

Kokoonpano- ja testausohjeet maalämpöpumpputuotantoon

Case: Oilon Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Sami Sulka

ALKUSANAT

Haluan kiittää Oilon Oy:tä tuesta ja mahdollisuudesta opinnäytetyöni tekoon. Erityiskiitos Oilon Oy:n tehdaspäällikkö Jussi Rajalalle, liiketoiminnanjohtaja Petri Virralle sekä tuotantoinsinööri Ville Alasippolalle. Kiitän maalämpöpumpputuotannon työntekijöitä sekä tuotekehitysinsinööri Pasi Huhtia yhteistyöstä.

Kiitän myös Lahden ammattikorkeakoulun opettajia Pekka Lavikaista ja Olli Kaikkosta opinnäytetyön ohjauksesta.

Opinnäytetyön teossa sain hyödynnettyä koulussa opittuja asioita monipuolisesti. Sain hyvää kokemusta teollisuuden tuotannon toimista, minkä tuntemus edesauttoi opinnäytetyön kirjoittamista. Sain toteuttaa opinnäytetyön hyvässä ja ammattitaitoisessa ympäristössä. Kokemuksena tästä jäi itselleni todella paljon tietoa ja oppia.

05.01.2018

Sami Sulka

Tiivistelmä

Tekijä(t) Sulka Sami	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika Kevät 2018
	Sivumäärä 28	
Työn nimi Kokoonpano- ja testausohjeet maalämpöpumpputuotantoon Case: Oilon Oy		
Tutkinto Kone- ja tuotantotekniikka: Mekatroniikka		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda ja kehittää tuotannon kokoonpano- ja testausohjeet Oilon Oy:n uusille maalämpöpumppumalleille. Työ tehtiin Oilon Oy:n Hollolan ja Lahden tehtaalla.</p> <p>Kokoonpano-ohjeet toteutettiin tuoteperhekohtaisesti jokaiselle maalämpöpumppumallille. Ohjeisiin tehtiin maalämpöpumppujen kokoonpanotyövaiheittain niin, että ohjeiden mukainen kokoonpano kulkee loogisesti kokoonpanolinjan alusta loppuun. Jokaiselle mallille tehtiin teholuokasta riippumaton testausohje, jossa ohjeistettiin maalämpöpumpun sähkötestaus ja kytkentä testipenkkiin.</p> <p>Ohjeiden toteutustavaksi valittiin työvaiheiden hyvän kuvaamisen käyttäen kuvia, lyhyitä tekstejä sekä yleisesti käytössä olevia tunnuksia ja merkkejä. Tavoite oli saada ohjeista nopeasti luettavat ja ymmärrettävät, jotta tuotannon työntekijän ei tarvitsisi käyttää aikaa vaikeasti luettaviin ohjeisiin. Ohjeiden päätarkoitus oli edistää ja tukea kokoonpanolinjalla työskenteleviä henkilöitä sekä auttaa uusien työntekijöiden perehdyttämisessä. Ohjeiden avulla voidaan myös ehkäistä kokoonpanossa ja testauksessa mahdollisesti tulevia virheitä sekä säästää yrityksen laatuvihekustannuksissa.</p> <p>Työn tuloksena kokoonpanolinjastolle saatiin kattavat ohjeet maalämpöpumppujen malleista työntekijöiden käyttöön. Mallikohtaisia ohjeita tehtiin yhteensä 11 kappaletta, jotka sisälsivät yhteensä noin 100 sivua. Ohjeet helpottivat uusia ja vanhoja kokoonpanotyöntekijöitä uusien tuotemallien kanssa.</p> <p>Avainsanat: kokoonpano-ohje, maalämpöpumppu, tuotanto</p>		

Abstract

Author(s) Sulka Sami	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2018
	Number of pages 28	
Title of publication Assembly- and test instruction for geothermal heat pump production Case: Oilon Oy		
Name of Degree Bachelor's Degree in design-oriented Mechatronics		
Abstract <p>The purpose of this thesis is to create and develop assembly and testing instructions to production for Oilon's newest geothermal heat pumps models. This work where made in Oilon's factories in Hollola and Lahti.</p> <p>Assembly instructions were made for every product family models. The instructions were to prepare the ground source heat pump assembly by work operation, so that the assembly according to the instructions logically runs from the beginning to the end of the assembly line. The test instructions were designed for each model with its own efficiency-independent instruction, which guides the electrical testing of the heat pump and the connection to the test bench. The test drive for the devices itself is automated, but requires some action from the user which were listed in the instructions.</p> <p>The way I chose to create the instructions was description work operations well by photographing, short texts, and commonly used symbols and signs. In production, the worker does not want to spend too much time on the instructions too long, so the instructions should be easily readable and understandable. The main purpose of the instructions was to promote and support persons working on the assembly line, as well as to help familiarize new employees. The instructions are also intended to prevent future errors in assembly and testing, as well as to save the company in quality fault costs.</p> <p>As a result of the work, the assembly line was provided with comprehensive instructions on the models of new ground source heat pumps for workers. A total of 11 copies of the model-specific instructions were made, containing about 100 pages. The instructions facilitated new and old assembly workers with new models.</p> <p>Keywords: assembly Instructions, ground source heat pump, production</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Tavoite	1
1.2	Tausta.....	1
2	MAALÄMPÖTEKNIikka.....	2
2.1	Maalämpö	2
2.2	Maalämpöpumpun toiminnan kuvaus.....	3
2.2.1	Maalämpöpumpun valmistus Oilonilla	4
2.2.2	Maalämpöpumput Suomessa.....	5
3	KOKOONPANO.....	6
3.1	Kokoonpano-ohjeet.....	6
4	KOKOONPANO-OHJEET.....	8
4.1	Lähtötilanne	8
4.2	Kokoonpano-ohjeiden tärkeys Oilon Oy:ssä	9
4.2.1	Kokoonpano-ohjeiden puuttuminen	9
4.2.2	Laatukustannukset ja laadun yhtenäisyys.....	10
4.2.3	Tavoite.....	11
4.2.4	Aikataulu	11
4.3	Esityö	12
4.4	Ohjeiden rakenne	12
4.4.1	Teksti ja kuvat	13
4.4.2	Varoitukset ja erityishuomiot	14
4.5	Toteutus	15
5	TULOKSET	17
5.1	Ohjeiden palautekysely.....	18
5.2	Ohjeiden päivitettävyyys	18
6	YHTEENVETO	20
	LÄHTEET	21

1 JOHDANTO

1.1 Tavoite

Tämä opinnäytetyö tehtiin Oilon Oy:lle kesällä 2016. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda tuotantoon uudet kokoonpano-ohjeet uusista maalämpöpumppumalleista, joilla pyrittiin parantamaan tuotannon tehokkuutta ja laskemaan virhekustannuksia. Ohjeita luotiin 11:lle eri lämpöpumppumallille. Kokoonpano-ohjeita tehtiin vain Oilonin kiinteistölämmitys tuotteiden maalämpöpumpuille, Oilon Scancoolin teollisuus kokoluokan lämpöpumput eivät sisällyneet opinnäytetyöhön.

Suoritin opintoihin kuuluvan työharjoittelun Oilon Oy:ssä tuotekehitysosastolla. Harjoittelu antoi minulle hyvät valmiudet luoda kattavat kokoonpano-ohjeet tekemällä yhteistyötä tuotannon ja tuotekehitysosaston kanssa. Opinnäytetyöni aihe lähti yrityksen tarpeesta saada ohjeistukset uusille lämpöpumppumalleille. Edellisiin malleihin ohjeet on tehnyt Oilon Oy:n tuotantoinsinööri Ville Alasippola mistä hän teki, myös opinnäytetyön vuonna 2014.

1.2 Tausta

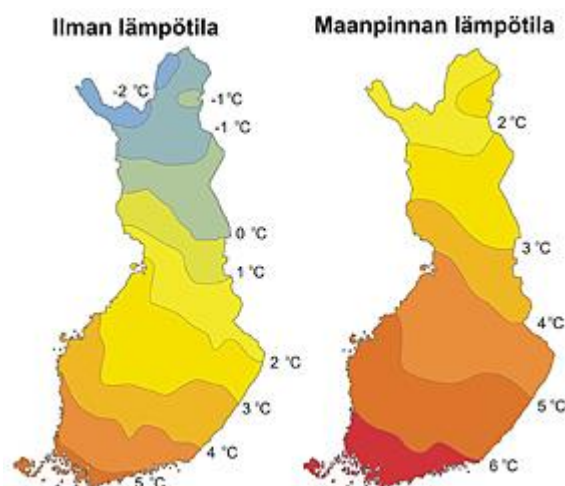
Oilon Oy on Lahdesta lähtöisin oleva suomalainen perheyritys, joka perustettiin vuonna 1961. Yrityksen toimiala on energia- ja ympäristöteknologian tuotteet, joihin kuuluvat polttimet ja niiden oheislaitteet sekä lämpöpumpputuotteet. Poltin valmistuksen puolen tuotteisiin kuuluvat: kaasu-, öljy- ja yhdistelmäpolttimet sekä venttiili- ja pumppauskeskukset. Tuotteita toimitetaan laivojen, kiinteistöjen, voimalaitosten, teollisuuden ja erilaisten prosessilaitosten tarpeisiin teholuokassa 2kW - 90MW. Maalämpöpumppu valmistuksen puolelta Oilon valmistaa maalämpöpumppuja kiinteistöihin, teollisuuteen ja voimalaitos käyttöön teholuokassa 4kW-400kW. Yrityksellä on tuotantoa Suomessa Lahdessa ja Kokkolassa, Kiinassa Wuxissa ja Yhdysvalloissa Thomasvillessä. (Oilon, 2016c)

Oilon teki organisaatiomuutoksen vuonna 2016, jossa konsernin emoyhtiön Oilon Oy:n alla olevat Suomen tytäryhtiöt: Oilon Industry Oy, Oilon Energy Oy, Oilon Scancool Oy ja Oilon Home Oy muutettiin Oilon Oy:ksi. Uudeksi emoyhtiöksi tuli Oilon Group Oy, jonka alle tytäryhtiöistä syntyvä Oilon Oy siirtyi. Tarkoituksena oli yhdistää tuotanto ja eriyttää myyntiyksiköt uusiksi liiketoimintayksiköiksi, joita olivat kiinteistölämmitys, teollisuus- ja laivapolttimet, sekä voimalaitos- ja prosessipolttimet. (Oilon, 2016b)

2 MAALÄMPÖTEKNIikka

2.1 Maalämpö

Maalämpö on maaperän pintaosiin ja vesistöön varastoitunutta, pääasiassa auringosta ja osittain geotermisestä energiasta peräisin olevaa lämpöenergiaa. Maaperän keskilämpötila on yleensä Suomessa noin kaksi astetta korkeampi kuin ilman keskilämpötila (kuvio 1). Maaperän keskilämpötilaan vaikuttaa ilman keskilämpötila ja maaperän koostumus, mutta maan keskilämpötila pysyy silti lähes vakiona 5-6 °C jo 14-15 metrin syvyydessä vuoden ympäri. Syvemmälle maahan mentäessä lämpötila nousee vielä noin 0,5-1 °C 100m kohden ja 200 metrin syvyydessä lämpötila onkin, jo noin 6-7 °C. Maaperään varastoitunutta energiaa pystytään hyödyntämään maalämpöpumpulla kiinteistöjen lämmitykseen, sekä kesällä taas viilennykseen. (Oilon, 2016a.)



KUVIO 1. Lämpökartat, Ilman- ja maanpinnan keskilämpötiloista (Leppäharju, 2016)

Suomessa geoenergian hyödyntämiseen lämmityksessä tarvitaan lämpöpumppu, josta saatavasta lämpöenergiasta keskimäärin 2/3 on ilmaisenergiaa. Suomen kallioperästä parasta lämmönjohtavuutta ja samalla geoenergian lähdeä edustavat kvartsipitoiset kivilajit kuten graniitit ja kvartsiitit, mutta muunkin tyyppisistä kivilajeista ja kosteasta irtomaasta sekä vesimassoista geoenergiaa saadaan varsin kohtuullisesti.

(Geologian tutkimuslaitos 2011.)

Geologian tutkimuskeskuksen artikkelissa kerrotaan geoergista maalämpönä, mutta tätä ei käsitettä tule sekoittaa geotermiseen energiaan. Geotermisen energia koostuu maan sisuksissa tapahtuvasta radioaktiivisesta hajoamisesta ja maalämpöpumppujen hyödyntämä energia koostuu suuremmalta osaltaan auringon lämmöstä. (Geologian tutkimuslaitos 2011.)

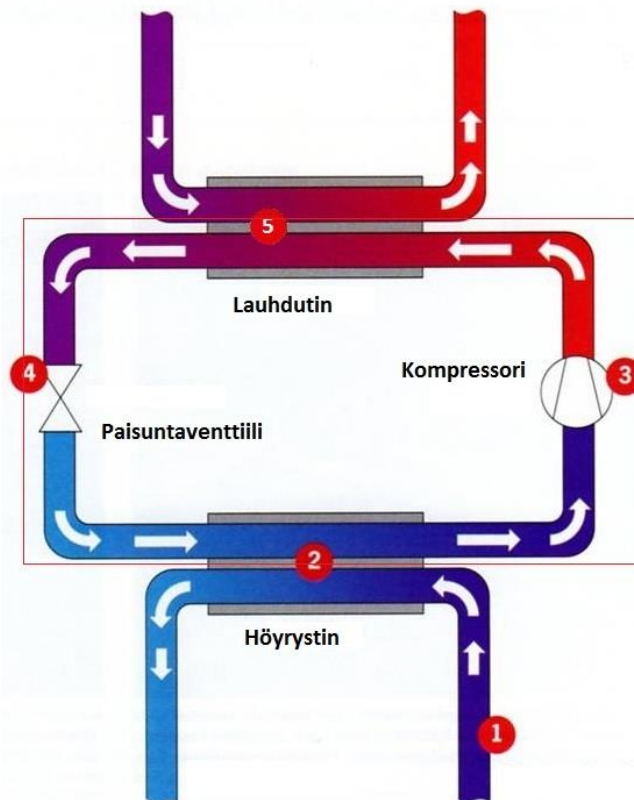


KUVIO 2. Havaintokuva erilaisista tavoista talteenottaa maalämpöä (Muurametalot, 2018)

Maalämpö on energiatehokas tapa lämmittää rakennuksia ja käyttöväettä, koska maalämpöpumpulla yhtä käytettyä sähkö kilowattituntia kohden saadaan jopa kolme kilowattituntia ilmaista lämmitysenergiaa (Heikkinen 2009, 18.)

2.2 Maalämpöpumpun toiminnan kuvaus

Maalämpöpumpulla kerätään talteen edellisessä osiossa selitettyä maahan tai vesistöön sitoutunutta energiaa. Itse laite koostuu hyvin pitkälti samanlaisista komponenteista, kuin esimerkiksi jääkaappi (Kuvio 3).



KUVIO 3. Kuvassa maalämpöpumpun keskeisimmät osat: kompressori, lauhdutin, paisuntaventtiili ja höyrystin

Höyrystimen piirissä (1) kiertää maaliuos, joka on veden ja jonkin jäätymisenestoaineen sekoitus. Etanoli on yleisimmin käytetty aine maaliuoksessa. Liuos kiertää lämmönkeruupiirissä maan sisällä, liuokseen sitoutuu maassa olevaa lämpöenergiaa, mikä kulkeutuu liuoksessa *höyrystimeen (2)*. Höyrystin on komponenttina lämmönvaihdin, joka toisella puolella kiertää kylmäaine. Höyrystimessä keruupiiristä saatu lämpö siirtyy kylmäaineeseen, jolloin kylmäaine höyrystyy. Kylmäaine kulkeutuu kaasumaisessa muodossa kompressorille. *Kompressori (3)* puristaa kaasun korkeapaineeseen, jolloin kaasu kuumenee. Kuumakaasu virtaa *lauhduttimelle (5)*, joka on vastaavanlainen komponentti, kuin höyrystin. Kaasu lämpö siirtyy lauhduttimessa lämmityspiirissä kiertävään veteen, jolla lämmitetään käyttövesivaraajaa tai suoraan lämmityspiiriä. Kylmäaine virtaa lauhtuneena *paisuntaventtiilille (4)*, jossa kaasuuntuneen kylmäaineen paine laskee ja muuttuu taas nestemäiseksi. Kierro alkaa taas alusta ja kestää niin kauan, että maalämpöpumpulla saavutetaan varaajan tai lämmityspiirin vaatima lämpötila. (Aittomäki 2008, 254.)

2.2.1 Maalämpöpumpun valmistus Oilonilla

Maalämpöpumpujen valmistus tapahtuu tuotantolinjalla alihankittavista osista, komponenteista, osakokoonpanoista ja materiaaleista. Alihankkijat toimittavat tuotantoon

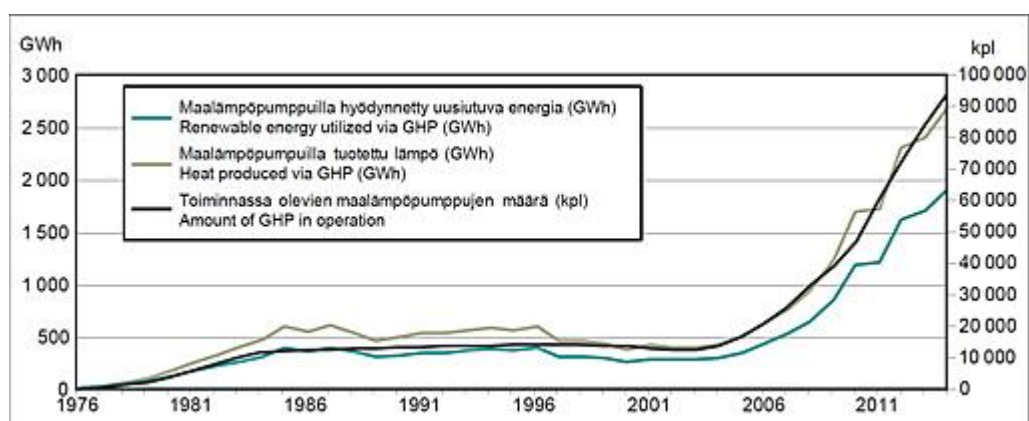
esimerkiksi rungot, ulkokuoret, kompressorit, lämmönvaihtimet, sähkökeskukset, anturit ja toimilaitteet, kuten paisuntaventtiilit ja kiertovesipumput. Maalämpöpumppujen kylmäainepiirissä olevat kupariputket taivutellaan ja muokataan itse tuotannossa olevassa erillisessä työpisteessä, valmistettavien laitteiden tarpeiden mukaisesti.

Maalämpöpumppujen kokoonpano koostuu pääosin putkijuotostöistä, sekä kiinnitysosien ja komponenttien mekaanisista liitostöistä.

2.2.2 Maalämpöpumput Suomessa

Maalämpöpumppuja valmistaa Suomessa alle kymmen yritystä. Ensimmäinen Suomessa valmistettu maalämpöpumppu valmistui 1975. Se oli Suomalaisen Lämpöässä / Suomen Lämpöpumpputekniikka Oy:n valmistama Geotherm- malli. (Lampoassa.fi 2016)

Suomessa maalämpöpumpuilla tuotettu energia on lähtenyt selvään nousuun vuosituhannen vaihteessa. (kuvio 4). Suomen lämpöpumppuyhdistyksen mukaan tilastot kertovat, että Suomessa oli vuoden 2012 lopussa 540 00 lämpöpumppua, joista 72 000 oli maalämpöpumppuja. Suomessa maalämpöpumppuja myytiin noin 13 000 kappaletta pelkästään vuonna 2012. Hallituksen ilmasto- ja energiapolitiikan ministerityöryhmä esitti tavoitteen vuonna 2010, että lämpöpumpuilla tuotettaisiin vuonna 2020 8 TWh uusiutuvaa energiaa. Vuonna 2014 luvun tilastojen mukaan tuotto arvellaan olevan 3-4TWh, joista maalämpöpumppujen osuus on noin 1,6TWh. (Suomen lämpöpumppuyhdistys ry, 2014). Kuvassa 4 näkyy, että maalämpöpumpuilla energia on lähtenyt voimakkaaseen kasvuun 2000-luvun jälkeen. Kuvaaja ei sisällä nimellisteholtaan yli 26 kW:n lämpöpumppuja. (Suomen lämpöpumppuyhdistys ry, 2014)



KUVIO4. Maalämpöpumppujen energian voimakas kasvu 2000-luvulta lähtien (Geologian tutkimuslaitos 2011.)

3 KOKOONPANO

Tekesin teknologiaohjelma RASKO on määritellyt kokoonpanon seuraavasti:

”Keskiraskaan ja raskaan kokoonpanotoiminnan kehittäminen, jossa kokoonpanon kerrotaan koostuvan valmistettujen osien, standardikomponenttien ja tarvikkeiden yhteen liittämistä toimivan lopputuotteen tai sen osaksi saamiseksi. Kokoonpanoon liittyy yleensä laajasti, myös varsinaisen kokoonpanovaiheiden lisäksi muitakin työvaiheita kuten pintakäsittelyä, sähkö- ja putkitöitä, ohjelmointityötä, testausta ja koeajoa.” (Tekes 2001.)

Kokoonpanotehtävät ovat teknologiateollisuuden kone- ja metallituotteita valmistavan yrityksen keskeisimpiä työtehtäviä. Lopputuotteet koostuu monesti useiden eri yritysten valmistamista komponenteista ja komponentit taas puolestaan voivat koostua useiden eriyrysten valmistamista osista. (Teknologia teollisuus ry 2010.)

Nykyaikaisilla automatisoiduilla valmistusmenetelmillä on saatu osien valmistukseen menevä aika minimoitua ja niiden kustannukset ovat henkilöstöressurssien osalta suhteellisen pienet. Kokoonpano on usein manuaalista työtä ja vaatii henkilöresursseja huomattavasti enemmän, koska kokoonpanotyötä ei aina pystytä tai sitä ei ole järkevää automatisoida. Osittain tästä syystä kokoonpanotyöhön käytettyä aikaa ei ole pystytty minimoimaan yhtä tehokkaasti. Hyvillä ja tehokkaalla työtila rakenteilla ja sijoittelulla on pyritty saaman kokoonpanoon kuluvaan aikaa mahdollisimman pieneksi, mutta ilman hyvää suunnitteluprosessia kokoonpanoihin voi helposti tulla turhia työvaiheita. (Haag, Salonen, Siltanen, Sääski & Järvinen 2011, 11.)

3.1 Kokoonpano-ohjeet

Tuotannon haasteena nykypäivänä ovat valmistettavien tuotteiden lukuisat mallit ja variaatiot, jotka vaativat tuotannolta yhä enemmän ja henkilöstön entistä suurempaa kykyä mukautua uusiin ja vaihteleviin kokoonpanotehtäviin. Työvaiheet tulisi siitä huolimatta pystyä tekemään ilman, että joustavuus tai laaduntuottokyky heikkenee. Tuotannon on siis pystyttävä toimimaan joustavasti ja työkapasiteetin siirtäminen tarvittaviin työtehtäviin tulisi tapahtua vaivattomasti. Ihanteellisessa tilanteessa henkilöstö olisi siis koulutettu siten, että jokainen pystyisi tekemään kaikkea. Teknisesti vaikeiden toteutusten omaavien tuotteiden osalta tämä on kuitenkin lähes mahdotonta toteuttaa käytännössä. Jokaisesta tuotemallista ja erikseen tilauksesta valmistettavasta erikoislaitteesta tulisi löytyä ajan tasalla olevat työohjeistukset, kuvat ja dokumentaatiot. Mahdolliset erityisohjeet on kohdistettava juuri oikeille tuotteille ja työvaiheille. (Haag ym. 2011, 8.)

Olen huomannut, että hyvän työohjeen tunnistaa siitä, että työntekijä katsoo ohjeista eikä kysy neuvoa heti muilta, esimerkiksi kokoonpanojärjestyksen tarkistaminen. Ohjeita ei käytettäisi, mikäli ne olisivat vaikeaselkoiset tai niistä olisi työlästä etsiä tietoa. Hyvät työohjeet ovat aina ajan tasalla, kattavat ja samalla yksiselitteiset, mutta ei liian yksityiskohtaiset ja pitkäselitteiset.

Tämän päivän ohjeet ovat usein tekstipohjaisia ja niitä käytetään vain kokoonpanon oppimisessa. Suuren tuotevalikoiman vuoksi ohjeiden täytyy olla tuotannossa ja niiden laadun on oltava korkea, jotta käyttäjät pystyisivät tekemään nopeita ja oikeita päätöksiä. (Mattsson, S. 2016, s209-214)

4 KOKOONPANO-OHJEET

4.1 Lähtötilanne

Oilon Oy:n kiinteistölämmitys liiketoiminta koostuu öljy- ja kaasupolttimista, lämpöpumpuista ja aurinkoenergiajärjestelmistä. Tämä opinnäytetyö keskittyy maalämpöpumpputuotannon toiminnan kehittämiseen ja sen uusien tuotteiden kokoonpano-ohjeiden luomiseen.

Päätehtäväni on luoda uudet kokoonpano-ohjeet tuotantoon uusille maalämpöpumppumalleille. Oilon Oy:n edellisille maalämpöpumppu malleille on jo olemassa ohjeet, joihin perehdyin aluksi hyvin ja löysin hyviä lähtökohtia uusiin ohjeisiin. Edellisiin malleihin ohjeet on tehnyt Oilon Oy:n tuotantoinsinööri Ville Alasippola mistä hän teki, myös opinnäytetyön vuonna 2014. Opinnäytetyö sisälsi 37 erilaista työhjettä, jotka koostuivat yhteensä 240 sivusta. (Alasippola 2014.)

Uudet maalämpöpumppumallit poikkesivat vanhoista niiden modulaarisen rakenteen, hyötysuhteen, ääni- ja värinävimennuksen parannuksen suhteen. Uuden tuoteperheen mallit olivat Cube, Junior Eco ja Junior GT. Kaikkien edellä mainittujen mallien kylmäkoneikkomodulit perustuvat samaan erilliseen akustisesti vaimennettuun täysin suljettuun koteloon.

Oilon Oy:llä on käytössä ISO 9001 -standardi. Tämän vuoksi kokoonpano-ohjeet ovat pakolliset, jotta standardin mukainen tuotanto toteutuu. Kesällä 2015 Oilon aloitti uusien maalämpöpumppujen suunnittelun ja protokoneiden valmistuksen sekä testauksen. Uusien maalämpöpumppu mallien tuotanto oli tarkoitus aloittaa 2016 ja samaan aikaan Oilon Oy:n maalämpöpumpputuotannon oli määrä siirtyä Hollolasta Lahteen. Lahden tehtaalla tehtiin laajennuksia ja kokonaan uusi tuotantolinjasto maalämpöpumpuille. Muutos lisäsi uusien kokoonpano-ohjeiden tarvetta. Uuden kokoonpanolinjan lisäksi Lahden tehtaalle rakennettiin myös kaksi uutta testipenkkiä.

SFS-EN ISO 9001 -standardin mukaan organisaation tulee toteuttaa tuotanto ja palveluiden tuottaminen hallituissa olosuhteissa. Hallittuihin olosuhteisiin sisältyy työhjeiden laatimisen osalta kohdat, joissa työntekijällä tulee olla saatavilla dokumentoitua tietoa:

- tuotettavien tuotteiden, palveluiden tai suoritettavien toimintojen ominaisuudet
- tulokset, jotka saavutettava
- inhimillisiä virheitä estävien toimenpiteiden toteuttaminen
- sopivan infrastruktuurin ja prosessien toimintaympäristön käyttö

(SFS-EN ISO 9001, 2015, 25.)

Kokoonpano-ohjeisiin löytyy SFS standardikirjastosta SFS-EN 62079 2001 ohjeiden laatiminen, mutta tämä standardi kumottiin vuonna 2012. Vaikka standardi oli kumottu, päätin silti hyödyntää siitä kohtia kokoonpano-ohjeiden tekemiseen. Sisällössä kerrottiin esimerkiksi ymmärtävyyden, luettavuuden, kuvien ja erityishuomioiden vaatimuksista.

4.2 Kokoonpano-ohjeiden tärkeys Oilon Oy:ssä

Uudet mallit ja uudet tuotantotilat vaativat paljon uuden opettelua. Kokoonpano-ohjeet toisivat muutoksessa suuren tuen ja avun, kun työntekijä joutuu opettelemaan ja muistamaan paljon uusia asioita. Ohjeista on hyötyä aloitteleville ja kokeneille työntekijöille, sillä aina voi tapahtua inhimillisiä virheitä tuotteen suunnittelun ja oikean kokoonpanon muistamisessa.

Tuotannossa valmistetaan tällä hetkellä useita eri teholuokan ja mallin maalämpöpumppuja. Työ tuotannossa on hyvinkin monipuolista ja työpisteitä on useita, mikä lisää haasteita tuotannontyöntekijöille. Työntekijän näkökulmasta kokoonpanotyö on haastavaa työpisteiden ja kokoonpantavien tuotteiden vaihtuessa myyntiyksikön ja asiakkaan tarpeen mukaan. Osat ja komponentit on listattu työpapereihin selvästi, mutta kokoonpanijan on tiedettävä tarkalleen kokoonpanovaiheiden oikea järjestys. Puutteelliset tai kokonaan puuttuvat kokoonpano-ohjeet voivat aiheuttaa tuotannossa merkittäviä laatu- ja korjauskustannuksia.

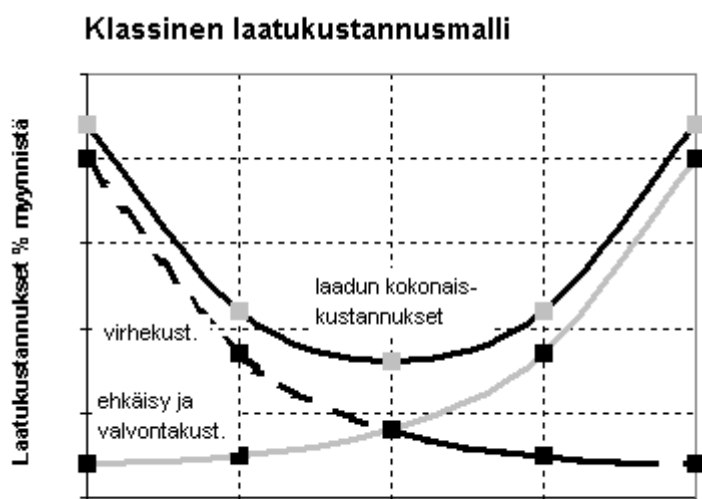
4.2.1 Kokoonpano-ohjeiden puuttuminen

Suunnittelun tukihenkilö on aina mukana ensimmäisen laitteen kokoonpanossa, kun uusi tuote tulee tuotantoon valmistettavaksi. Kokoonpano katsotaan ja tehdään yhdessä suunnittelijoiden kanssa, sillä tuotteen valmistamisen jälkeen voi mennä pitkä aika, ennen kuin samanlainen laite tulee tuotantoon uudestaan. Tämän vuoksi välissä ohjeistettu kokoonpano helposti unohtuu. Tuotteisiin voi tulla myös muutoksia, jos osaa,

komponenttia tai kokoonpanotapaa joudutaan muuttamaan. Muutoksen tapahtuessa täytyisi luottaa siihen, että tekijät muistavat muutokset ja lisäksi pystyisivät kertomaan siitä eteenpäin muille työntekijöille. Ilman hyviä ja selkeitä työohjeita jonkun täytyisi siis olla aina valmiina vastaamaan kokoonpanijan kysymyksiin. Jatkuva keskinäinen neuvominen hidastaa ja vaikeuttaa muiden kokoonpanijoiden työtä. Kokoonpano-ohjeet auttavat myös muistamaan työvaiheet paremmin, jos työntekijä on ollut poissa pidempään. Ohjeiden puuttuessa ja tukihenkilön ollessa tavoittamattomissa voi kokoonpanija yrittää tehdä ratkaisun asiaan itse, josta voi koitua vakavia seurauksia.

4.2.2 Laatumuutokset ja laadun yhtenäisyys

Laatumuutoksiin kuuluu ennaltaehkäisevän toiminnan kustannukset, valvontakustannukset ja virhekustannukset. Tuotannon laatumuutetta syntyy esimerkiksi kokoonpanossa työntekijän inhimillisestä erheestä tai unohduksesta. Virhe voi aiheuttaa monenlaisia vikoja tuotteessa tai se voi olla myös toimintaa vaikuttamaton kosmeettinen virhe. Todennäköistä on kuitenkin, että kaikista virheistä aiheutuu laatumuuttekustannuksia. Laatumuutteet aiheuttavat niin suoria kuin epäsuoria kustannuksia. Suorat kustannukset ovat takuu ja asiakaspalvelusta aiheutuvat kulut. Epäsuorat kustannukset koostuvat laitteen imagon heikentymisestä, mikä vaikuttaa asiakkaan tekemiin valintoihin. Maine epäluotettavasta ja huonolaatuisesta tuotteesta saa asiakkaan vaihtamaan kilpailevaan tuotteeseen.



KUVIO 5. Klassinen kustannusmalli

Laatua pystytään parantamaan monella tavalla, kuten erilaisilla laatuvalvonta menetelmillä, mutta nämä kuitenkin lisää laatukustannuksia. Tuotanto pyrkii saamaan laatukustannukset mahdollisimman optimaalisiksi ennaltaehkäisevien toimintojen ja virhekustannusten välillä. Klassisessa laatukustannus mallissa ehkäisevien toimintojen kustannusten kasvaessa virhekustannukset pienenevät (Kuvio 5). Tuotannossa pyritään hyvään laatuun, jotta laatuvirhekustannuksia saataisiin pienemmiksi. Työohjeet on havaittu hyväksi ja toimivaksi ennaltaehkäiseväksi tekijäksi laatuvirheille. (Tuurala 2010.)

Tuotannossa pyritään siihen, että kokoonpanijasta riippumatta lopputulos on aina samannäköinen. Tuotteet tulisi olla laadullisesti aina samanlaisia ja työohjeilla pyritään vaikuttamaan myös laatupoikkeavuuksiin. Samoja tuotteita valmistettaessa eri paikoissa ja eri työntekijöiden toimesta, on vaikea hallita tuotteen yhtenäisyyttä ilman selkeitä ohjeita.

4.2.3 Tavoite

Kokoonpano-ohjeet on edellä mainittujen kohtien mukaisesti todellinen tarve maalämpöpumpputuotannolle. Ohjeiden tavoitteeksi asetin täyttää tuotannossa kokoonpano ja testaustyötä tekevien henkilöiden tukitarpeita tekstin aikaisemmissa kohdissa esitettyjen puuteiden ja ongelmien poistamiseksi tai selventämiseksi.

Edellisiin malleihin jo olemassa olevat ohjeet ovat palvelleet tuotantoa hyvin ja säästäneet tukihenkilöiden aikaa kokoonpanotyövaiheiden ja toimintojen opastuksessa.

Kokoonpanijan on tarkoitus löytää tuotekohtaisesta ohjeista kaikki tai lähes kaikki kokoonpanoon liittyvä tieto. Uuden kokoonpanijan tulisi ennen työnaloittamista tutustua ohjeisiin ja sen sisältöön. Tarkoitus ei ole jättää pois uuden tekijän perehdytystä työhön, mutta antaa siihen tuotekohtaista tukea.

Tehtaan muuttaessa Hollolasta Lahteen, myös työpisteet muuttuivat ja uudesta tuotantoasetelmasta tuli enemmän kokoonpanolinjasto tyyppinen. Työohjeiden tarkoitus oli kokoonpanon ohjeistuksen lisäksi opettaa työntekijä toimimaan uudessa työympäristössä.

4.2.4 Aikataulu

Opinnäytetyön aloituksesta pidettiin palaveri tuotannon esimiesten kanssa, jossa arvioitiin työn kokonaisuutta ja aikataulua. Kokoonpano ohjeet rajattiin laitteiden pääkokoonpanon mukaisiksi ja niihin ei sisällytettäisi alityövaiheita, kuten kupariputkien taivutuksia. Työ aloitettiin osin vanhassa tehtaassa, jossa edellisille malleille oli mallikohtaisia työpisteitä,

koska Lahden tehtaalle tulevassa tuotannossa oli sama kokoonpanolinjasto jokaiselle mallille. Uusi kokoonpanolinjasto oli lohkottu viiteen eri osioon, jossa jokainen osio on tehty vastaamaan kokoonpanovaiheita, alkaen juotostöistä ja päättyen testaukseen. Kokoonpano ohjeisiin ei siis tässä vaiheessa lisätty tuotantolinjakohtaisia ohjeita, vaan ne tultiin päivittämään jälkeempään kokoonpanolinjaston asetelman valmistuttua.

Osallistuin myös tuotekehitystyöntekijöiden mukana protolaitteiden valmistukseen, joissa mietittiin toimivuuden lisäksi asioita, jotka vaikuttavat ja helpottavat kokoonpanotyötä tuotannossa. Tämän jälkeen tuotekehitys tekee päätöksen kokoonpanosta ja tuotteiden 3D-mallinnukset, jolloin uudet tuotteet ovat valmiina siirtymään tuotantoon. Tuotteiden siirtyessä tuotantoon pidettiin tärkeänä, että ohjeet saataisiin tuotantoon mahdollisimman pian uusien laitteiden valmistuksen alkaessa. Näin ennaltaehkäistiin mahdollisten väärrien tekotapojen käyttämistä kokoonpanossa.

4.3 Esityö

Aloitin opinnäytetyön teon käymällä tehtaan kokoonpanolinjalla. Seurasin työntekijöiden tekemisiä ja työtilojen rakennetta. Haastattelin työntekijöitä työtehtävistä tuotannon kokoonpanolinjalla sekä kyselin heidän näkemyksiään nykyisistä vanhojen mallien kokoonpano-ohjeista. Ohjeiden tekemisessä minun tukenani oli suoritettu harjoittelujakso, jonka aikana olin auttamassa uusien laitteiden suunnittelussa ja protolaitteiden tekemisessä. Uusien mallien kokoonpanovaiheet ja niiden järjestys suunniteltiin prototyyppinä tehdessä. Ensimmäisen version valmistuttua laitteistosta se siirrettiin tuotekehityslaboratorioon, jossa laitteesta kirjattiin suoritusarvot ja tehtiin toimintatestejä. Tämän jälkeen uusi maalämpöpumppu oli valmis tuotantoon.

4.4 Ohjeiden rakenne

Ohjeiden sisällölliseksi rakenteeksi katsottiin parhaaksi se, että niissä hyödynnettäisiin kuvia mahdollisimman paljon. Kuvia käyttämällä ohjeet saatiin kerrottua käyttäjälle mahdollisimman nopeasti ja selkeästi. Kokoonpano-ohjeiden sisällöllinen järjestys tehtiin vastaamaan kokoonpanon etenemistä kokoonpanolinjaston alusta loppuun. Kokoonpanolinjasto alkupäässä tehtiin juotostyöt. Loppupäässä ennen testausta toteutettiin sähkötoimisten komponenttien kytkentä. Mallista riippumatta järjestys kokoonpanoille oli aina sama ja tämä vähensi eri mallien välisten kokoonpanotöiden erilaisuutta.

Sisällysluettelon tarpeellisuutta ohjeissa mietittiin. Ohjeen sivumäärän ollessa suurempi kuin kaksi sivua, olisi sisällysluettelon käyttö suotavaa. Pääosin ohjeet olivat jonkin

maalämpöpumpumallin kokoonpano-ohjeet alusta loppuun ja ohjeiden sivumäärä kasvoi yleensä kymmeniin. Sisällysluettelo helpottaisi käyttäjää, mikäli hän tarvitsisi ohjetta kesken jo aloitetun kokoonpanotyön. Käyttäjä löytäisi sisällysluettelosta helposti kokoonpanovaihetta vastaavan kohdan.

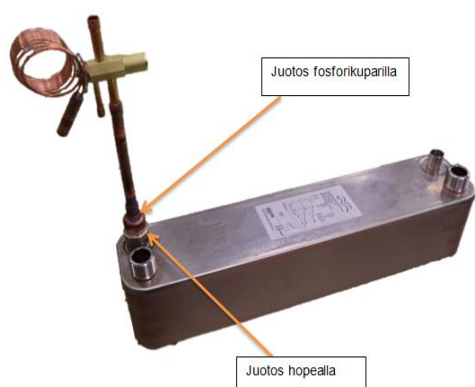
Kokoonpano-ohjeet sisälsivät ohjeita:

- juotostöistä
- komponenttien kokoonpano- ja asennusjärjestyksestä
- kylmäainepiirin koeponnistuksesta ja alipaineistuksesta
- kylmäaine täytöistä
- sähkökytkennöistä
- toimintatestauksesta

Ohjeiden kansisivuille tuli selkeä kuvaus, mitä tuotetta ohjeen sisältö koski ja versiointinumero. Etusivulle laitettiin esimerkiksi työturvallisuuteen liittyviä asioita ja erityishuomiota vaativia asioita, esimerkiksi työvaiheesta. Ohjeista tulisi selvittää tärkeimmät tiedot heti etusivulla, vaikka työntekijä ei tehdessään seuraisi jokaista työvaihetta.

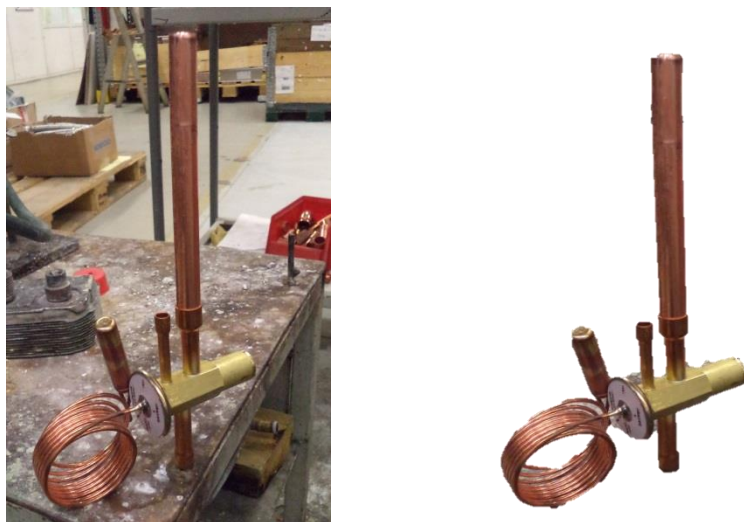
4.4.1 Teksti ja kuvat

Ohjeissa kuvien ja tekstin yhdistäminen on tehokas tapa tehdä hyvät ja selkeät ohjeet, mistä käyttäjä saa ohjeistukset helposti ja nopeasti selville. Kuviin voidaan lisätä tekstikentät ja niitä tehostamaan vielä kuviota ja osoittimia (Kuva 1.)



KUVA 1. Esimerkki kuva tekstin ja kuvan yhdistämisestä

Halusin, että ohjeissa olisi paljon hyviä ja selkeitä kuvia ja vähemmän tekstiä, näin ohjeiden käyttö pysyisi mielekkäänä ja nopeana. Tuotannossa otetuissa kuvissa on taustalla aina paljon kaikkea ylimäärästä, niin kuin työkaluja ja muita kokoonpanoon kuulumatonta osaa. Ylimääräiset objektit kuvissa voi viedä helposti ohjeen lukijan huomion väärin asioihin, minkä takia muokkasin ja siivosin kuvia kuvankäsittelyohjelmalla niin, että niissä näkyisi vai oleellinen (KUVA 2).



KUVA 2. Vasemmalla alkuperäinen kuva ja oikealla käsitelty kuva

Jokaista työvaihetta kuvaava ja ohjeistettava kohta tulisi toteuttaa siten, että ohjeistettavaa vaihetta ei käsitellä liian laajasti, vaan kerrotaan, mitä tekijän tulee sillä hetkellä tehdä. Esimerkiksi jos ollaan tekemässä kahden osan välistä mekaanista liitosta, ei tulisi siinä kohdassa kertoa asiaa, joka ei liity kyseiseen työvaiheeseen.

4.4.2 Varoitukset ja erityishuomiot

Kokoonpanossa voi tulla eteen työvaiheita, jotka tarvitsevat tekijän erityistä huomiota. Nämä asiat voivat liittyä työturvallisuuteen, käsiteltävien osien herkkyyteen tai kokoonpantavien osien järjestyksen tai kiinnitystavan erityiseen tarkkuuteen. Näissä kohdissa olisi tärkeää, että erityispiirteet ja varoitukset osuvat käyttäjän silmiin ensimmäisenä ohjeita tarkastellessa. Käyttäjän huomiota voidaan helposti ohjailta esimerkiksi muusta sisällöstä voimakkaasti poikkeavilla väreillä, isommalla fontilla tai jopa huomiomerkeillä (KUVIO 6). Varoitukset ja huomiot tulee aina kertoa ennen tekovaihetta koskevia muita ohjeita. Ohjeista tulee myös tarvittaessa ilmetä selkeästi mahdollisen vaaran aiheuttaja ja sen seuraukset. (Minna Pyhälähti, Kielikello 3/2002).



KUVIO 6. Huomiomerkki ohjeissa

4.5 Toteutus

Minulle oli selvää, että ohjeita tehtäisiin tiiviissä yhteistyössä tuotannon työntekijöiden kanssa. Ohjeiden käyttäjät tietävät parhaiten, millaisia ohjeita on helppo ja hyvä käyttää. Uusien tuotteiden kokoonpano on jokaiselle tekijälle uusi asia. Ajan kanssa on mahdollista, että tekijät keksivät tai huomaavat vaihtoehdoisen toimintatavan. Ohjeita on tarpeellista muuttaa tuotannon esimiesten hyväksymänä, mikäli tekijän ehdottama muutos kokoonpanossa katsotaan nopeuttavan tai parantavan kokoonpanoa. Tämän takia ohjeiden versiointinumerot ovat tärkeitä, että pystytään varmistumaan ohjeiden ajantasaisuudesta.

Kokoonpano-ohjeiden kirjoittamisen aloitin tekemällä ensiksi luonnosversioita siten, että niissä ei ollut sitovaa tietoa työpisteestä vaan pelkästään tietoa laitteen kokoonpanovaiheista. Koska tärkeää oli saada kokoonpanoista ohjeita mahdollisimman nopeasti tuotantoon ja uuden tehtaan kokoonpanolinjasto ei ollut vielä valmis, en voinut ohjeisiin laittaa vielä tietoja työpistekohtaisia tietoja.

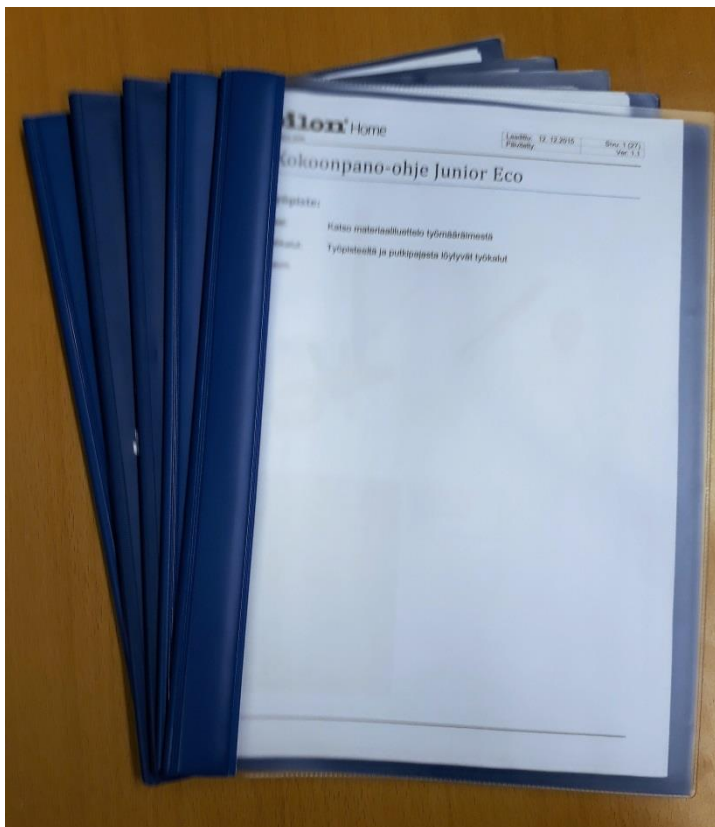
Tuotannon esimiesten kanssa päätettiin, mistä tuotteesta tehdään ensimmäiset ohjeet. Valinnassa päädyttiin suurimpaan osaan maalämpöpumppu tuoteperheen malleista menevään maalämpöpumppukoneikkoon. Maalämpöpumppumallistossa pelkkää koneikkoa markkinoidaan mallinimellä Oilon Junior ECO. Tuoteperheen muut mallit ovat Oilon Junior GT, Oilon Cube ja Oilon RE ja näistä kaksi ensimmäistä sisältää Oilon Junior ECO koneikon. Niihin on lisäksi integroitu esimerkiksi sähkölämmitysvastus ja sähkökeskus. Oilon Cubessa on lisäksi vielä integroitu lämminvesivaraaja.

Edellä mainitun maalämpöpumppukoneikon valmistuksesta avattiin yrityksen järjestelmästä yksittäinen tuotantotilaus, jonka kokoonpanoa minun oli tarkoitus seurata ja dokumentoida. Kirjasin koneelle muistiinpanoja erityövaiheista ja otin kuvia paljon eri kuvakulmista. Kokoonpano tehtiin normaalista tuotannosta poiketen hyvin hitaasti, jotta pystyisimme samalla miettimään, minkälaisia asioita kuvissa ja tekstissä tuli ilmetä.

Ohjeiden valmistuessa kävin näyttämässä niitä tuotannossa kokoonpanijoille ja katsoimme yhdessä, onko ohjeissa jotain muokattavaa tai lisättävää. Ohjeisiin lisättiin tietoa osista ja komponenteista, jotka vaikuttavat symmetrisiltä, mutta niissä saattaa silti olla pieni eroavaisuus. Tämä voi vaikuttaa esimerkiksi asennettavan osan asentoon. Alussa minulta jäivät puuttumaan ohjeista eri liitossaumojen lisäaineiden käyttö juotostyövaiheissa. Vaikka materiaalit ovat määritelty rakennesuunnittelussa ja tulostuvat tarveluettelona työpapereihin, voi niistä olla hankala ottaa selvää missä vaiheessa ja saumassa mitäkin lisäainetta käytetään.

5 TULOKSET

Uusi maalämpöpumpputuotanto sai uudet kokoonpano-ohjeet uusiin maalämpöpumppumalleihin. Tuotanto pääsi hyvin alkuun suurien muutoksien jälkeen. Uusi tuotanto, uudet tuotteet ja uudet ohjeet vaativat kaikilta uuden opettelua. Valmiista kokoonpano-ohjeista pidettiin katselmus tuotannon esimiesten kanssa. Ohjeista tuli positiivista palautetta ja ne katsottiin hyviksi ja selkeiksi. Yhdessä tulimme siihen päätökseen, että opinnäytetyönä tehdyt ohjeet olivat kokonaisuudessaan onnistuneet hyvin ja niistä tulisi olemaan hyötyä kokoonpanotyössä. Ohjeita tehtiin noin 100 sivua 11:lle eri lämpöpumppumallille.



KUVA 3. Lämpöpumppumallien ohjeet

haastavaa pitää tulostetut vanhentuneet versiot poissa tuotannosta. Ohjeiden päivittäminen jää maalämpöpumpputuotannon esimiesten tehtäväksi. Ohjeet jäävät arvottomiksi, jos ohjeiden päivittämiseen ja ylläpitämiseen ei panosteta. Arvion, että ohjeet tulevat vaatimaan uusien tuotteiden takia jonkin verran päivityksiä. Tuotteista voi jossain vaiheessa syntyä versioita, jossa tuote on muuten sama mutta sitä tehdään kahtena eri versiona. Erona voi olla vain yksi komponentti. Tämän takia ei kannata tehdä ohjeita kokonaan uusiksi, vaan lisätä ohjeisiin komponenttikohtaiset vaiheet. Tekijä kuitenkin tietää tuotantotilaukspapereista, millaista laitetta on kasaamassa. Tuotantotilaukspapereista ilmenevä laiteversio tuli merkitä kokoonpano-ohjeisiin, jotta tekijälle olisi selvää mitä ohjeversiota tuotteen tekemisessä seurataan.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä oli tarkoitus luoda uusille maalämpöpumpputuotteille kokoonpano- ja testausohjeet Oilon Oy:n tuotantoon. Opinnäytetyön teoreettinen osuus kertoo maalämpöpumpun toiminnasta ja kokoonpano-ohjeista tuotannossa. Maalämpöpumpun keskeisimpiä osia olivat kompressori, lauhdutin, paisuntaventtiili ja höyrystin, joiden toiminnan kautta saadaan tuotettua varaajan tai lämmityspiirin vaatima lämpötila. Suomen lämpöpumppuyhdistyksen mukaan tilastot kertovat, että Suomessa oli vuoden 2012 lopussa 540 00 lämpöpumppua, joista 72 000 oli maalämpöpumppuja. Tuotannon haasteena nykypäivänä ovat valmistettävien tuotteiden lukuisat mallit ja variaatiot, jotka vaativat tuotannolta yhä enemmän ja henkilöstön suurta kykyä mukautua uusiin ja vaihteleviin kokoonpanotehtäviin. Sen vuoksi kokoonpano-ohjeet ovat tärkeää luoda jokaiselle lämpöpumppumallille, jotta säästytään laatuvirhekustannuksilta ja viivästyksiltä.

Kokoonpano-ohjeiden tärkeys korostui Oilon Oy:ssä muutoksessa ja uusien maalämpöpumppujenmallien tullessa tuotantoon. Lahden tehtaalla tehtiin laajennuksia ja kokonaan uusi tuotantolinjasto maalämpöpumpuille. Ohjeiden teko aloitettiin käymällä tehtaan kokoonpanolinjalla, jossa seurasin työntekijöiden tekemisiä ja työtilojen rakennetta. Haastattelin työntekijöitä työtehtävistä tuotannon kokoonpanolinjalla, sekä kyselin heidän näkemyksiään nykyisistä vanhojen mallien kokoonpano-ohjeista. Uusien mallien kokoonpanovaiheet ja niiden järjestys suunniteltiin protoversioita tehdessä. Tuotekehityslaboratoriossa laitteesta kirjattiin suoritusarvot ja tehtiin toimintatestejä. Tämän jälkeen uusi maalämpöpumppu oli valmis tuotantoon. Ohjeissa panostettiin kuviin, joita tehostamaan lisättiin osoittimia ja tekstikenttiä. Ohjeen etusivulle laitettiin esimerkiksi työturvallisuuteen liittyviä asioita ja erityishuomiota vaativia asioita, esimerkiksi työvaiheesta. Ohjeista tulisi selvittää tärkeimmät tiedot heti etusivulla, vaikka työntekijä ei tehdessään seuraisi jokaista työvaihetta.

Yhteistyö tuotekehitysosaston ja tuotannon kanssa varmisti, että maalämpöpumppuohjeet ovat selkeät ja yksinkertaiset tuotannon työntekijöille. Nyt myös uusien 11 lämpöpumppumallin kokoonpano sujuu helposti ohjeiden avulla. Tuotannon työntekijät hyödyntävät ohjeita tuotannossa, jolloin tuotantoa saadaan tehostettua ja tuottamaan tasaista laatua. Tehokkuuden ja laadun säilyttämiseksi ohjeita tulee päivittää parempien toimintatapojen löytyessä tai standardien muuttuessa. Jatkotutkimusehdotukset voivat liittyä uusien ohjeiden tekemiseen uusille malleille tai laajemman kyselyn tekemistä tuotannon kokoonpanotapojen parantamiseksi.

LÄHTEET

PAINETUT LÄHTEET:

Aittomäki, A. 2008. Kylmäteknikka 3. painos. Jyväskylä: Gummerus

ELEKTRONISET LÄHTEET:

Geologian tutkimuskeskus 2011. Geoenergia [viitattu 1.1.2016].

Saatavissa: <http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/geoenergia/>

Haag, M., Salonen, T., Siltanen, P., Sääsäski, J. & Järvinen, P. 2011. Työohjeiden laadintamenetelmiä kappaletavaratuotannossa [viitattu 1.1.2016].

Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2011/W162.pdf>

Heikkinen, S. 2009. Geofoorumi retkellä. Lämpöä maasta [viitattu 1.1.2016]. Geologian tutkimuslaitos. Saatavissa:

<http://www.gtk.fi/export/sites/fi/ajankohtaista/viestintamateriaalit/geofoorumi/arkisto/Retkella2009.pdf>

Korpela J. 1996. Arkisen asiakirjoittamisen opas [viitattu 1.1.2016] Saatavissa:

<http://jkorpela.fi/kirj/7.7.html>

Minna P. 2002. Kielikello 3/2002 [viitattu 1.1.2016] Saatavissa:

<http://www.kielikello.fi/index.php?mid=2&pid=11&aid=1362>

Alasippola, V. 2014. Työohjeiden luominen maalämpöpumppujen kokoonpanolinjalle [viitattu 1.4.2018]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201404285219>

Oilon.com 2016b, uutiset [viitattu 1.1.2016].

Saatavissa: <https://www.oilon.com/teollisuudelle/uutiset/Yhti%C3%B6rakenteen-muutos-Oilon-yhti%C3%B6iss%C3%A4/>

Oilon.com 2016c, Tervetuloa Oilonille [viitattu 1.1.2016]. Saatavissa:

<https://www.oilon.com/tervetuloa-oilonille/#scroll-main>

Oilon.com 2016a, maalämpöpumput.

Saatavissa: <https://oilon.com/oilon-home/tuotteet/maalampopumput/>

Suomen lämpöpumppuyhdistys ry. 2014 [viitattu 1.1.2016]. Saatavissa:

<https://www.sulpu.fi/documents/184029/208772/L%C3%A4mp%C3%B6pumpputilasto%202015%20kuvaajat%2020281%29.pdf>

SFS-EN ISO 9001 2015, 25 Laadunhallintajärjestelmät. Oilon sisäinen materiaali.

Mattsson, S. 2016. Evaluation of Guidelines for Assembly Instructions [viitattu 1.1.2016].

Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316308588?via%3Dihub>

Tuurala, T. 2010. Laatuakatemia. Laatu kustannukset [viitattu 1.1.2016].

Saatavissa: <http://www.kotiposti.net/tuurala/Laatukustannukset.htm>

Tekes, 2001. Rasko [viitattu 1.1.2016]. Saatavissa:

<https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/rasko.pdf>

Muurametalot Oy. 2018. Kestäviä ratkaisuja. [viitattu 1.5.2018]. Saatavissa:

<https://www.muurametalot.fi/valmistalot/talosi-toteutus/kestavia-ratkaisuja/>

Leppäharju, N. 2011. Kuva 1 [viitattu 1.1.2016].

Saatavissa: <http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/geoenergia/>