspaikalle luotiin standardien ja direktiivien täyttämät testausohjeistukset, joiden avulla käyttäjä pystyy testaamaan jokaisen valmistettavan maalämpöpumpun. Tarkastukseen luodut ohjeistukset saatiin luotua yhdelle A4 paperille, jossa on eriteltynä tarkastuksessa suoritettavat toimenpiteet. Työohjeiden ja muun tuotetiedon saatavuus Oilonin PDM-järjestelmästä mahdollistaa työohjeiden muokkaamisen ja lukemisen työpaikan verkkoon liitetyillä koneilla.



KUVIO 11. Esimerkki luoduista työohjeista



## 8.2 Tulosten vertaaminen tavoitteisiin

Tämän työn tavoitteena oli luoda RE-maalämpöpumppujen kokoonpanolinjalla valmistu-, testaus- ja tarkastusohjeistukset, jotka mahdollistaisivat työntekijän suoriutumaan kyseisistä työvaiheista sekä auttamaan itsenäisessä opiskelussa niin uutta työntekijää kuin kokeneempaa. Työohjeiden sisäistäminen ja ymmärtäminen vähentää tukihenkilöiden tarvetta, jolloin pystytään parantamaan linjan tuotannon sujuvuutta sekä työnjäljen yhtenäisyyttä. Ohjeissa täytyi huomioida kiinteistö- ja teollisuusmaalämpöpumppujen vaatimat direktiivit sekä standardit, jotta valmistuksessa, testauksessa ja tarkastuksessa tapahtuvat työvaiheet olisivat niiden mukaiset. Samalla työohjeistukset vähentävät mahdollisten virheiden määrää ja auttavat muistettavien asioiden muistamisessa sekä pystyvät tarjoamaan selkeät kuvalliset ohjeistukset jokaisesta työvaiheesta. Näihin kaikkiin tavoitteisiin pystyttiin vastaamaan erinomaisesti.

Työntekijöiden tyytyväisyys työohjeisiin sekä työohjeiden käyttämiseen selviää vasta, kun työohjeet ovat olleet käytössä muutaman kuukauden. Työohjeiden avulla pyritään saamaan mahdolliset kokoonpanossa aiheutuvat laatuvirhekustannukset vähäisiksi, mutta tämän tiedon saaminen kestää pitkän ajan, sillä yrityksessä seurataan ja arvioidaan tuotantoa ja sen tehokkuutta vuositasolla laatutyökalujen avulla. Kuitenkin teoreettiset mahdollisuudet laatuvirhekustannusten pienenemiselle ovat hyvät, sillä ohjeistetun työn virhemahdollisuudet ovat käytännössä pienemmät kuin ohjeistuksetta olevilla töillä.

Mahdolliset virheet työohjeissa ovat mahdollisia, vaikkakin työohjeet ovat tarkastettu yhdessä tukihenkilön kanssa. Kun työohjeita on käytetty muutaman kuukauden ajan, niin silloin vasta selviää, onko työohjeissa ilmaantunut virheitä tai puutteita. Työohjeiden eheyden ja tehokkuuden kannalta olisi työntekijöiden hyvä ilmoittaa ilmenevistä virheistä heti, jotta työohjeet saataisiin päivitettyä.

### 8.3 Työohjeiden päivittäminen

Kun työohjeet on luotu myös Word-tiedostona, on työohjeiden päivittäminen helppoa. Ei kuitenkaan pidä ajatella niin, ettei kerran tehtyjä työohjeita tarvitsisi päivittää. Päivittämällä työohjeita säännöllisesti pystytään säilyttämään niiden mahdollistama hyöty. Olisi tärkeää yrityksen kehityksen ja tuotteliaisuuden kannalta, että yrityksessä valittaisiin henkilökunnasta joku, joka vastaisi työohjeiden päivittämisestä sekä ylläpidosta, jotta ohjeista saatava apu säilyisi. Luodut työohjeet koostuvat pääsääntöisesti kuvista ja niitä tukevilla teksteillä, jotka mahdollistavat niiden helpon päivittämisen yrityksen PDM-järjestelmän kautta.

#### 8.4 Yhteenveto

Tämä opinnäytetyön teko Oilon Home Oy:llä antoi upean mahdollisuuden olla mukana Tuotannon kehitystoiminnot -projektin läpiviennissä sekä työskennellä suomalaisessa teollisuuden yrityksessä, joka on alansa yksi johtavimpia yrityksiä. Työ opetti sen, että työohjeiden luominen kiinteistö- ja teollisuusmaalämpöpumppujen valmistukseen, testaukseen ja tarkastukseen pitää sisällään huomattavan määrän tuotannon sekä työmenetelmien ymmärrystä, jotta saataisiin luotua mahdollisimman kattavat työohjeet, jotka pystyvät vastaamaan sen käyttäjien ja työntekijöiden toiveita. Parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen pääseminen vaatii paljon yhteistyötä niin kokoonpanotyöntekijöiden kuin tuotekehityksen kanssa. Tuloksena syntyneet ohjeistukset hyödyntävät varmasti yritystä tulevaisuudessa. Tekijälleen tämän opinnäytetyön teko antoi hyvän mahdollisuuden nähdä, miten kyseinen tuotannon kehitysprojekti toteutetaan alusta loppuun.

Valmistus-, testaus- ja tarkastusohjeistuksien tulee olla teknisesti moitteettomia sekä käyttäjilleen selkeitä ja ymmärrettäviä. Pelkkä valokuvaaminen ja tekstin- sekä kuvankäsittelyohjelmiston käytön hallitseminen ei riitä. Toimivaan lopputulokseen pääseminen vaatii myös taitoa hahmottaa koko prosessin kokonaiskuva, jottei ohjeistuksiin jää mahdollisia aukkoja tai virheisiin johtavia puutteita.

Suurempia ongelmia työtä tehdessä ei esiintynyt. Työ eteni aikataulussa ja saatiin suoritettua hyvällä yhteistyöllä kokoonpanotyöntekijöiden sekä työn ohjaajien kanssa.

## LÄHTEET

EMC-direktiivi 2004/108/EY. Saatavissa <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:390:0024:0037:fi:PDF>

Ekosuunnittelu. 2015. Energiamerkintävaatimukset [viitattu 8.4.2015]. Saatavissa: [http://www.ekosuunnittelu.info/tuoteryhmat/lammityslaitteet\\_ja\\_kattilat/yhdistelmalammittimet](http://www.ekosuunnittelu.info/tuoteryhmat/lammityslaitteet_ja_kattilat/yhdistelmalammittimet)

Foffi. 2010. FOFFI – Suomalaisen pk-valmistavan kappaletavarateollisuuden tutkimusagenda 2020. Finnish SME Manufacturing Industry Research Agenda 2020. Käynnissä oleva projekti. <http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/toimialat/foffi-hanke.html>

Haag, M., Salonen, T., Siltanen, P., Sääski, J. & Järvinen, P. 2011. Työohjeiden laadintamenetelmiä kappaletavatuotannossa [viitattu 20.12.2014]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2011/W162.pdf>

Skurnik-Järvinen, H. 2011. Kenellä on työturvallisuusvastuu työpaikoilla [viitattu 8.2.2015]. Saatavissa: <http://jasentiedote.chamber.fi/index.php/jasentiedote/Lakiasiat/Kenellae-on-tyoeturvallisuusvastuu-tyoepaikalla>

Heikkinen, S. 2009. Geofoorumi retkellä. Lämpöä maasta [viitattu 18.11.2014]. Geologian tutkimuslaitos. Saatavissa: <http://www.gtk.fi/export/sites/fi/ajankohtaista/painotuotteet/geofoorumi/arkisto/Ratkella2009.pdf>

Kledustus. 2014. Kledustus Oy [viitattu 18.11.2014]. Saatavissa Kledustuksen kotisivuilta: <http://www.kledustus.com/#!maalampo/c1ua>

Konedirektiivi 2006/42/EY. Saatavissa <http://www.sfs.fi/files/63/koneturvallisuusesite2014web.pdf>

Korpela, J. 1996. Kirjoita asiaa. Luku 7. Arkisen asiakirjoittamisen opas [viitattu 21.01.2015]. Saatavissa: <https://www.cs.tut.fi/~jkorpela/kirj/7.7.html>

Muurametalot. 2015. Maasta otetaan ilmaista lämpöä [viitattu 24.3.2008].

Saatavissa: <http://www.muurametalot.fi/mita-on-maalampo.html>

Oilon. 2015a. Asennus- ja käyttöohje [viitattu 18.11.2014]. Saatavissa Oilonin kotisivuilla olevista maalämpöpumpun käyttöohjeista:

<http://oilon.com/uploadedFiles/OilonHome/Materials/RE%20FI%20Operation%20manual.pdf>

Oilon. 2015b. Oilon Group [viitattu 18.11.2014]. Saatavissa Oilonin kotisivuilla olevasta yleisesitteestä:

[http://oilon.com/uploadedFiles/Oilon/Materials/Oilon\\_yleisesite\\_FI.pdf](http://oilon.com/uploadedFiles/Oilon/Materials/Oilon_yleisesite_FI.pdf)

Oilon. 2015c. Oilon Group tuotteet [viitattu 13.3.2014]. Saatavissa Oilonin kotisivuilta: <http://oilon.com/oilon-home/tuotteet/>

Painelaitedirektiivi 2014/68/EU. Saatavissa <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0068&qid=1425560009084&from=FI>

Perälä, R. 2013. Lämpöpumput. 3. painos. Helsinki: Alfamer/Karisto.

Tukes. 2014a. Tukes – Maalämpöpumpun asentaminen on luvanvaraista toimintaa [viitattu 12.1.2015]. Saatavissa:

<http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Kylmalaiteliikkeit/Maalampopumpun-asentaminen-on-luvanvaraista-toimintaa/>

Tukes. 2014b. Tukes – Painelaitedirektiivin 97/23/EY soveltamisohjeita.

Saatavissa:

[http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/direktiivit/Ped\\_soveltamisohjeet\\_6\\_2013.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/direktiivit/Ped_soveltamisohjeet_6_2013.pdf)

Tukes. 2014c. Valtioneuvoston asetus otsonikerrosta heikentäviä aineita ja eräitä fluorattuja kasvihuonekaasuja sisältävien laitteiden huollosta 18.6.2009/452 [viitattu 13.3.2015]. Saatavissa:

<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20090452?toc=1>

Työterveyslaitos. 2013. Nolla tapaturmaa [viitattu 7.1.2015]. Saatavissa:

[http://www.ttl.fi/fi/tyoturvaluus\\_ ja\\_riskien\\_hallinta/tapaturmien\\_ ehkaisy/nolla\\_tapaturmaa/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoturvaluus_ ja_riskien_hallinta/tapaturmien_ ehkaisy/nolla_tapaturmaa/sivut/default.aspx)

Työterveyslaitos. 2014. Työturvallisuuden edistämiskeinoja [viitattu 6.2.2015].

Saatavissa:

[http://www.ttl.fi/fi/tyoturvaluus\\_ ja\\_riskien\\_hallinta/tapaturmien\\_ ehkaisy/tyotur\\_vallisuuden\\_edistamiskeinoja/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoturvaluus_ ja_riskien_hallinta/tapaturmien_ ehkaisy/tyotur_vallisuuden_edistamiskeinoja/sivut/default.aspx)

SFS-EN 378-2 + A1. 2012. Kylmäkoneistot ja lämpöpumput. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS 378-2 + A2. 2008. Jäähdytysjärjestelmät ja lämpöpumput. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.



## LITTEET