



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# TUOTEKOHTAISTEN SUUNNITTELUOHJEIDEN JA VALMISTUSMAHDOLLI- SUUKSIEN PÄIVITYS

TEKIJÄ: Vilho Soininen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Vilho Soininen	
Työn nimi Tuotekohtaisten suunnitteluohjeiden ja valmistusmahdollisuuksien päivitys	
Päiväys 27.4.2017	Sivumäärä/Liitteet 23+30
Ohjaaja(t) yliopettaja Esa Hietikko, lehtori Anssi Suhonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Aikawa Fiber Technologies Oy	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää Aikawa Fiber Technologies Oy:n Varkauden tehtaan suunnitteluohjeistus ja laatia uusi taulukkopohjainen käyttöliittymä konekannan valmistusmahdollisuuksista. Kehitysprojektilla pyrittiin helpottamaan ja nopeuttamaan tiedonhakua sekä tiedon vaivattomaan päivitettävyyteen. Tavoitteena oli laatia suunnitteluohjeistus jokaiselle tuoteryhmälle ja uudistaa vanha tuotannonkehitysjärjestelmä taulukko-muotoiseksi konekannan valmistusmahdollisuuksien osalta.</p> <p>Opinnäytetyö oli jatkoa yrityksen aikaisemmin toteuttamalle organisaation Lean-kehitysprojektille. Työssä tutustuttiin lean-toimintastrategiaan. Yrityksen henkilöstöltä kerättiin mielipiteitä ja toiveita, joiden pohjalta aloitettiin laatimaan suunnitteluohjeistusta ja valmistusmahdollisuudet- taulukkoa. Työssä käytettiin Microsoft Word- ja Excel-ohjelmia.</p> <p>Työn tuloksena saatiin yhden tuoteryhmän suunnitteluohjeistus ja taulukko-muotoinen esitys konekannan valmistusmahdollisuuksista. Suunnitteluohjeistuksen rakenne laadittiin siten, että sitä voidaan jatkossa hyödyntää muiden tuoteryhmien suunnitteluohjeistukseen. Valmistusmahdollisuudet- taulukon käyttöliittymästä saatiin kevyt ja helppokäyttöinen esitys. Sekä suunnitteluohjeistus, että valmistusmahdollisuudet- taulukko otettiin koekäyttöön yrityksessä ja niitä kehitetään tarpeen mukaisesti.</p>	
Avainsanat Tuotannonkehitys, lean	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Vilho Soininen			
Title of Thesis Update of the Guidelines and Manufacturing Capabilities for Product Design			
Date	April 27, 2017	Pages/Appendices	23+30
Supervisor(s) Mr. Esa Hietikko, Principal Lecturer and Mr Anssi Suhonen, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Aikawa Fiber Technologies Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final project was to update the design guidelines and manufacturing capabilities of Aikawa Fiber Technologies Ltd. Varkaus mill. The aim of this project was to find an easier and quicker way to search for information and to make updating more effective. The goal was to make design guidelines for every product group and to reform the old production development system of production machinery an convert it to a table form.</p> <p>The project was continuation for the Lean-development project which was previously done in the organization. The work was started by studying the Lean- strategy. The design guidelines and the table of manufacturing capabilities were designed based on opinions and wishes of the employees. The work was done by using Microsoft Word and Excel.</p> <p>As a result of this work there were design guidelines for one product group and a table form presentation of manufacturing capabilities of the machinery. The structure of design guidelines was made so that it will be easy to use it for other product groups later. The <i>Manufacturing capabilities</i> –table turned out to be a light presentation and easy to use. Both the design guidelines and the table were taken into test use by the company and they can be further developed as required.</p>			
Keywords production development, Lean			

## ALKUSANAT

Tämän opinnäytetyön liitetiedostot sisältävät yrityksen toimintaan ja teknologiaan liittyvää tietoa. Opinnäytetyön raportista julkaistiin kaksi versiota: Julkinen, Theseus-tietokantaan luovutettu raportti, josta on poistettu salassa pidettävä materiaali, sekä vain yrityksen käyttöön tarkoitettu, salassa pidettävä raportti. Tässä opinnäytetyössä käytetty kuvamateriaali on Aikawa Fiber Technologies Oy:n omaisuutta.

Suuri kiitos opinnäytetyönohjaajalle yliopettaja Esa Hietikolle ja Aikawa Fiber Technologies Oy:n henkilöstölle, jotka olitte mukana toteuttamassa tätä opinnäytetyötä.

Varkaudessa 27.4.2017

Vilho Soininen

## LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

LEAN = Toimintastrategia tai ajattelumalli organisaation asiakaslähtöiseen ja jatkuvan parantamisen-mallin toimintaan.

OEM = Original equipment manufacturer, alkuperäislaitevalmistaja.

TPS = Toyota Production System, Toyotan nimitys sen tuotantojärjestelmälle.

DFMA = Design for Manufacturing and Assembly, tuotekehitys-menetelmä.

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	AIKAWA FIBER TECHNOLOGIES OY .....	8
2.1	Tietoa yrityksestä.....	8
2.2	Varkauden seulalevytehtaan historia .....	9
2.3	Aikawa Fiber Technologies Oy:n tuotteet.....	11
2.3.1	Levytuotteet .....	11
2.3.2	Poratut rummut .....	12
2.3.3	Lankarummut .....	12
2.3.4	Roottorit.....	13
3	LEAN .....	14
3.1	Lean organisaation kehityksessä .....	14
3.2	Kehitystyön työkalut.....	15
3.3	AFT-Virtaa! .....	15
4	TYÖN SUORITUS.....	17
4.1	Työn taustaa .....	17
4.2	Esiselvitys.....	17
4.3	Tavoitteet.....	18
4.4	Suunnittelu.....	18
4.5	Työn suoritus.....	19
5	TYÖN TULOKSET .....	20
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	22
7	LÄHTEET .....	23

## 1 JOHDANTO

2010-luvun vaihteessa sähköisenviestinnän kasvusta aiheutunut paino- ja sanomalehtipaperin kysynnän lasku asetti paperiteollisuudelle uusia haasteita. Kuinka vastata kiristyvään globaaliin kilpailuun ja paperin hinnan laskusta johtuvaan huonoon kannattavuuteen? Aasian kohonneen omavaraisen paperinvalmistuksen myötä Eurooppa ja Pohjois-Amerikka kärsivät paperin ylituotannosta. (Metsäteollisuus, 2015)

Sellunlajittelun OEM-laite- ja varaosavalmistukseen sekä prosessi- ja laiteratkaisuihin erikoistunut yritys, Aikawa Fiber Technologies Oy kohtasi muuttuneen markkinatilanteen asettamat haasteet. Tuotteiden laatu ja valmistusteknologia olivat jo korkeat, joten kilpailukyvyn parantamista täytyi etsiä muualta yrityksen rakenteesta. Vanhoja toimintamalleja kyseenalaistettiin lean-toimintastrategialla. Toimintaa haluttiin kehittää asiakaskeskeisemmäksi ja joustavaksi, vastaamaan paremmin markkinoiden huonoa ennustettavuutta. Tuotanto vaihtui imuohjatuksi ja resurssitehokkuus virtaus- tehokkuuteen. (Kettunen, 2014)

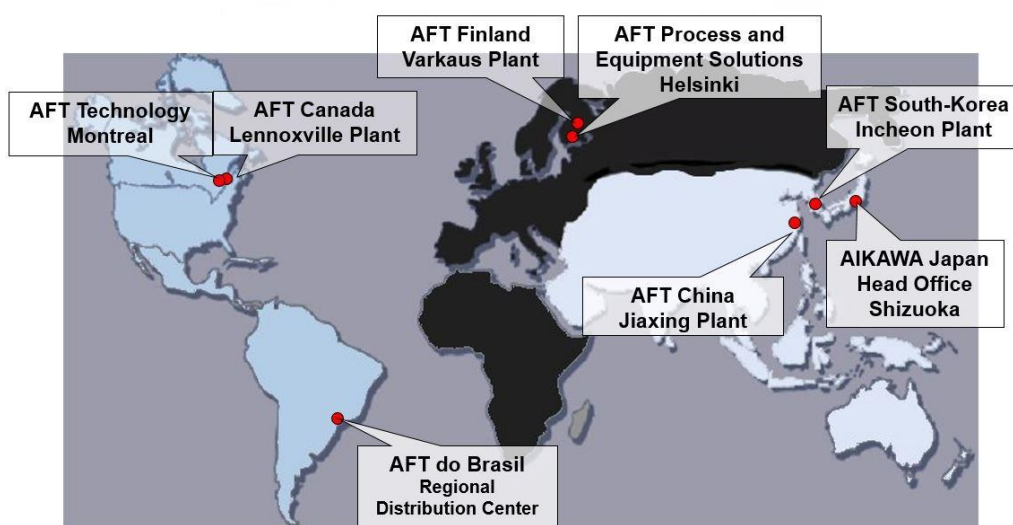
Aikawa Fiber Technologies Oy (AFT Oy) on yksi alansa johtavista yrityksistä ja tietotaitoa on karttunut yli seitsemänkymmenen vuoden varrelta. Omistajanvaihdosten ja järjestelmien päivitysten johdosta dokumentoitu tietotaito on ajan kuluessa tallentunut eri paikkoihin, yleensä vain sitä tarvitsevien henkilöiden omiin arkistoihin. Yrityksen tämänhetkinen toiminnankehitysjärjestelmä (TOKE) pitää sisällään yrityksen toimintaan liittyvää informaatiota, myös suunnitteluohjeistuksen sekä valmistukseen ja konekantaan liittyvän tiedon. Toiminnankehitysjärjestelmän ongelmana on sen ylläpidettävyys ja monikerroksisuus. TOKE on kirjallisten dokumenttien ja ohjeiden hallinnointiin hyvin soveltuva järjestelmä. Konekannan ja valmistusmahdollisuuksien informaatio on suurimmaksi osaksi taulukoita ja kaavioita, joiden päivittäminen järjestelmään vie aikaa.

Lean-toimintastrategia ohjaa organisaatiota vaivattomuuteen ja nopeaan ongelmanratkaisuun. Lajitinosia AFT Oy valmistaa niin OEM-asiakkaille, kuin suoraan loppukäyttäjille unohtamatta omaa lajitinliiketoimintaa. Asiakkaiden laitteiden ja tuotemallien kirjo on laaja, joten tiedon löytämisen ja sen päivittämisen tulisi olla vaivatonta. Valmistusmahdollisuudet, tuotannon koneiden suoritusarvot ja rajoitteet ohjaavat valmistavan organisaation toimintaa. Organisaation tehokkaan toiminnan edellytyksenä on vaivaton tiedon saanti.

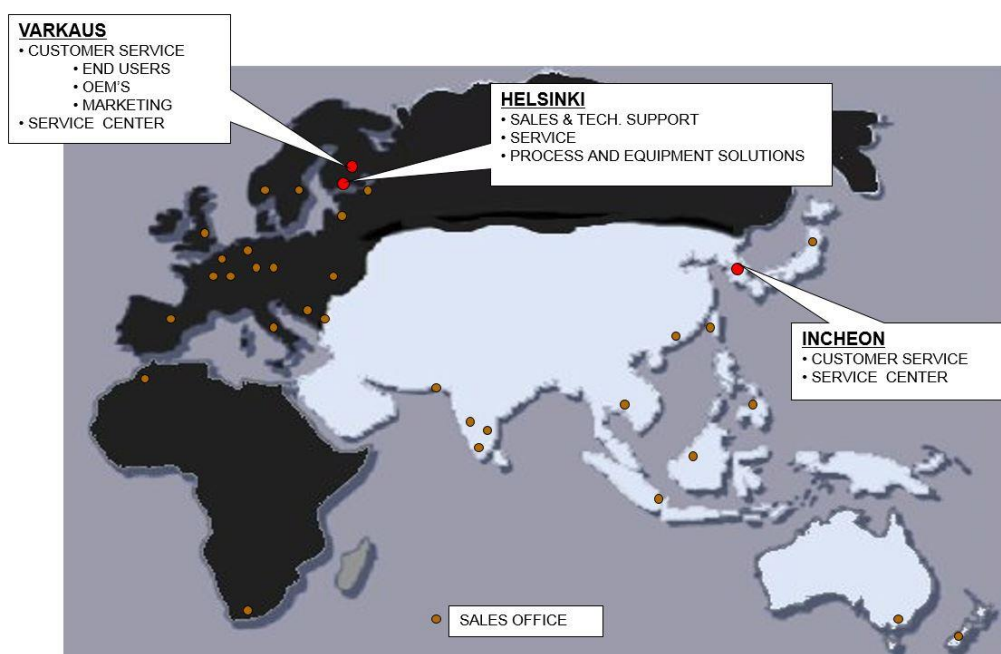
## 2 AIKAWA FIBER TECHNOLOGIES OY

### 2.1 Tietoa yrityksestä

Aikawa Fiber Technologies (AFT) Oy kuuluu japanilaiseen Aikawa Group -konserniin. Omistaja, Aikawa Iron Works Co. Ltd. on japanilainen perheyrittäjä, joka valmistaa paperiteollisuuden laitteita. Aikawa Fiber Technologies on kanadalaisjohtoinen, itsenäisesti toimiva laite- ja varaosavalmistaja, jolla on tuotantolaitoksia Kanadassa, Suomessa, Koreassa ja Kiinassa (kuva 1). Lisäksi toimipisteitä ja myyntiagenteja toimii jokaisella mantereella (kuva 2). (Ikäheimonen, 2016)



KUVA 1. AFT tehtaat ja toimipisteet. (Ikäheimonen, 2016)



KUVA 2. AFT Asiakaspalvelun ja myynnin toimipisteet. (Ikäheimonen, 2016)

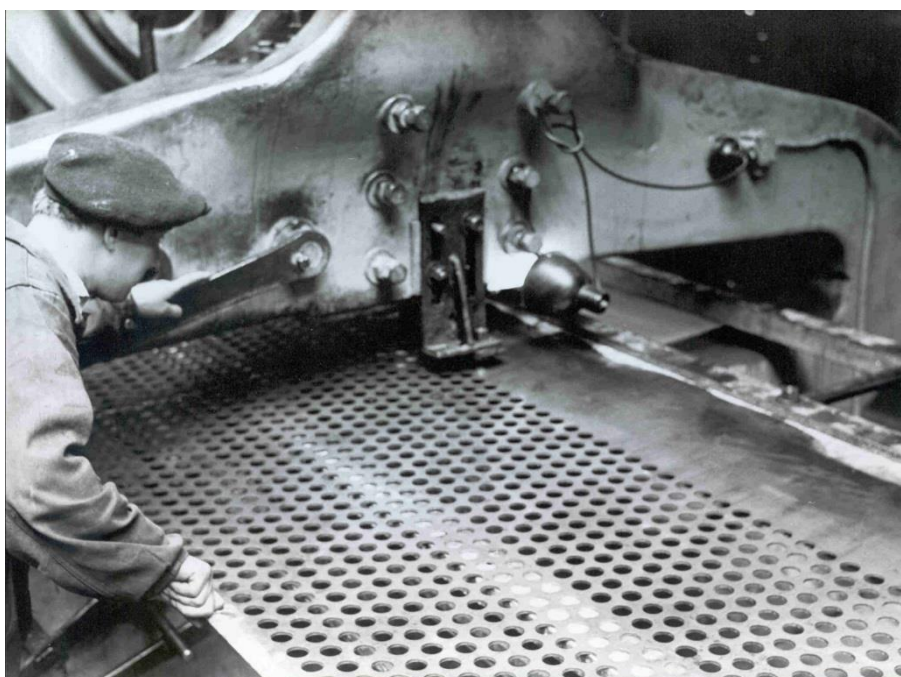


Varkauden tehtaalla valmistetaan seularummut ja roottorit. Helsingin toimipiste vastaa prosessi- ja laiteratkaisuista. Yhteensä AFT Oy:llä on noin 130 työntekijää. Asiakkaita on yli 40 maassa ja AFT Oy:llä on Euroopan ja Aasian alueilla 35 %:n markkinaosuus seularumpujen valmistuksesta. Vuoden 2015 liikevaihto oli noin 32 miljoonaa euroa. (Ikäheimonen, 2016)

## 2.2 Varkauden seulalevytehtaan historia

Varkauden seulalevytehtaan toiminta alkoi vuonna 1945 sotakorvaustoimittajana, osana A. Ahlström Osakeyhtiön Pirtinniemen konepajan toimintaa. Silloiset tuotteet olivat lävistämällä valmistettuja seulalevyjä (kuva 3). Ruotsista hankittiin kolme stanssauskonetta. Myöhemmin samana vuonna alkoi seulalevyjen valmistus jyrsimällä. Ensimmäinen vuosikymmen tuotannosta oli suurimmaksi osaksi sotakorvaustoimituksia. 60-luvun taitteessa tehtaalle hankittiin Saksasta kaksi suurempaa stanssauskonetta, joiden puristusvoima oli vanhoja koneita suurempi. (Arnes, 1995)

Seulalevyjen valmistus poraamalla alkoi 60-luvun lopulla. Uudella menetelmällä haettiin parempaa kulumiskestävyyttä. Oma poranterien valmistus alkoi samaan aikaan, koska ulkomailta ostettavien terien toimitusajat olivat liian pitkiä. Kahdenkymmenen vuoden aikana poraus lisääntyi tuotannossa jatkuvasti ja porakoneita oli käytössä enimmillään yksitoista. 70-luvun lopussa alkanut voimakas kansainvälistyminen tuli osaksi myös Ahlströmin seulalevyliiketoimintaa. Tehtaita perustettiin Ruotsiin, Ranskaan ja Yhdysvaltoihin. Varkaudessa olleita pora- ja jyrsinkoneita siirrettiin uusiin yksiköihin. (Arnes, 1995)



KUVA 3. Seulalevyn valmistus lävistämällä. (Vuorinen, 2015)

Pirtinniemen konepajalla tuotantotilat alkoivat käydä ahtaaksi ja vuonna 1986 seulalevytehdas muutti nykyisiin tuotantotiloihin Päivärinteeseen (kuva 4). 1990-luvun lähestyessä Ahlström oli luopumassa monialaisesta yritystoiminnastaan ja monen muun yritystoiminnan ohella myös Varkauden seulalevytehdas asetettiin myyntiin. Vuonna 1992 liiketoiminnan osti kanadalainen CAE (Canadian Aviation Electronics), jonka päätoimialaa oli lentokoneiteollisuus. CAE:llä oli Kanadan Lennoxvillessä konepajatoimintaa mm. seulalevyn valmistusta jo entisestään ja näki paperi- ja selluteollisuudessa kannattavan liiketoiminnan mahdollisuuden. Seuraavan kymmenen vuoden aikana liiketoiminta ulkomaanmarkkinoilla kasvoi ja tuotannon konekantaan sijoitettiin merkittävästi. Myös uudentyypisen tuotteen, MacroFlow-lankarummun valmistus alkoi. (Vuorinen, 2015)

2000-luvun alussa CAE päätti myydä kaiken konepajateollisuutensa ja keskittyä omaan päätoimialaansa, lentosimulaattoreihin. Uusi ostaja oli kanadalainen pörssi-yhtiö AFT (Advanced Fiber Technologies). Yhtiömuodoltaan se oli Income Fund, joka mahdollisti osinkojen maksun sijoittajille riippumatta siitä, minkälaista tulosta yritys teki. Jo 2000-luvun alussa paperinkulutuksen kasvu alkoi hiipumaan, mikä näkyi myös laitevalmistajan tilauksissa. Hyvää tulosta tehtiin, mutta ajattelematon osinkojen nostaminen ajoi seulalevytehtaan talouden muutamassa vuodessa huonoon kuntoon. (Vuorinen, 2015)

Vuonna 2006 japanilainen paperiteollisuuden laitevalmistaja, Aikawa osti AFT:n liiketoiminnan. Aikawa oli aikaisemmin pääasiassa toiminut kotimaan- ja Aasian markkinoilla ja halusi laajentaa liiketoimintaansa Eurooppaan ja Amerikkaan. AFT:llä oli laaja myyntiverkosto ja laaja asiakaskunta, minkä Aikawa katsoi olevan eduksi omalle liiketoiminnalleen. Nimi AFT haluttiin säilyttää, koska edellisen nimenvaihdoksen yhteydessä asiakkailta meni tovi uuden nimen tuntemiseen. (Vuorinen, 2015)



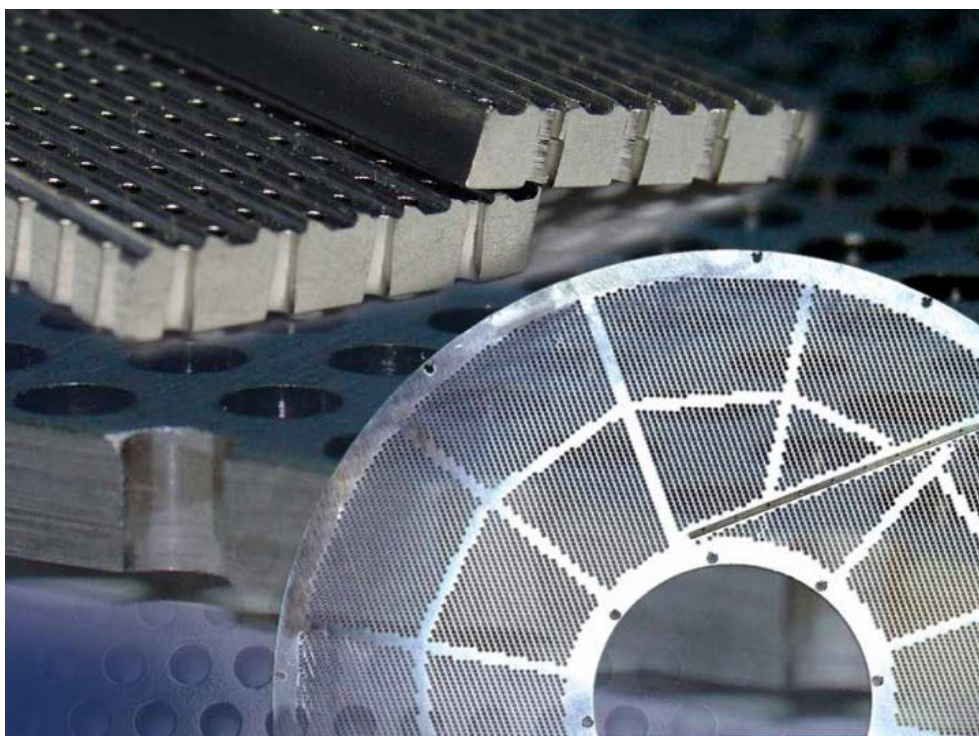
KUVA 4. AFT Oy:n Varkauden tehdas Päivärinteessä. (Ikäheimonen, 2016)

Vuonna 2008 lama iski voimakkaasti myös paperiteollisuuteen. Kulujen vähentämiseksi suuret paperinvalmistajat lykkäsivät varaosahankintoja, mikä näkyi nopeasti AFT:n liiketoiminnassa. AFT:n globaalijohto oli kulujen karsimiseksi jo sulkevassa Varkauden tehdasta. Varkaudesta tehtiin kuitenkin vastaehdotus: kuluja karsittaisiin AFT:n kaikissa tuotantoyksiköissä uudella tuoterakenteella ja tuotannon automaatiotason nostamisella. Ehdotus hyväksyttiin ja Varkauden tehdas sai jatkaa toimintaansa. Vuonna 2012 Aikawa sulautti omistuksessaan olevia yrityksiään: AFT, Finebar ja POM Technologies Aikawa Fiber Technologies Oy:ksi. (Vuorinen, 2015)

## 2.3 Aikawa Fiber Technologies Oy:n tuotteet

### 2.3.1 Levytuotteet

Levytuotteita ovat poratut levyt, erilaiset pesurien ja lajittimien levyt sekä pulpperilevyt. Poraus on syrjäyttänyt lävistämällä valmistetut levyt mm. paremmalla kulutuskestävyydellä. Poraamalla on mahdollista valmistaa kuvassa 5 esitetyjä kartio- ja kaksoissylinterireikiä.



KUVA 5. Poraamalla valmistettuja seulalevyjä, etualalla ympyrän muotoinen pulpperilevy. (Ikäheimonen, 2016)

### 2.3.2 Poratut rummut

Poratut seularummut porataan levyinä, jonka jälkeen ne taivutetaan vaipoiksi. Vaippoihin lisätään päätyrengas joko toiseen tai molempiin pätyihin. Poratut rummut ovat yleensä lajittimien ja ruuvi-puristimien komponentteja.



KUVA 6. Porattu tukirenkaallinen seularumpu. (Ikäheimonen, 2016)

### 2.3.3 Lankarummut

Lankarummussa profiililangat pujotetaan tukirenkaan koloihin ja kiinnitetään joko hitsaamalla tai lämpökutistamalla paikalleen. Lankojen väliin jäävät raot muodostavat lajittelevan pinnan. Lankarummun päihin kiinnitetään hitsaamalla päätyrenkaat. Kuvan 7 Macroflow 2-rummun automaatioaste on porattua rumpua korkeampi.



KUVA 7. Macroflow 2-seularumpu. (Ikäheimonen, 2016)

### 2.3.4 Roottorit

Roottori on lajittimessa, seularummun sisällä pyörivä komponentti, joka luo lajittimen sisällä paineeroja. Painevaihtelut seularummun lajittelevalla pinnalla tehostavat kuitujen lajittumista ja auttavat lajittelevaa pintaa pysymään puhtaana. Kuvissa 8 ja 9 on erityyppisiä roottoreita. Roottorityyppi valitaan asiakkaan prosessin perusteella.



KUVA 8. GHC-roottori. (Ikäheimonen, 2016)



KUVA 9. EP-roottori. (Ikäheimonen, 2016)

### 3 LEAN

Lean on länsimainen termi, jolla kuvataan japanilaisen autonvalmistajan Toyotan kehittämää tuotantojärjestelmää, TPS:ää (Toyota Production System). Sanalla lean tarkoittaa ohutta tai haurasta, ja sillä pyritään kuvaamaan tuotannon tilaa. (Modig & Åhlström, 2013)

Toisen maailmansodan jälkeen Japanin teollisuus oli muuta maailmaa jäljessä ja raaka-aineista oli suuri pula. Toyotan oli pienillä resursseillaan onnistuttava tuottamaan juuri sellaisia ajoneuvoja, joita asiakkaat tarvitsevat. Toyotan arvot ja se kuinka se halusi palvella asiakkaitaan, määrittivät toiminnan periaatteet. Periaatteet, olivat just-in-time ja jidoka. Just-in-time tarkoittaa tuotannon virtautusta, sitä kuinka valmistettava tuote ikään kuin virtaa valmistuksen vaiheesta toiseen. Jidoka tarkoittaa organisaation läpinäkyvyyttä. Jos jokin tekijä häiritsee virtausta niin se havaitaan välittömästi. (Modig & Åhlström, 2013)

Toyotan seurattessa periaatteitaan alkoi toimintatavoista erottua yhteneviä piirteitä. Vakioimalla ja standardoimalla Toyota määrittäi tapansa toimia erilaisissa tilanteissa noudattaen periaatteitaan. Menetelmiin lukeutuu mm. jidokaan, organisaation läpinäkyvyyteen tarvittava visualisoiminen. Työkalut ja toiminnot toteuttavat menetelmää. Työkaluilla ja menetelmillä tarkoitetaan sitä, minkälaisia resursseja on käytössä ja kuinka niitä tulee käyttää. (Modig & Åhlström, 2013)

Arvot, periaatteet, menetelmät, työkalut ja toiminnot muodostavat järjestelmän, jossa kaikki vaikuttavat toisiinsa. Järjestelmä kehittyy jatkuvasti, kohti määriteltyjä arvoja, sitä mitä organisaatio haluaa olla. Lean määrittellään organisaation toimintastrategiaksi, jolla se voi kehittää toimintaansa kohti arvojaan. (Modig & Åhlström, 2013)

#### 3.1 Lean organisaation kehityksessä

Jokaisella organisaatiolla on omat arvonsa ja resurssinsa. Kopioimalla Toyotan systeemi lopputulos ei välttämättä vastaa organisaation tarpeita. Toimintojen ymmärtäminen voi olla mahdotonta. Siksi on tärkeää aloittaa leanin soveltaminen aivan perusteista. (Modig & Åhlström, 2013)

Arvot, toisin sanoen organisaation tahtotila on se, miten organisaatio toimintansa määrittelee. Tahtotila määrittää organisaatiolle tavoitteet jotka organisaatio pyrkii täyttämään. lean-filosofiassa täytyy tosin ymmärtää se, että lean ei ole tila, joka saavutetaan. Organisaation kehittymisen ja arvoja kohti pyrkimisen tulee olla jatkuva prosessi. (Modig & Åhlström, 2013)

Lean-filosofian periaatteet pyrkivät kehittämään organisaation toimintaa siten, että kaikki toiminta olisi tuottavaa. Organisaation on turha tehdä sellaisia toimintoja, joista asiakas ei ole valmis maksamaan. Organisaation toimintaa tulee siis tarkastella kriittisesti ja pohtia, mitkä osat toiminnasta ovat tuotteen valmistamista tai asiakkaan palvelemista. Ylituotanto, raskas organisaation byrokratia ja

huono tiedonkulku ovat asioita, jotka rasittavat organisaatiota. Virtauttaminen, visualisointi ja organisaation läpinäkyvyys mahdollistavat toiminnan jonka hallitseminen on helpompaa sekä mahdolliset häiriöt havaitaan välittömästi. (Modig & Åhlström, 2013)

Jotta organisaatio voisi noudattaa edellä mainittuja periaatteita, se tarvitsee siihen työkalut ja menetelmät. Työkalut ja menetelmät ovat se osa lean-filosofiaa, joka voidaan havaita tarkastelemalla organisaation toimintaa. Työkalujen ja menetelmien ymmärtämiseksi täytyy tietää organisaation arvot ja periaatteet. Organisaatioiden välillä on eroja, koska jokaisella on käytössä erilaiset työkalut ja menetelmät. (Modig & Åhlström, 2013)

### 3.2 Kehitystyön työkalut

Yksi tärkeimmistä lean-filosofian konkreettisista toiminnoista on standardointi. Organisaation toiminnassa vaihtelut aiheuttavat ongelmia ja laatuksannuksia. Standardoimalla toimintatapojaan organisaatio pystyy vähentämään vaihtelua. Standardointi määrittää ja yhtenäistää organisaation toimintaa. (Modig & Åhlström, 2013) Standardointiin ja lean-toimintaan liittyy DFMA-menetelmä.

DFMA on lyhenne sanoista Design for Manufacturing and Assembly. Termillä tarkoitetaan suunnitteluvaiheessa tapahtuvaa valmistettavuuden ja kokoonpantavuuden suunnittelua. DFMA-menetelmän keskeisiä toimintoja ovat kokoonpanon komponenttien ja kiinnitystarvikkeiden lukumäärän vähentäminen, rajapintojen standardointi ns. modulaarisuus, komponenttien asemointi ja kokoonpanon esteettömyys. (Geoffrey Boothroyd, 2010)

DFMA-menetelmällä ensisijaisesti pyritään vähentämään kokoonpanon kuluja. DFMA on osa tuotannon standardointia. Soveltaen sekä leaniä, että DFMA:ta voidaan suunnittelu vaiheessa hallita tuotevariaatioiden valmistusmahdollisuudet ja pyrkiä mahdollisimman alhaisiin valmistuskustannuksiin. OEM- ja varaosavalmistajana AFT Oy:n tulee pystyä valmistamaan useiden laitevalmistajien lajittimiin sopivia tuotteita. AFT Oy:llä on oma tuoterakenteensa, joka mahdollistaa erikokoisten ja -tyyppisten tuotteiden valmistamista kustannustehokkaasti. Periaatteena on siis valmistaa tuote asiakkaan rajapinnoilla, mutta omalla teknologialla.

### 3.3 AFT-Virtaa!

AFTVirtaa!-hanke oli vuonna 2014 käynnistynyt lean-filosofian perustuva kehitysprojekti, jolla Aikawa Fiber Technologies Oy lähti parantamaan yrityksen kannattavuutta täydellisellä organisaation muutoksella.

2010-luvun taitteessa paperinkysynnän heikkeneminen, kasvanut globaali kilpailu ja Aasian paperintuotannon kasvanut omavaraisuus aiheuttivat tilanteen, jossa edes kevyt kustannusrakenne ja uusi

valmistusteknologia eivät riittäneet takaamaan kannattavuutta. lean-filosofiaan perustuvalla kehitysprojektilla lähdettiin tavoittelemaan joustavampaa tuotantoa ja parempaa toimitusvarmuutta sekä pienentämään laatukustannuksia. (Kettunen, 2014)

Lean-kehitysprojektissa pyrittiin muuttamaan organisaation toimintatapoja, jotka eivät vastanneet muuttunutta globaalia tilannetta. Organisaation toimintatapoja tarkasteltiin siltä väliltä kun asiakas tekee tilauksen ja saa valmiin tuotteen. Tilaus-toimitusketjuista luotiin ideaaliprosesseja, joita kohti toimintaa alettiin muuttamaan pienillä kehitysprojekteilla ja hukkaelementtien poistamisella. Tuotannonohjauksen malli muuttui imuohjautuvaksi ja resurssitehokkuus virtaustehokkuudeksi. Myös toimiston layout muuttui siten, että toisiaan tukevat toiminnot kuten asiakaspalvelu, tuote- ja tuotannon suunnittelu toimivat samassa kerroksessa. (Kettunen, 2014)

Kehitysprojektilla onnistuttiin parantamaan tuottavuutta ja sitä myötä kannattavuutta. Tuotteiden läpimenoajat jopa puolittuivat, laatukustannukset laskivat ja toimitusvarmuus kohosi 95 %:n tasolle. AFTVirtaa!-hanke osoitti, että aikaan voidaan saada suuria muutoksia ilman suuria kustannuksia. (Kettunen, 2014)



## 4 TYÖN SUORITUS

### 4.1 Työn taustaa

Työn lähtötilanne oli kehittää AFT Oy:lle lean-toimintastrategian mukainen suunnitteluohjeistus ja valmistusmahdollisuuksien dokumentaatio. Vaivaton tiedon hakeminen ja helppo päivitettävyyys tukevat AFT Oy:n aikaisemmin aloittamaa, AFT-Virtaa-kehitysprojektiä. Työajan kohdentaminen työn tekemiseen nostaa organisaation tehokkuutta ja vaikuttaa yrityksen kannattavuuteen.

### 4.2 Esiselvitys

Työn esiselvitys koostui kesäharjoittelussa kertyneestä nykyisen toiminnankehitysjärjestelmän käytökokemuksesta, työntekijöiden haastatteluista sekä kehityspalavereista. Haastatteluja tehtiin viikko-palavereiden ja tuotannon työnjohtajien päivittäisten palavereiden yhteydessä. Palavereissa mietittiin, mistä poikkeavuus johtui ja olisiko se mahdollista välttää ohjeistamalla. Jos ohje todettiin tarpeelliseksi, lisättiin tieto ohjeistukseen. Poikkeamat tulivat pääsääntöisesti yrityksen laadunhallintajärjestelmän kautta. Haastatellut henkilöt olivat pääasiassa yrityksen toimihenkilöitä, jotka käyttivät TOKE:a päivittäin. Haastateltavat saivat kertoa mielipiteensä nykyisestä toiminnankehitysjärjestelmästä ja esittää ehdotuksia sen parantamiseksi.

Lähtökohtana oli lean-toimintastrategian mukainen asiakkaan toiveen täyttäminen niin hyvin kuin suinkin mahdollista. Tämän opinnäytetyön asiakkaina katsottiin olevan yrityksen tuote- ja tuotannon suunnittelu, asiakaspalvelu, työnjohto sekä tuotannon työntekijät. Esitetyt mielipiteet ja toiveet otettiin huomioon työn suunnitteluvaiheessa.

Työn alussa tutustuttiin toimihenkilöstön tehtävien edellyttämään tiedon saantiin ja tiedon olinpaikkaan. Esiselvitystä tehdessä kävi ilmi, että kaikki tarvittava tieto ei ollut saatavilla nykyisessä toiminnankehitysjärjestelmässä. Jatkuvasti kehittyvä valmistustekniikka ja muutokset toiminnan eri osaluilla ovat yleisesti menneet toiminnankehitysjärjestelmän ohjeiden ja tietojen edelle. Lisäksi on muistettava, että tulostavoitteellisessa organisaatiossa resurssit ohjautuvat tuottavan työn tekemiseen. Viimeisin tieto oli joissakin tapauksissa vain muistinvaraisina sopimuksina.

Pirstaloituneen tiedon hallittavuus on haastavaa ja aiheuttaa organisaatiossa ristiriitoja. Ristiriitainen tieto tuotannossa pahimmillaan ohjaa virheellisen tuotteen valmistumiseen. Tiedon etsinnän monimutkaisuus aiheuttaa sen, että tietoa ei edes yritetä etsiä ja työtä tehdään vain muistinvaraisesti. Jatkuvasti kehittyvä valmistusteknologia haastaa valmistusmenetelmiä ja usein täytyykin tutkia riittävätkö konekannan ominaisuudet uudelle valmistusmenetelmälle. Puutteelliset tiedot voivat viivästyttää kehitysprojekteja ja aiheuttaa tarpeettomia kustannuksia.

### 4.3 Tavoitteet

Työn tavoitteena oli laatia tuotesuunnittelulle tuotekohtaiset suunnitteluohjeet, joissa käsitellään tuotteiden rakennetta ja muita tuotteen suunnitteluun liittyviä yksityiskohtia. Lisäksi laadittaisiin valmistusmahdollisuudet-dokumentti, joka pitäisi sisällään AFT Oy:n konekannan valmistusmahdollisuudet, tuotteiden raaka-ainevalintaa sekä muuta tuotannon tietoa mm. työvaratietoja ja tuotteisiin liittyviä standardeja, joita tarvitaan niin asiakaspalvelussa kuin tuote- ja tuotannosuunnittelussa.

Suunnitteluohjeistus laaditaan seuraaville tuoteryhmille:

- poratut seularummut
- MacroFlow - lankasihdit
- roottorit
- levytuotteet.

Valmistusmahdollisuuksien käyttöliittymän uudistamisella haluttiin parantaa käyttömukavuutta ja poistaa tiedonhakuun liittyviä hukkaelementtejä ja tehostaa näin työskentelyä. Samalla päivitetäisiin ja dokumentoitaisiin irtaalla olevaa tietoa. Tavoitteen saavuttamista mittaroitaisiin käyttäjiltä saatavasta palautteesta. Työn tehokkuutta voisi olla mahdollista seurata olemassa olevilla läpimenoajan mittareilla. Muutoksen suuruutta pystytään arvioimaan vasta pidemmän aikavälin, esimerkiksi vuoden kuluttua.

### 4.4 Suunnittelu

Työn suunnitteluvaiheessa lähtökohtana oli toteuttaa määritellyt tavoitteet ja soveltaa niissä lean-toimintastrategiaa organisaation toiminnan tehostamiseksi. Erityisesti kiinnitettiin huomiota dokumenttien hallintaan ja rakenteeseen. Käytön ja ylläpidon tulisi olla vaivatonta. Dokumenttien formaateiksi vahvistettiin suunnitteluvaiheessa Microsoft Word ja Excel. Molemmat ohjelmat kuuluvat organisaation jokapäiväiseen toimintaan ja ovat työntekijöille jo entuudestaan tuttuja. Dokumentit on tarkoitus sijoittaa uudelle keskitetylle verkkoasemalle, jossa säilytetään ja hallinnoidaan organisaation toiminnan kannalta tärkeitä dokumentteja.

Kehitystyö kytkettiin yrityksen aikaisempaan lean-kehitysprojektiin. Opinnäytetyössä käytettiin leanin periaatteita soveltaen. Valmistusmahdollisuudet-taulukko kytkeytyy leaniin visuaalisuuden, helppolukuisuuden ja päivitettävyyden myötä. Suunnitteluohjeisiin tuotiin DFMA-näkökulma. Suunnitteluohjeet ohjaavat asiakkaan mitoilla valmistettavan tuotteen suunnitteluun yrityksen resurssien ja menetelmien käyttöä tukien.

## 4.5 Työn suoritus

Ensimmäiseksi aloitettiin työstämään tuotekohtaisia suunnitteluohjeita poratuille seularummuille. Valittiin joitakin tuotteita, joiden valmistuskuvia ja työnvaiheistusta sekä tuotannon menetelmiä vertailtiin keskenään. Näistä saatujen tietojen sekä tuotannon poikkeamailmoitusten pohjalta aloitettiin päivittämään tuotteen tietoja suunnitteluohjeen muotoon. Työn etenemisestä pidettiin tuotannon aamupalavereissa lyhyitä raportteja ja sen hetkistä sisältöä käytiin lävitse. Suunnitteluohjeita tehtäessä alkoi työn todellinen määrä hahmottumaan ja nopeasti kävi ilmi, että kaikkien tuoteryhmien suunnitteluohjeita ei saataisi tehdyksi. Tehtiin päätös, että suunnitteluohjeet laadittaisiin porattujen rumpujen tuoteryhmälle. Ohjeen rakenne kuitenkin laadittaisiin siten, että sitä voitaisiin jatkossa soveltaa myös muille tuoteryhmille. Suunnitteluohjeiden sisältö luotiin vastaamaan tuotteen rakenteellisia ominaisuuksia.

Vähän myöhemmin suunnitteluohjeen rinnalla alkoi valmistusmahdollisuudet-taulukon työstäminen. Samaan tapaan myös taulukon sisältö ja ulkoasu alkoivat muotoutua välikatsauksista saadun palautteen pohjalta. Taulukon suunnittelussa suuren haasteen asetti siihen mahdutettava tietomäärä. Tavoitteena oli aluksi sovittaa kaikki koneiden tieto matriisi-muotoiseksi suureksi taulukoksi. Taulukon perimmäinen tarkoitus, helppo luettavuus ja selkeys kuitenkin olisivat kärsineet, eikä taulukko olisi mahtunut normaali kokoiseen näyttöön siten, että se olisi ollut kokonaan luettavissa. Tietoa oli pakko jakaa välilehdille. Etusivulle päätettiin jättää vain kaikista oleellisin tieto, kuten konekohtaiset työkappaleen äärimitat ja massa. Lisää tietoa löytyisi koneiden ja työvaiheiden omilta välilehdiltä. Välilehtien selaaminen Excelin näkymässä on hankalaa varsinkin kun välilehtiä on paljon. Välilehdet linkitettiin toisiinsa hyperlinkein siten, että klikkaamalla koneiden nimityksiä ja työvaiheita päästiin siirtymään jouhevasti sivulta toiselle.

## 5 TYÖN TULOKSET

Työn tuloksena saatiin suunnitteluohjeet porattujen seularumpujen tuoteryhmälle (Liite 1) sekä taulukko-muotoinen esitys valmistusmahdollisuuksista (Liite 2).

Tuotekohtainen suunnitteluohje porattujen rumpujen tuoteryhmälle on Microsoft Word-muotoinen dokumentti. Suunnitteluohjeen sisällössä käydään läpi poratun seularummun erilaisia rakenteita, porauksen ja profiloinnin mahdollisuuksia sekä raaka-aineeseen ja laatuun liittyviä asioita. Suunnitteluohjeessa opastetaan suunnittelijaa tekemään valmistuskuvista ulkoasuiltaan yhdenmukaisia. Ohjeissa käsitellään myös 3D-suunnitteluohjelmaa sekä yhden sketsin tapaa mallintaa porattu seularumpu. Suunnitteluohjeiden rakenne on luotu siten, että jokainen aihe on omana selkeänä kappaleena. Selkeä aiheiden jako tukee sekä vaivatonta tiedon saantia että päivitettävyyttä. Suunnitteluohjeen kansilehden jälkeen ensimmäisellä sivulla on dokumentin revisiohistoria, jonka avulla on helppo pysyä ajan tasalla dokumenttiin tehdyistä muutoksista. Suunnitteluohjeen rakenne mahdollistaa ohjeen käytön myös muiden tuoteryhmien ohjeistuksien pohjana.

Valmistusmahdollisuudet-tilukko on Microsoft Excel-pohjainen käyttöliittymä. Taulukko rakentuu siten, että sen etusivulle on koottu lista tuotannon koneista ja työvaiheista. Koneluettelo ja määritelmät kuten työkappaleen suurimmat mitat ja massa muodostavat matriisin, josta voidaan nähdä nopeasti konekohtaiset työkappaleen ääriarvot. Matriisia on mahdollista lajitella koneiden nimityksen, numeron, työntekijätiimin tai työkappaleen mitta-arvojen mukaisesti. Jokaiselle koneelle on luotu oma välilehtensä, jolle pääsee klikkaamalla koneen nimitystä, jossa on hyperlinkki. Koneen välilehdellä on konekohtaisia tarkempia suoritusarvoja, materiaali- ja toleranssitaulukkoita.

Taulukon etusivulla on myös listattuna karkeasti tuotannon työvaiheet. Jokaisen työvaiheen alta löytyvät siinä käytetyt koneet sekä työvaihekohtaisia materiaali- ja toleranssitaulukkoita. Työvaihe-välilehdeltä pääsee linkkejä pitkin samoihin koneisiin kuin etusivulta ja samalla tavalla koneen välilehdeltä pääsee tarkastelemaan työvaihetta. Tietoa voi siis etsiä useammalla tavalla. Kuitenkin taulukossa on huomioitu se, että välilehdillä ei ole päällekkäistä tietoa ja kaikki tieto on kahden klikkauksen ulottuvilla. Tarkoituksena oli luoda selkeä ja helppokäyttöinen tietokanta, jossa ei ole sokkeloita. Täydellistä luokittelua ei ollut mahdollista tehdä työvaiheiden ja koneiden välillä, koska päällekkäistä tietoa dokumenttiin ei haluttu. Joitakin koneita saatetaan käyttää eri työvaiheissa, joten kompromisseja luokittelussa jouduttiin tekemään, jotta dokumentin rakenne säilyisi selkeänä. Myös valmistusmahdollisuudet-dokumentissa on revisiohistoria, joka auttaa käyttäjiä pysymään ajan tasalla muutoksissa.

Työn tuloksen voidaan katsoa vastaavan niitä määritelmiä ja tavoitteita joita opinnäytetyölle asetettiin. Tavoitteena oli poistaa tiedonhaun hukkaelementtejä ja tehostaa siten työajan kohdentamista tuottavaan työhön. On tässä vaiheessa vielä mahdotonta sanoa kuinka suuri vaikutus opinnäytetyöllä tulee työaikaan olemaan. Testikäytön jälkeen voi olla mahdollista havaita muutoksia. Ensisijainen tavoite oli kuitenkin käyttömukavuuden ja selkeyden kehittäminen. Käyttöliittymän toimivuutta

on mahdollista arvioida keräämällä käyttäjiltä palautetta. Tällä kehitystyöllä ja sen mahdollisella jatkokehityksellä voidaan päästä parempaan käyttäjä kokemukseen. Tiedonhaun helpottuminen tekisi siitä käyttäjälle mieluisampaa ja parhaassa tapauksessa kohdentaisi työaika tuottavaan tekemiseen. Tiedon dokumentointi ja sen ajantasaisuus poistaa myös epävarmuutta ja vähentää muistin varassa työskentelyn rasittavuutta.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Yritykselle tehtävä työn osuus valmistui aikataulun mukaisesti. Tosin suunnitteluohjeistus valmistui vain yhdelle tuoteryhmälle vaikka alkuperäisenä tavoitteena olivat kaikki tuoteryhmät. Valmistuneet dokumentit esiteltiin yrityksessä ja niiden koekäyttö aloitettiin. Suunnitteluohjeen ja valmistusmahdollisuudet taulukon on tarkoitus olla käytössä vanhan tietokannan, tuotannonkehitysjärjestelmän (TOKE:n) rinnalla. Dokumenttien käytöstä on tulevaisuudessa tarkoitus kerätä palautetta, arvioida niiden toimivuutta ja jatko kehittää niitä. Tarkoitus on myös laatia suunnitteluohjeet lopuillekin tuoteryhmille. Jos valmistusmahdollisuudet-taulukko todetaan toimivaksi, se tulee korvaamaan TOKE:sta valmistusmahdollisuuksien osion.

Työtä voidaan mielestäni pitää onnistuneena, vaikka opinnäytetyön aihetta jouduttiin kesken työn rajaamaan. Lean-filosofian mukaisesti dokumenttien kehitys on jatkuvaa ja uskon, että pidemmällä aikavälillä dokumentteja voidaan kehittää käyttäjäpalautteen pohjalta.

Käyttökokeilujakson jälkeen kerätään käyttäjiltä kommentteja ja kehitysideoita. Palautteesta toivotavasti saadaan vastauksia seuraaviin pohdintoihin:

- Onko suunnitteluohjeen sisältö sellainen, että se ohjaa ja tukee suunnittelutyötä, muttei kahlitse liikaa?
- Onko suunnitteluohjeen sisältö jäsenneily selkeästi siten, että se on helppo käyttää ja pitää ajan tasalla?
- Tarjoaako valmistusmahdollisuudet-taulukko vaivattoman ja helpommin muokattavan alustan käyttäjille?
- Kokevatko käyttäjät opinnäytetyön tuloksena valmistuneet dokumentit yleisesti työntekoa tukevaksi ja helpottavaksi tekijäksi?
- Onko kehitystyön tulos yrityksen lean-ajattelun mukainen?
- Tukeeko lopputulos jatkuvaa kehitystä joustavampaan tapaan työskennellä?
- Koetaanko työn tulos tarpeellisena verrattuna vanhaan tietokantaa?
- Luotetaanko siihen, että dokumentit ovat ajan tasalla?

Opinnäytetyön laajuus alussa yllätti hieman, mutta ei ollut ylitsepääsemätön. Työn suoritus oli tasapainoisesti tutkimista ja dokumentin laadintaa. Opinnäytetyö tarjosi erittäin syventävän oppimisvaiheen sellunlajittelun tuotteiden rakenteisiin, niiden valmistukseen ja valmistavan organisaation toimintaympäristöön.

## 7 LÄHTEET

Arnes, J. (1. 6 1995). Historiikki. *Seulalevytehdas 50 vuotta*. Varkaus.

Geoffrey Boothroyd, P. D. (8. 12 2010). *Product Design for Manufacture and Assembly*, Third Edition. CRC Press.

Ikäheimonen, K. (7. 1 2016). PowerPoint esitys. *AFT Varkaus Presentation*.

Kettunen, A. (2014). *Lean5*. Noudettu osoitteesta Vuoden Lean teko 2014: <http://www.lean5.fi/vuoden-lean-teko-2013/>

*Metsäteollisuus*. (14. 8 2015). Noudettu osoitteesta Paperin tuotanto ja kulutus maailman markkinoilla:

<https://www.metsateollisuus.fi/tietoa-alasta/paperi-kartonki-jalosteet/paperi-ja-sellu/Paperin-tuotanto-ja-kulutus-maailman-markkinoilla-2208.html>

Modig, N.; & Åhlström, P. (2013). *Tätä on lean*. Tukholma: Rheologica publishing.

Vuorinen, S. (1. 6 2015). Historiikki. *Selviytyjä - Varkauden seulalevytehdas 70 vuotta*. Kuopio.