

Jarkko Surakka

# Tuoteperheen kannattavuuden parantaminen arvoketjutarkasteluna

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Tuotantotalous  
Insinöörityö  
21.04.2012

Tekijä(t) Otsikko	Jarkko Surakka Tuoteperheen kannattavuuden parantaminen arvoketjutarkasteluna
Sivumäärä Aika	53 sivua + 1 liite 21.4.2012
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tuotantotalous
Suuntautumisvaihtoehto	Globaali ICT-liiketoiminta
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Thomas Rohweder
<p>Tuotteiden ja palveluiden tuottamisprosessissa on aina tehostamisen varaa. Kukaan ei valmista tai tuota mitään palvelua täydellisessä prosessissa. Tässä insinööriyössä tutkitaan, mistä prosessien erilaiset tehokkuutta vähentävät syyt muodostuvat ja kuinka niitä voidaan vähentää.</p> <p>Insinööriyö tehtiin tunnetulle suomalaiselle sähköliitinvalmistajalle, jolla oli tarvetta pyrkiä tehostamaan yhden avaintuoteperheensä valmistusta ja tuotekannattavuutta. Yritykselle on syntynyt kustannuspaineita Kaukoidässä toimivien uusien kilpailijoiden takia. Vaikeasti ennustettavasta kilpailu- ja taloustilanteesta johtuen insinööriyössä on tutkittu kehitystoimia erilaisten myyntiskenaarioiden mukaan. Työn tarkoituksena oli myös todentaa vuonna 2011 tehtyjen muutosten onnistuneisuutta valmistuslogistiikkaan.</p> <p>Teoriaosuuden kannalta prosessien hukkatyyppejä pääasiassa tutkittiin ”lean-production” -käsitteen avulla. Myös muita prosesseihin liittyviä käsitteitä esiteltiin. Yrityksen prosessien nykytilaa analysoitiin näiden esiin tulleiden teorioiden pohjalta.</p> <p>Työn lopputuloksena on useita kehitysideoita prosessien tehostamiseen läpimenoaikojen, virheiden ja kustannusten suhteen. Useimmat kehityskohteet ovat pieniä tuotannon valmistusvaiheisiin liittyviä kehitysehdotuksia, joiden tarkoituksena on tehostaa prosessia vähentämällä virheitä. Suurimpien kehitysehdotelmien ideana on muuttaa tuotteen valmistuslogistiikkaa tai karsia heikosti kannattavia tuotteita pois valikoimasta. Insinööriyön lopputuloksia on helppo hyödyntää myös kohdeyrityksen muissa toiminnoissa.</p>	
Avainsanat	Lean, process reengineering, arvoketju, 5S

Author(s) Title	Jarkko Surakka Profitability improvement of a product family as a value chain survey
Number of Pages Date	53 pages + 1 appendices 21.4.2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management
Specialisation option	Global ICT-Business
Instructor(s)	Thomas Rohweder, Principal Lecturer
<p>There are always deficiencies in processes of manufacturing; no one produces anything in a perfect process. This final year project examines wastages those occur in processes and how to improve efficiency.</p> <p>The final year project was done for a well-known Finnish company that operates in an electrical equipment industry. The need for the project emerged by a need to improve the profitability of a one key product family. Company has a pressure to improve the profitability caused by new competitors located in Far East. Caused by a weak economic situation and new competition, the project analyzes development actions in different sales scenarios. One goal of the project was to verify changes done in production pattern 2011.</p> <p>By the theoretical side of project, the main concept is “lean-production”. Also, some other concepts are introduced. The current state of existing processes was analyzed using these tools and theories.</p> <p>As the results of the project, there are several proposals to improve efficiency of processes or to cut down expenses. Most proposals are small ideas to improve production process to avoid quality issues. The main idea of major efficiency proposals bases on changes in production logistics or on removing insignificant products from selection. The results of the final year project are easily applicable on other operations of the company.</p>	
Keywords	Lean, process reengineering, value chain, 5S

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Yritysesittely	1
1.2	Liiketoimintaongelma	2
1.3	Tavoite	2
1.4	Rajaukset	2
2	Tutkimuksen toteutustapa	5
2.1	Toteutuksen aikataulu	5
2.2	Työskentelytavat	5
3	Teoria	6
3.1	Arvoketju ja sen kehittäminen	6
3.2	Tuotekannattavuus	7
3.3	Lean-ajattelu	9
3.4	Leanin seitsemän turhuutta	10
3.4.1	Kuljetukset	10
3.4.2	Varastot	11
3.4.3	Liike	12
3.4.4	Odotusaika	12
3.4.5	Ylituotanto	13
3.4.6	Yliprosessointi	13
3.4.7	Viallinen tuote	13
3.5	Käyttöönottoprosessi	14
3.6	Leaniä täydentävät menetelmät	17
3.7	Process reengineering	20
3.8	Ajatuksellinen yhteenveto	21
4	Nykytilan analysointi	23
4.1	Arvovirran analysointi	23
4.1.1	Toimintojen jaottelu	23
4.1.2	Tuotantoyksikköanalyysi	25

4.2	Tuotekannattavuus	37
4.2.1	Omakustannehinnat	38
4.2.2	Tuotekannattavuuden analysointi	39
5	Toimenpidesuunnitelma kannattavuuden parantamiseksi	41
5.1	Toimenpiteet nykyisillä valmistusvolyyymeilla	41
5.1.1	XY-liittimen ”35–150 / 6” kokoonpanon siirto FirmaB:lle	41
5.1.2	PEM-serter-koneen hankinta FirmaB:lle	42
5.1.3	Tuotantoa nopeuttavat apuvälineet liitinkiskojen rasvaukseen	43
5.1.4	Laatu	44
5.2	Toimenpiteet volyymin kasvaessa	45
5.2.1	Hitsausleuat robottihitsaukseen useammille kehyksille	45
5.2.2	Useampien puristusleukojen hankkiminen PEM-serter-koneelle	45
5.3	Volyymistä riippumattomat toimenpiteet	46
5.3.1	Layout-muutos tukemaan materiaalin virtaviivaista kulkemista	46
5.3.2	Lean-pilotti sovellettuna XY-liitinten kokoonpanossa	46
5.3.3	Tuotteen ”XY 2x(35–150)/10” poistaminen valikoimasta	47
5.3.4	Erikokoisilla kiinnitysrei’illä olevien liittimien poistaminen valikoimasta	48
5.3.5	Tuotantosoluihin sisään tulevalle tavaralle merkityt alueet	49
5.3.6	Laajennettujen laatikkokorttien käyttö jäljitettävyyden parantamiseen	49
6	Loppuyhteenveto	51
6.1	Yhteenveto	51
6.2	Arvio	51
	Lähteet	53
	Litteet	
	Liite 1. XY-yleisliittimien valmistusvaiheet	

## Lyhenteet

ERP	Enterprise Resource Planning on toiminnanohjausjärjestelmä, jolla ohjataan yrityksen operatiivista toimintaa.
FMS	Flexible Manufacturing System tarkoittaa joustavaa monituotevalmistusjärjestelmää.
PDCA	Tarkoittaa ongelmanratkaisumallia ja kehittämismenetelmää ”Plan, Do, Check, Act”. Tunnetaan myös nimellä Demingin laatuympyrä.
DMAIC	On prosessien kehittämiseen, optimointiin ja standardisointiin käytetty toimintamalli. Lyhenne muodostuu sanoista ”Define, Measure, Analyze, Improve, Control”.
JIT	Just-In-Time on johtamisfilosofia, jota käytetään varastonhallintaan ja tuotannonohjaukseen.

# 1 Johdanto

## 1.1 Yritysesittely

Insinööriyön kohdeyritys on 1970-luvulla perustettu perheyritys, joka toimii teknologiateollisuuden alalla. 70-luvulla toiminta alkoi sähköliittimien valmistuksella, joka edelleen vuonna 2012 on yksi yrityksen monista toimialoista. Yritys työllistää tällä hetkellä noin 200 henkilöä. Liikevaihtoa vuonna 2010 kertyi noin 40 miljoonaa tuloksen ollessa 2,0 miljoonaa euroa. Insinööriyössä kohdeyrityksestä käytetään nimeä ”FirmaA”.

Yrityksestä on omien sähkökomponenttiensa hyvän kysynnän vaikutuksesta kasvanut suuri, useita teollisuuden eri sektoreita palveleva osatuottaja joka lisäksi kehittää ja markkinoi myös omia tuotteitaan. FirmaA:n teknologiaportfolioon kuuluu muun muassa meisto, ohutlevyvalmistus, sähkö- ja liitosteknologia, koneistus sekä pulverimaalaus ja elektrolyyttinen pintakäsittely. Yritys tekee myös laajamittaista yhteistyötä muiden yritysten kanssa liittyen sähköliittimien suunnitteluun ja valmistukseen. FirmaA on osa suurempaa yritysryhmää.

Yritysryhmä koostuu yhteensä viidestä eri yrityksestä. Yritysryhmittymän toiminta keskittyy enimmäkseen Suomeen, mutta toimintaa on myös Baltiassa, Venäjällä, ja vuoden 2012 aikana toiminta laajenee myös Aasiaan. Kaikkiaan ryhmittymän yritykset työllistävät noin 600 henkilöä. Vuoden 2011 yhteenlaskettu liikevaihto on noin 100 miljoonaa euroa.

Yritysryhmittymän osaamisalueet ja valmistusteknologiat pääpiirteissään ovat sähkö- ja liitosteknologia, automaattimeisto, ohutlevytuotteet, koneistus, paine- ja ruiskuvalu, elektroniikka ja johdinsarjavalmistus, pintakäsittely sekä kokoonpano- ja järjestelmäosaaminen.

Yritysryhmittymän erittäin laaja teknologia- ja järjestelmäosaaminen antaa ryhmittymän yrityksille suuren kilpailuedun. Uudet valmistusteknologiat ja suuri toimitusvarmuus ovat tuoneet yrityksille lukuisia ”Vuoden toimittaja”- ja ”alihankkija” -palkintoja. Yritysryhmän yritykset hyödyntävät toistensa laajaa osaamista, ja yritykset pyrkivätkin toimittamaan yksittäisten komponenttien lisäksi vaativia järjestelmäkokoonpanoja, joissa päästään hyödyntämään ryhmittymän useampien yritysten valmistusteknologioita ja osaamista. Yritysryhmittymän tavoitteena on kasvaa merkittäväksi kansainväliseksi järjestelmätoimittajaksi. Insinööriyössä käsiteltävistä

ryhmittymän yrityksistä käytetään FirmaA:n lisäksi nimiä FirmaB, FirmaC ja FirmaD. Ryhmittymään kuuluu näiden neljän lisäksi vielä yksi yritys.

## 1.2 Liiketoimintaongelma

Liiketoiminnan ongelmana on halvan työvoiman maissa valmistetut vastaavat sähköliittimet, jotka ovat pakottaneet FirmaA:n laskemaan tuotteidensa hintoja pitääkseen kiinni suurimmista asiakkaista ja markkinaosuuksista. Kyseiset kilpailevat tuotteet ovat suoria kopiota FirmaA:n suunnittelemissa ja valmistamista liittimistä.

Tämän insinööriyön tarkoituksena on löytää keinoja, joilla pyritään parantamaan näiden tuotteiden hintojen laskusta aiheutunutta heikentyntä kannattavuutta. Kyseessä oleva liitinperhe on "XY-yleisliitin" -tuoteperhe.

## 1.3 Tavoite

Insinööriyön tavoitteena on löytää optimaalisia ratkaisuja tuotteiden valmistuskustannusten, ei hintojen laskemiseen. Tavoitteena on saada laajamittainen koonti tarvittavista tehostamistoimista nykytilanteesta sekä mahdollisissa tulevaisuuden skenaarioissa liittyen tuotteiden vuosivolyymeihin. Yksinkertaisuudessaan työn tavoite on löytää mahdollisimman virtaviivainen arvoketju, josta on poistettu kaikki arvoa tuottamaton toiminta.

Työssä tullaan perehtymään tuotteiden valmistukseen liittyvään modulointiin, logistiikkaan ja tuotannonohjaukseen sekä komponenttien valmistukseen ja tuotantoautomaatioon. Insinööriyön tavoitteet ja sisältö on katsottu yhdessä FirmaA:n toimitusjohtajan ja kehityspäällikön kanssa.

## 1.4 Rajaukset

Insinööriyön tarkoituksena on tehdä koonti ehdotuksista, joita tulisi soveltaa toimenpiteiksi tuotteiden valmistukseen. Tarkoitus ei ole vielä tässä vaiheessa tehdä varsinaisia muutoksia tuotantoon. Työn laajuus tulee ylettymään FirmaA:n organisaatorajojen ulkopuolelle, ja työ rajataankin yritysyhmittymän sisälle koskien FirmaA:ta, FirmaB:tä ja FirmaC:tä. Myös FirmaD on mainittu lyhyesti.



Tuoteperheeseen kuuluu yhteensä 18 tuotetta, joita tullaan käsittelemään tässä työssä. Näiden 18 tuotteen lisäksi mallistoon kuuluu myös joitain harvinaisia malleja kuten asiakkaille erikseen räätälöidyt mallit. Näitä erikoismalleja ei käsitellä tässä työssä muuten kuin joidenkin komponenttien osalta, jotka ovat perustuotteiden kanssa yhteisiä. Taulukossa 1 on lueteltuna kaikki FirmaA:n XY-yleisliittimet (pois lukien pienivolyymiset erikoismallit) ja niiden tärkeimmät ominaisuudet.

Taulukko 1: XY-yleisliittimet

Tuotenimike	Johdinkoot (mm <sup>2</sup> )	Kiinnitysreikä (mm)	Asennusruuvi
XY 1,5-35A / 5	1,5 - 35	5,5	M5
XY 1,5-35B / 5	1,5 - 35	5,5	M5
XY 1,5-35C / 5	1,5 - 35	5,5	M5
XY 1,5-35D / 5	1,5 - 35	5,5	M5
XY 6-50 / 5	6 - 50	5,5	M5
XY 6-50 / 6	6 - 50	6,5	M6
XY 6-50 / 8	6 - 50	8,5	M8
XY 16-95 / 8	16 - 95	8,5	M8
XY 35-150 / 6	35 - 150	6,5	M6
XY 35-150 / 8	35 - 150	8,5	M8
XY 35-150 / 10	35 - 150	10,5	M10
XY 50-185T / 8	50 - 185	8,5	M8
XY 95-240 / 10	95 - 240	10,5	M10
XY 95-240R / 10	95 - 240	10,5	M10
XY 2x(25-95) / 8	2 x (25 - 95)	8,5	M8
XY 2x(35-120) / 10	2 x (35 - 120)	10,5	M10
XY 2x(50-185) / 8	2 x (50 - 185)	8,5	M8
XY 2x(95-240) / 10	2 x (95 - 240)	10,5	M10

Nämä 18 liitinmallia koostuvat yhteensä 45 erilaisesta komponentista, jotka voidaan luetella ominaisuuksien mukaan viiteen eri ryhmään. Komponentit voidaan lajitella kehyksiin, liitinkiskoihin, painimiin, kiristysruuveihin ja puristemuttereihin. Komponenttien osalta insinööriyö tullaan rajaamaan vain taulukossa 2 oleviin osiin (ei tiettyjä asiakkaita varten suunniteltuihin erikoiskomponentteihin).

Taulukko 2: XY-yleisliittimien komponentit

Kehys	Liitinkisko	Painimet	Kiristysruuvit	Puristemutterit
1535-1 Kehys	1535-1/5 Liitinkisko	2x2595 Painin	DIN913M6*12	Mutteri M6
1535-2 Kehys	1535-2/5 Liitinkisko	2x35120 Painin	DIN913M6*16	Mutteri M8
650 Kehys	650/5 Liitinkisko	2x50185 Painin	DIN913M6*20	Mutteri M8 Matala
1695 Kehys	650/6 Liitinkisko	2x95240 Painin	DIN913M8*18	Mutteri M10
35150 Kehys	650/8 Liitinkisko		DIN913M8*20	
50185T Kehys	1695/8 Liitinkisko		DIN913M8*25	
95240 Kehys	35150/6 Liitinkisko		DIN913M10*25	
2x2595 Kehys	35150/8 Liitinkisko		DIN913M10*35	
2x35120 Kehys	35150/10 Liitinkisko		DIN913M10*40	
2x50185 Kehys	50185T/8 Liitinkisko		2x35120 Ruuvi	
2x95240 Kehys	95240/10 Liitinkisko			
	95240R/10 Liitinkisko			
	2x2595/8 Liitinkisko			
	2x35120/10 Liitinkisko			
	2x50185/8 Liitinkisko			
	2x95240/10 Liitinkisko			
11 kpl	16 kpl	4 kpl	10 kpl	4 kpl

Insinööryön esivalmistelun aikana tuli myös ilmi, että yritys haluaisi tuoteperheen kannattavuuden seuraamiseksi mittariston, jolla voitaisiin säännöllisesti seurata toiminnan tehokkuutta. Tämä osio jätetään työn ulkopuolelle sen laajuuden vuoksi, ja sen mahdollinen toteuttaminen voitaisiin tehdä vasta tämän insinööryön tulosten pohjalta.

Koska insinööryötä ei voida tehdä salaisena johtuen julkisilla varoilla kustannetusta tutkimuksesta, tullaan työstä tekemään kaksi eri versiota. Virallinen versio jää kohdeyritykselle, ja toinen versio jää koululle, josta on poistettu kaikki yritysryhmittymään viittaava materiaali. Tämä tehdään yrityksen etujen turvaamiseksi.

## 2 Tutkimuksen toteutustapa

### 2.1 Toteutuksen aikataulu

Insinööri työ tulee FirmaA:n ja työn tekijän sopimuksella olemaan valmis maaliskuun 2012 loppuun mennessä. Marras- ja joulukuu 2011 on varattu esityöskentelylle, ja tammikuusta 2012 eteenpäin on aktiivista työskentelyä työn valmistumiseen asti. Työn valmistuttua on tarkoitus yrityksessä arvioida ehdotusten soveltamista tuotantoon ja asettaa tavoitteet, joiden tuotantomäärille ehdotusten käyttäminen on kannattavuuden parantamisen kannalta oleellista.

### 2.2 Työskentelytavat

Koska työn laajuus tulee ylettymään FirmaA:n organisaatorajojen ulkopuolelle, työtä tullaan tekemään Suomessa FirmaA:ssa ja FirmaC:ssä sekä Baltian alueella toimivassa FirmaB:ssä.

Tiedonkeruun menetelminä tullaan hyödyntämään kenttätyötä yritysryhmittymän eri yrityksissä. Kenttätyö tulee koostumaan lähinnä tutkimustyöstä tuotantotiloissa liittyen tuotantokoneisiin, työkaluihin ja työskentely-ympäristöön. Kenttätyöksi voidaan myös laskea ERP-järjestelmästä hankittujen raporttien analysointi ja arviointi.

FirmaA:ssa pidettävät talous-, tuotanto- ja kehityspalaverit tulevat olemaan erittäin tärkeitä tiedonlähteitä työn toteuttamisen kannalta, ja niiden tarkoitus on myös ohjata työtä oikeaan suuntaan. Kenttätyö yrityksessä liittyy komponenttien jatkojalostamisen tutkimiseen ja joidenkin tuotteiden loppukokoonpanoon sekä tuotannonohjausjärjestelmän ja logistiikan analysointiin. FirmaC:ssä kenttätyö liittyy komponenttivalmistukseen ja varastointilogistiikkaan ja FirmaB:ssä loppukokoonpanoon ja viimeistelyyn sekä tuotteiden jakeluun.

### 3 Teoria

#### 3.1 Arvoketju ja sen kehittäminen

Arvoketju on alun perin Harvardin yliopiston tutkijan Michael Porterin kehittämä malli yrityksen arvonmuodostusprosessista jotain tuotetta tai palvelua kohtaan. Arvoketju kuvaa jonkin tuotteen vaiheittaista jalostumista raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi. Jokainen arvoketjussa oleva prosessi lisää tuotteen arvoa. Viimeinen solmu arvoketjussa on tuotteen jakelu eli myynti. Arvoketju/arvovirta tarkoittaaakin kaikkia toimintoja, joita tarvitaan tuotteen tai palvelun toimittamiseen asiakkaalle. (Arvoketju 2012.)

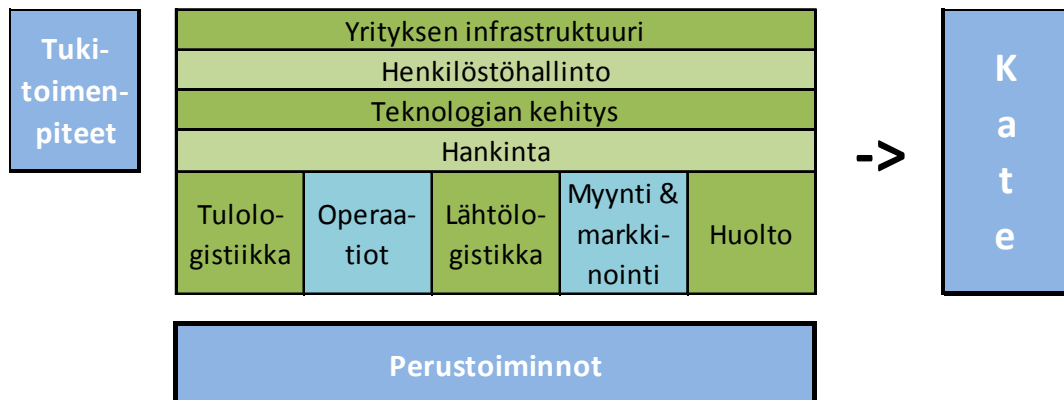
Arvoketjun materiaalivirran muodostavat tulologistiikka, operaatiot ja lähtölogistiikka. Materiaalivirran lisäksi Porterin mukaan muita perustoimintoja ovat myynti, markkinointi ja huolto. Tuotteen arvoketjusta pitää pyrkiä tekemään mahdollisimman yksinkertainen ja poistaa siitä kaikki asiakkaalle arvoa tuottamattomat vaiheet. (Arvoketju 2012.)

Yritys voi valitsemansa strategian mukaan toimia yhdessä tai useammassa arvoketjun vaiheessa liittyen oman tuotteen valmistukseen. Tällaisessa tilanteessa puhutaan supistetusta tai laajennetusta arvoketjusta. Ydinosaamiseensa keskittyvä yritys toimii usein vain supistetussa arvoketjussa, jossa prosessin muut vaiheet on ostettu kilpailukykyisemmiltä valmistajilta. Jonkin tuotteen kilpailukykyyn markkinoilta lopulta määrää se, kuinka tehokas tuotteen arvoketju kokonaisuudessaan on. (Arvoketju 2012.)

Arvoketjun jäsentämisen tarkoituksena on maksimoida ketjun tehokkuutta pienentämällä kustannuksia. Porterin arvoketjumallissa yrityksiä käsitellään sarjana erilaisia toimintoja, joiden suorittamisesta aiheutuu kustannuksia. Lean-ajattelu kuuluu tiiviinä osana arvoketjuun, sillä se pyrkii virtaviivaistamaan arvoketjua poistamalla siitä kaiken asiakkaalle arvoa tuottamattoman toiminnan. Lean-ajattelumalli on käsitelty luvussa 3.3. (Arvoketju 2012.)

Arvoketjun kehittäminen käynnistyy määrittelemällä prosessin tuottama arvo asiakkaan silmin. Asiakkaan tarpeet tuotteen suhteen tulee määritellä niin, että täytetään asiakkaalle tärkeitä odotuksia. Odotetut tulokset voivat olla taloudellisia ja ei-taloudellisia. Tuloksia voivat olla esimerkiksi laatu, kustannukset, joustavuus, nopeat toimitukset sekä terveys-, turvallisuus- ja ympäristöasiat. Ajan kuluessa ei-taloudelliset tulokset muuttuvat mitattaviksi taloudellisiksi

tuloksiksi. Arvoketjun parantamista onkin prosessin jatkuva kehittäminen, eli arvovirran ja sen katkoksten tunnistaminen sekä niistä syntyvän hukan poistaminen. (Tuominen 2010.)



Kuvio 1: Yrityksen arvoketju (Porter, 1985)

### 3.2 Tuotekannattavuus

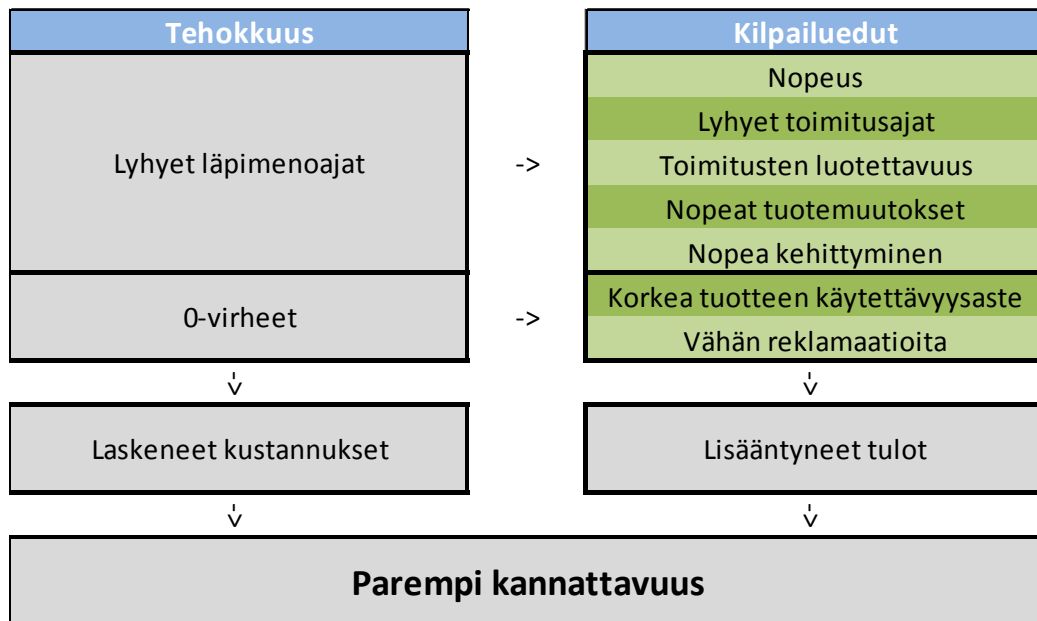
Tuotekannattavuuden avulla pyritään analysoimaan tuotteen kannattavuutta ja analysoimaan keinoja, joilla kannattavuutta voitaisiin parantaa. Tuotekannattavuuden kannalta erittäin olennaista on jatkuvasti pyrkiä alentamaan kustannuksia ja lisätä tuotteista saatavia tuloja.

Laatu on yksi kilpailuedun ja kannattavuuden kannalta oleellisimpia tekijöitä. Nollavirheperiaate laskee huonosta laadusta aiheutuneita kustannuksia. Virheettömät tuotteet ovat markkinoilla haluttuja ja valmistajan korkeaan laatuun paneutuva valmistusprosessi näkyy aina asiakkaalle asti. (Tuominen 2010.)

Toinen kilpailuedun ja kannattavuuden kannalta tärkeä tekijä on aika. Lyhyet läpimenoajat laskevat sekä valmistajan että tuotetta kauppaavien muiden yritysten varastointikustannuksia. Asiakasvaatimukseen ja nopeisiin toimitusaikatauluihin pystytään vastaamaan, kun kaikkien tuotantoon liittyvien prosessien käsittely- ja läpimenoajat ovat lyhyet. Hyvin suunniteltu ajanhallinta lisää aina asiakastyytyvyyttä, kun tilausten käsittely- ja toimitusajat ovat lyhentyneet. (Tuominen 2010.)

Kannattavuuden paranemisesta johtuvat lisääntyneet tulot ja alentuneet kustannukset nostavat tuotteen kannattavuutta ja tulo-rahoitusta. Ne mahdollistavat uudet investoinnit kehittyneeseen valmistusteknologiaan lyhentyneiden takaisinmaksuaikojen johdosta. Kun yrityksen

toiminta on organisoitu oikein, korkea laatu ja matalat kustannukset eivät ole ristiriidassa keskenään. (Tuominen 2010.)



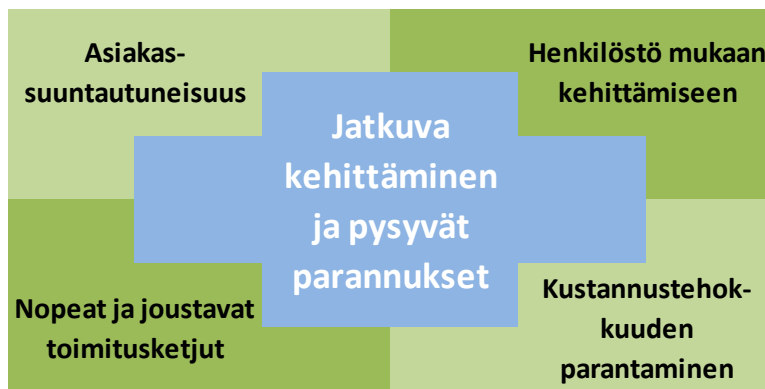
Kuvio 2: Kilpailuetua ja kannattavuutta (Tuominen 2010.)

Tuotteiden ja toiminnan kehittyvä laatu ja lyhenevä läpimenoaika vetävät aina muita suoritus- ta parantavia ominaisuuksia mukanaan. Kehittämisosaaaminen syntyy johdon kyvyistä tehdä oma osuutensa, johtaa vastualueensa kehittämistä ja saada jokainen työntekijä osallistumaan toiminnan jatkuvaan kehittämiseen. (Tuominen 2010.)

Tuotannon kannattavuuden kannalta yksi oleellinen tekijä on myös käyttöaste. Toimintasuhde eli käyttöaste kertoo sen, kuinka paljon yrityksen kapasiteetista on käytössä. Käyttöaste laske- taan kaavalla "tuotantomäärä jaettuna kapasiteetilla", joka kerrotaan sadalla. (Eklund, Kekko- nen 2011: 45.) Tuotantokoneisiin on monesti sitoutunut suuret pääomat, ja rahoituskulujen pitämiseksi hallinnassa niiden käyttöasteen olisi suotavaa olla mahdollisimman korkea. Korkea käyttöaste laskee tuotteiden hintoja yksikkökohtaisten kiinteiden kulujen laskettua. Yksikkö- kohtaisia kuluja on helppo arvioida tuotteiden omakustannehintojen avulla. Omakustannehin- ta tarkoittaa sitä hintaa, joka yritykseltä kuluu yhden tuotteen valmistamiseen.

### 3.3 Lean-ajattelu

Käsite ”lean” (Lean Production) otettiin ensikerran käyttöön eri maiden autoteollisuusyritysten kilpailukykyä selvittäneessä tutkimuksessa vuonna 1990. Se näytti, että eri yritysten toiminnassa oli useita yhteisiä piirteitä. Tutkimustuloksista huomattiin, että keskittymällä vain asiakkaalle lisäarvoa tuottavaan toimintaan voidaan merkittävästi säästää resursseja, kuten aikaa ja rahaa. Tutkimus osoitti myös, kuinka paljon tehtävissä on myös ilman uusia investointeja. Lean-ajattelun kulmakivet perustuvat asiakassuuntautuneisuuteen, osaavan henkilöstön yhteistyöhön, nopeisiin ja joustaviin toimituksiin sekä kustannustehokkuuteen. Edellä mainittuihin asioihin nojaten päähuomio on ihmisen, organisaation ja tekniikan yhdistämisessä. (Kajaste, Liukko 1994.)



Kuvio 3: Lean-toiminnan keskeiset teemat (Kajaste, Liukko 1994.)

Lean-ajattelu on johtamisfilosofia, joka keskittyy seitsemän eri turhuuden, arvoa tuottamattomien toimintojen poistamiseen. Lean-ajattelun peruseriaatteena on asiakastyytyväisyyden ja laadun parantaminen sekä tuotantokustannusten ja läpimenoaikojen pienentäminen. Lean pyrkii siihen, että oikea määrä oikeanlaisia tuotteita saadaan oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Tässä suhteessa leaniin liittyy vahvasti JIT – johtamisfilosofia. Osa leaniä on myös nopea mukautumiskyky muutoksille, ja jatkuva arvoa tuottamattomien asioiden vähentäminen. Lean-ajattelun ydin on turhuuksien jatkuva poistaminen. Se tähtääkin täydellisyyteen ja etsii ongelmia myös sieltä, mistä niitä ei helposti löydy. (Lean 2012.)

Leanin yksi perusajatuksista on yrityksen toiminnan standardisointi ja ennustettavuuden hallinta. Toimintastandardit sisältävät prosessien ja eri menetelmien kuvaukset. Tuotannonohjauksen kannalta standardisointia on esimerkiksi tasaiset sarjakoot ja varastotasot, joihin pyritään.

Vaadittujen resurssien oikeanlainen ennustaminen on leanin vaatiman imuohjauksen ja prosessin oikeanlaisen toimimisen edellytys. Toiminnan ja eri prosessien standardisointia auttaa usein yritysten käyttämät laatujärjestelmät, kuten esimerkiksi ISO 9001. (Tuominen 2010.)

Lyhyesti sanottuna leanin peruseriaate on tuotteen tai palvelun arvon lisääminen asiakkaalle vähentämällä hukkaa. Vähentynyt hukka parantaa asiakkaan odotusten täyttymistä parantamalla laatua, tuotteen käytettävyyttä, saatavuutta, hintaa ja ulkonäköä. Asiakkaan lisäarvon lisäksi lean tuottaa arvoa myös kaikille muille prosessiin kuuluville sidosryhmille. Se ylläpitää turvallista ja terveellistä ympäristöä. (Tuominen 2010.)

### 3.4 Leanin seitsemän turhuutta

Tässä luvussa syvennytään leanin seitsemään turhuuteen ja käsitellään niiden erilaisia resursseja kuormittavia vaikutusta. Leaniä toteutettaessa kaikki sen turhuudet ja muut kehitykseen liittyvät asiat on aina otettava huomioon, eikä esimerkiksi jotain osaa voi jättää pois. Yhden asian poishuomioiminen kerrannaisvaikuttaa muihin leanin osiin ja haluttuja parannuksia on näin ollen mahdoton saavuttaa. Turhaa, eli hukkaa ovat kaikki toiminnot, jotka lisäävät kustannuksia, mutta eivät tuo lisäarvoa tuotteeseen. (Tuominen 2010.)

#### 3.4.1 Kuljetukset

Kuljetukset ovat yksi leanin seitsemästä turhuudesta. Kuljetuksia tarkoittavat muun muassa osien, materiaalien, komponenttien ja vastaavien liikuttelu työpaikalle ja työpaikalta pois. Ylimääräisiä ja edestakaisia kuljetuksia yrityksen sisällä ja ulospäin tulisi välttää, sillä ne vaativat resursseina aikaa, tilaa ja mahdollisesti myös muita toteutuakseen. Kuljetukset ovat valmistettavalla tuotteelle arvoa tuottamatonta toimintaa. Sen lisäksi niistä syntyy yritykselle kuluja. (Kajaste, Liukko 1994.)

Monesti lean-järjestelmää suunniteltaessa aloitetaan sellaisista perustoiminnoista kuin tuotantotilan layout-muutokset. Ne ovat usein oleellisia myös koko leanin toteuttamisen aikana. Virtavaiivaisesti järjestetyt tuotantotilat vähentävät turhaa liikettä ja lisäävät näin tuotteen arvoa. Järkevästi asetellut tuotantopisteet ovat edellytys muiden turhuuksien tehokkaalle poistolle. Yrityksestä ulospäin suuntautuneita turhia kuljetuksia voidaan vähentää esimerkiksi standar-



disoimalla sovitut noutajat kuljetusyriyten kanssa vastaamaan asiakkaalle sovittuja toimintuspäiviä. Myöhästyneet toimitukset lisäävät monesti myös kuljetuskustannuksia.

### 3.4.2 Varastot

Varastot tarkoittavat kaikkea materiaalin, osien, komponenttien, tuotteiden tai vastaavien säilyttämistä yrityksen sisällä tai ulkopuolella. Ylituotanto (käsitelty kohdassa 3.4.5) johtaa kohonneisiin varastotasoihin. (Tuominen 2010.)

Tuotannonohjausfilosofisesta näkökulmasta katsottuna lean-ajattelu pyrkii tilausohjautuvaan tuotantoon, jolloin tuotteita ei valmisteta varastoon. Yleensä varasto-ohjautuvaan tuotantoon verrattuna leanin sarjakoot ovat pienempiä ja ideaalilanteessa vastaavat täysin tilausmääriä. Leaniä hyödyntäessä voi sarjakoot tosin olla jotain muuta kuin tilauksen tarkka määrä. Se voi olla esimerkiksi summa päivän aikana saaduista tilauksista.

Tilausohjautuvassa tuotannossa täytyy aina ottaa huomioon tuotannossa vaaditut tuotantokoneiden asetusajat, varsinkin käytettäessä FMS -tuotantojärjestelmää, jolloin ei käytetä kiinteitä koneasetteita vaan samoilla koneilla valmistetaan useita erilaisia tuotteita jonkin tietyn loogisen ajojärjestyksen mukaan. Ajojärjestys voidaan suunnitella esimerkiksi sisään tulleiden tilauksien järjestyksen mukaan tai se voidaan suunnitella optimaaliseksi hyödyntäen eri tuotteiden vaatimia resursseja ja optimoimalla asetusajat. Käytännössä asetusajojen optimointi tarkoittaa, että kun tuotanto vaihdetaan tuotteesta toiseen, pyritään seuraavaksi valmistettava tuote valikoimaan sen mukaan, mikä vaatii minimaalisimmat muutokset koneen tai työkalun asetuksiin (minimaalisimmat resurssit). Optimoinnilla saadaan tuotantokoneiden ja työkalujen huoltovälejä pidennettyä, kalibrointi ja mittausten tarve vähenee ja näin voidaan saavuttaa pidemmällä aikavälillä huomattavia säästöjä.

Tuotantotyökalujen kehittäminen kohti vähemmän asetusajaa vieviä ratkaisuja laskee varastonarvoa pienentyneiden varastojen takia ja näin myös kuluja lyhentyneiden vaihtojen tuominen säästöjen lisäksi. Tuotanto tulisi järjestää aina niin, että asetuksien vaihtoon tarvittavat työkalut ovat työpisteellä valmiiksi. Käytäntö on osoittanut, että poistamalla asetteenvaihtoprosessista kaikki turha, kuten työkalujen etsiminen, saadaan asetusajaa jopa puolitettyä. (Kajaste, Liukko 1994.)

### 3.4.3 Liike

Lean-ajattelussa liikkeen määrä pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi. Liike itsessään on asiakkaalle arvoa tuottamatonta toimintaa. Turhaa liikettä tuotannossa voi olla esimerkiksi tavaroiden turha liikuttelu paikasta toiseen, huonosti sijoitetut tuotantovaihepisteet tai työntekijöiden turha liikehdintä johtuen esimerkiksi huonosti suunnitellusta työvaiheesta. Turhaa liikettä aiheutuu edellä mainittujen lisäksi myös sellaisista toiminnoista, kuten tarpeettomien lomakkeiden täyttämisestä, tavaroiden, tiedon ja henkilöiden etsimisestä sekä turhista kokouksissa istumisista. (Kajaste, Liukko 1994.)

### 3.4.4 Odotusaika

Odotusaika aiheuttaa tuotannossa ylimääräisiä ja turhia kustannuksia. Edellisen työvaiheen myöhäinen valmistuminen aiheuttaa myöhästymisiä ja työntekijöiden turhaa odottelua seuraavissa työvaiheissa. Tuotantovaiheet pitäisi suunnitella niin, että työntekijä ei joudu odottelamaan koneen tekemään työtä, eikä työntekijä toisen työntekijän suoritusta. Myöskään materiaalin ei tulisi joutua odottamaan pääsyä tuotantokoneelle tai prosessiin. Odotusaikaa on myös se, että tarvittavaa tietoa tai henkilöä ei tavoiteta tai että jokin tuote on hävinnyt. (Kajaste, Liukko 1994.)

Odotusaikaa usein syntyy, kun tuotannossa tehdään liian suuria valmistuseriä. Näissä tapauksissa uusi tuotantosarja odottaa, että kone vapautuu edellä menevän sarjan tieltä. Tuotannonohjauksen kannalta pitäisi pyrkiä tekemään oikeankokoisia valmistussarjoja ja pyrkiä välttämään suuria muutoksia sarjojen kooissa. Muutokset sarjojen kokojen suhteen aiheuttavat vaikeasti ennustettavia ajallisia kuluja. Erikokoiset sarjat vievät myös vaihtelevasti tilaa tuotannosta, ja näin standardisoinnista tulee vaikeampaa.

Yksi odotusaikaa hetkellisesti lisäävistä tekijöistä on konerikot. Vioittunut ja huollossa oleva kone ei tuota lisäarvoa. Usein kun resurssit ovat tiukoilla, konerikko pysäyttää koko tuotantoprosessin ja aiheuttaa aina asiakkaalle asti näkyvää arvoa vähentävää hukkaa. Odotusajan välttämiseksi tuotanto tulisi järjestää niin, että tuote ei ole yhdestä koneesta riippuvainen. Tuotantovälineiden ehkäisevällä kunnossapidolla varmistetaan prosessin jatkuva toimiminen.

### 3.4.5 Ylituotanto

Lyhyesti kuvattuna ylituotanto tarkoittaa sitä, kun tuotetaan tarpeetonta, enemmän kuin on tarpeen, tai ennen kuin on tarve. Ylituotanto on vastakohta JIT-tuotannolle. (Tuominen 2010.)

Leanin oppeja täydellisesti noudatettaessa ylituotantoa ei synny. Todellisuudessa ylituotanto on usein tietyin ehdoin jopa kannattavaa. Tuotantokoneiden asetuksien pitkistä vaihtojoihista johtuen liian pieniä tuotantoeriä ei kannata aina viedä vaiheen läpi, vaan suhteuttaa tuotteen vaihdosta aiheutunut ja koneen ylösajosta johtuvat kulut tuotantoerän kokoon. Tuotannonohjauksellisesti liiallisen ylituotannon suhteen kannattaakin valmistettaville tuotteille asettaa hälytysrajat (raja-arvo jonka alle mennessä tuotantoon tulee uusi työmääräys) ja pienin kannattava valmistuserä (työmääräyksen pienin sallittu kappalemäärä jolla tuotannon kappalekohtaiset kulut eivät nouse liian suuriksi).

### 3.4.6 Yliprosessointi

Yliprosessointia on kaikki sellainen toiminta, mikä kohdistuu valmistettavaan tuotteeseen, mutta on asiakkaan kannalta tarpeetonta. Esimerkiksi tuotteen tarpeeton työstäminen, kiillotaminen tai muu puuhaaminen, josta asiakas ei ole kiinnostunut tai valmis maksamaan, on turhaa yliprosessointia. Turhaa yliprosessointia on myös kaikki, mikä ei hyödytä myöskään tuotetta valmistavaa yritystä, esimerkiksi tuotteesta poistetusta materiaalista ei saada riittävää korvausta. (Tuominen 2010.)

### 3.4.7 Viallinen tuote

Virheet ovat yksi seitsemästä hukasta, joka voi näkyä aina asiakkaalle asti. Viallisen tuotteen aiheuttamia kustannuksia kutsutaan virhekustannuksiksi. Virhekustannukset syntyvät tuotannossa tulleista virheistä, virheellisten tuotteiden tarkastamisesta, lajittelusta, korjaamisesta sekä asiakasreklamaatioihin vastaamisesta. (Tuominen 2010.)

Viallisen tuotteen estämiseksi prosessit tulisi suunnitella niin, että ne itse huomaavat viallisen tuotteen ja keskeyttävät tuotannon. Viallisen tuotteen tunnistamiseen voidaan käyttää myös tuotantokoneita, jotka pysäyttävät itse itsensä kun viallinen tuote havaitaan. Leanin oppeja toteutettaessa organisaation pitää olla sitoutunut pysäyttämään ja korjaamaan prosessi, joka

on mahdollistanut virheen syntymisen, eikä keskittyä pelkästään korjaamaan seurauksia. Prosessin kulku ei saa jatkua ellei havaittua virhettä korjata heti. Jokaisen työntekijän tulee tietää, mitä on hyvä ja miten toimia, kun prosessi ei tuota hyväksyttävää tuotetta. Huonosti standardisoitu prosessi vaarantaa laadun. Ulkoisen palautteen lisäksi, myös yrityksen sisäinen palaute on pääosissa ehkäistäessä virheiden syntymistä. Virheisiin tulee suhtautua niin että ei etsitä syyllistä, sillä se johtaa asioiden salailuun ja peittämiseen. Näin syntyy ylimääräistä hävikkiä ja kustannuksia. Ongelmien syntyessä syyttelyn sijaan pitää keskittyä kehityskeskusteluun henkilöstön kanssa. (Kajaste, Liukko 1994.)

### 3.5 Käyttöönottoprosessi

Leanin ottaminen yrityksen käyttöön on monimutkainen prosessi. Leanin hyödyt yleensä näkyvät vasta, kun koko tuotantojärjestelmä on muutettu sen vaatimusten mukaiseksi. Ennen leanin käyttöönottoa tulee yrityksen tuntea hyvin oma missionsa, visionsa, arvonsa, eettiset periaatteensa sekä strategiansa ja tavoitteensa. Uusi tuotantojärjestelmä tulee suunnitella niin, että edellä luetellut asiat on otettu huomioon.

Tuomisen (2010) mukaan tuotantojärjestelmää uudelleen suunniteltaessa tulee ottaa huomioon muun muassa seuraavat viisi asiaa:

#### 1. Valmistusprosessit

Valmistusprosessien tulisi olla mahdollisimman yksinkertaiset ja kaavanomaiset, mutta kuitenkin sellaiset, että kaikki mahdolliset muuttuvat tekijät saadaan otettua huomioon.

#### 2. Valmistuksen tukitoiminnot

Tukitoiminnot ovat itsessään asiakkaalle arvoa tuottamatonta toimintaa, mutta usein pakollisia tuotteen valmistuksen kannalta. Valmistuksen tukitoiminnot tulisikin kartoittaa huolella ja selvittää, mistä voidaan luopua ja kannattaako jotkin palvelut ostaa esimerkiksi yrityksen ulkopuolelta.

### 3. Koneet, laitteet ja teknologia

Teknologia lyhentää läpimenoaikoja, varmistaa oikean laadun, lisää työn tuottavuutta ja helpottaa näin tuotteiden ja komponenttien virtausta. Teknologioiden ja koneiden suhteen tulisi kartoittaa, mitkä lyhentävät läpimenoaikoja, lisäävät joustavuutta, tuottavuutta ja turvallisuutta sekä takaavat tasaisen laadun.

### 4. Alihankinta

Alihankinnan tehtävä on toimittaa kaikki tarvittavat tuotteet, joita itse ei kannata valmistaa. Alihankinta tulee aina kilpailuttaa ja sopimuksia tehtäessä sopia tarkat toimitusaikataulut niin, että alihankinnasta ei tule kompastuskiveä leanin toteuttamiselle.

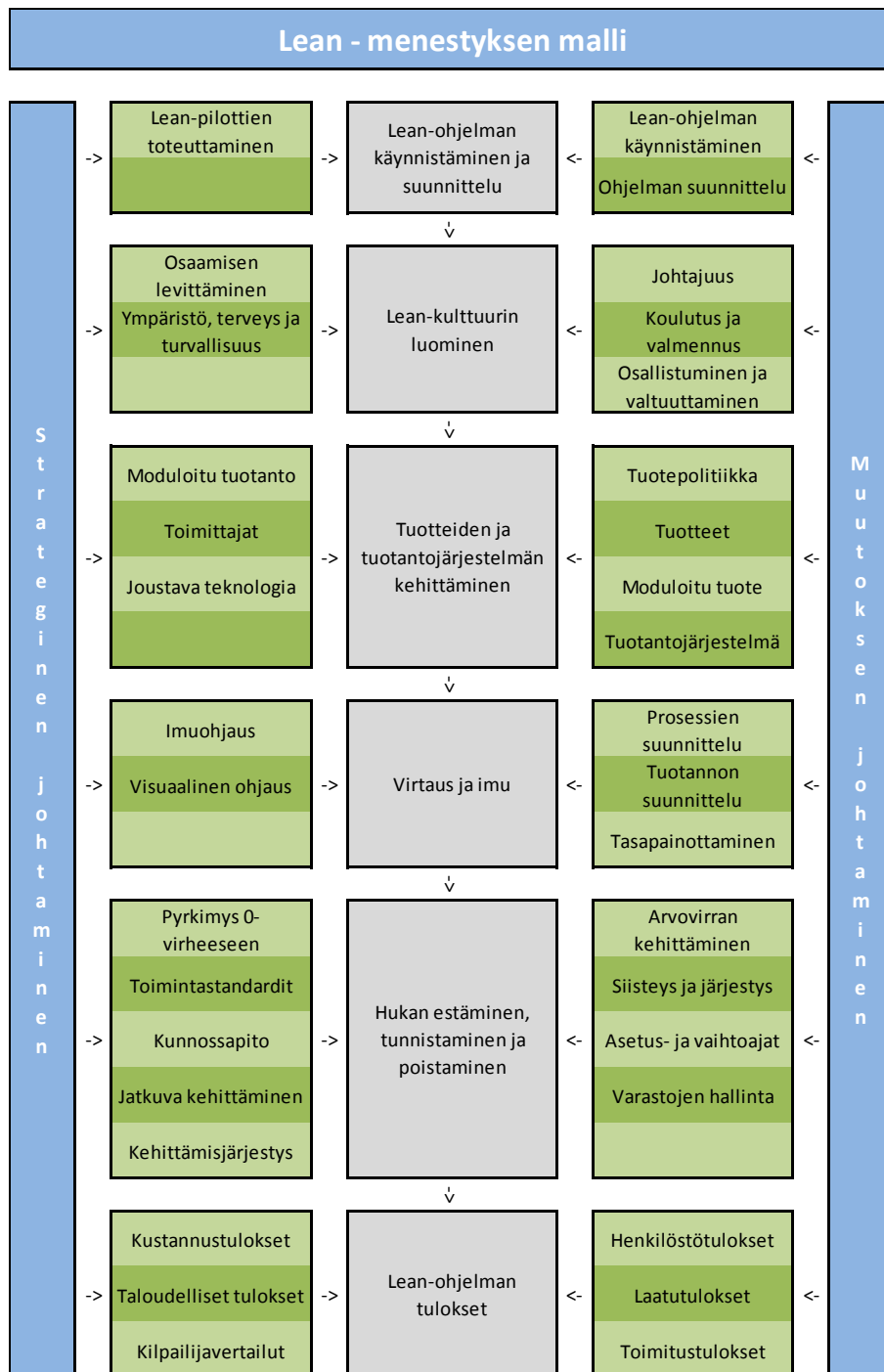
### 5. Muut toimitukset

Lean pyrkii aina kaiken arvoa tuottamattoman ja turhan karsimiseen yrityksen toiminnasta. Muut tuotantoprosessiin liittyvät toimitukset tulee myös aina suunnitella prosessien kaltaisiksi niin, että nämä ”arvoa tuottamattomat” toimitukset tuotetaan aina tehokkaasti ja rutiininomaisesti.

Leanin käyttöönotossa tulee myös tukea ja kehittää henkilöstöä kohti järjestelmällistä ajattelua. Järjestelmällinen ajattelu tulee olla mukana sekä teoreettisessa suunnittelussa että käytännön tekemisessä. Järjestelmällisen ajattelun tarkoituksena on tukea oppimista, ymmärtämistä ja ongelmien ratkaisemista. Järjestelmällistä ajattelua tukevia menetelmiä ovat esimerkiksi PDCA (suunnittele, tee, tarkista ja täsmennä) sekä DMAIC (määrittele, mittaa, analysoi, kehitä ja seuraa). Tällaiset järjestelmät ovat monesti hyödyllisiä, koska ihmiset eivät ajattele loogisesti. Ongelmia pyritään ratkaisemaan usein yrittämällä ja erehtymällä. Tämä vie aikaa, rahaa ja muita resursseja. Järjestelmällisen ajattelun tukemista tulee leanin käyttöönoton yhteyden lisäksi toteuttaa koko lean-järjestelmän toteuttamisen ajan. (Tuominen 2010.)

Jatkuva kehittäminen, eli lean-ajattelu on mahdollista ottaa yrityksen käyttöön esimerkiksi soveltamalla sitä aluksi vain jossakin prosessin osassa. Siitä voidaan tehdä pilottihanke, jossa opetellaan jonkin leanin työkalun käyttäminen, miten se liittyy muihin työkaluihin ja lopuksi, mitkä ovat sen periaatteet lean-kokonaisuuden kannalta. Lopulta kun leanin periaatteet ja työkalut on omaksuttu yksilötasolla, on yritykseen tai osastoon onnistuttu luomaan uusi ajatte-

lutapa ja kulttuuri. Tässä tilanteessa lean-ajattelusta on tullut jokapäiväinen rutiini, joka tukee itse itseään ja tähtää lopuksi täydellisyyteen. Jatkuvaa kehittämistä on hyvä todentaa erilaisilla mittareilla, joita ovat esimerkiksi asiakastyytyväisyys, toimitusajat, toimitusvarmuus, pääoman tuotto, varastojen kiertonopeudet, laatuvirheet, tuottavuus, käyttösuhte ja työtyytyväisyys. (Kajaste, Liukko 1994.)



Kuvio 4: Leanin käyttöönotto (Tuominen 2010.)

### 3.6 Leaniä täydentävät menetelmät

#### 5S osana lean-ajattelua

5S kuuluu kiinteänä osana lean-johtamisfilosofiaan. Se on alun perin Japanissa kehitetty työpaikkojen organisointiin ja työmenetelmien standardisointiin keskittyvä menetelmä. 5S:n tarkoituksena on lisätä työn tuottavuutta, laatua ja työturvallisuutta poistamalla tehdasympäristöstä kaikki arvoa tuottamaton materiaali ja pitää fyysinen työympäristö järjestyksessä. (5S 2012.)

Sorteerauksen tarkoituksena on poistaa tehdasympäristöstä kaikki turha ja arvoa tuottamaton materiaali. Sorteerauksen tarkoituksena on vapauttaa tuotantotilaa esimerkiksi poistamalla turhia tuotantovälineitä ja rikkoontuneita työkaluja. Turhien tavaroiden poisto lisää tuotantotilaa muille toiminnoille ja vähentää tapaturmariskiä työpaikalla. Sorteraus parantaa myös tuotantotilojen visuaalisuutta. Visuaalisuus helpottaa tuotantojärjestelmän toiminnan ymmärtämistä ja ilmaisee tuotannossa olevat poikkeavuudet. (Tuominen 2010.)

Systematisoinnin avulla pyritään etsimään yritykselle parhaat varastointimenetelmät. Systematisointi voi tarkoittaa esimerkiksi varastohyllyjen järjestämistä jonkin tietyn logiikan mukaan, tai vaikka esimerkiksi lattioiden ja työpisteiden selvät merkinnät. Systematisoinnin tarkoituksena on, että tavara pääsee tehtaassa liikkumaan sujuvasti niille tarkoitettuja reittejä pitkin tuotantovaiheesta toiseen. Esimerkiksi liikuteltaville kuormalavoille voi olla lattiaan merkityt välivarastopaikat. (5S 2012.)

Siivous on työpaikalla suoritettava päivittäin, ja prosessit ja työympäristö tulisi suunnitella niin, että siivous voidaan suorittaa säännöllisesti tietyin väliajoin. Säännöllinen siivous tekee työympäristöstä miellyttävämmän ja sorteerauksen tavoin poistaa työpaikalta arvoa tuottamatonta materiaalia. Siivoukseen tulee ottaa mukaan jokainen työntekijä, ja sen ylläpitoa tulee kehittää jatkuvasti. Ihanteellinen tilanne työpaikalla olisi, että ei olisi tarvetta siivoamiselle. Siivoamisesta luopuminen edellyttäisi, että sotkua ei syntyisi missään prosessin vaiheessa. (Tuominen 2010.)

Standardisoinnin tarkoituksena on vakiinnuttaa työpaikan parhaat käytännöt työntekijöiden kanssa. Standardisointi voi tarkoittaa esimerkiksi tiettyjen ja vain tarpeellisten työkalujen vakiinnuttaminen työpisteille. Standardisointia voi olla myös vaikka siivousaikataulujen sopimi-

nen tai minkä tahansa asian organisointi tietyn logiikan mukaan. Hyvä standardisointi vähentää sorteerauksen ja siivoamisen tarvetta. (5S 2012.)

Seuranta käytetään ylläpitämään 5S:n käytöstä saavutettuja etuja. Seurannan tarkoituksena on pitää huolta, että jatkuvasti turhaksi tuleva tavara poistetaan mahdollisimman pian ja että standardisoiduista menetelmistä ja siivousaikatauluista pidetään kiinni. (5S 2012.)

Työpaikka, joka on siisti, hyvässä järjestyksessä, turvallinen ja tehokas, on työntekijöille viihtyisiä ja sitä on helpompi kehittää edelleen. Edellä mainittujen asioiden mukainen työpaikka aiheuttaa myös vähemmän tapaturmia, hylkyä, hukkakäyntiä, tuotantoseisokkeja, sekä virheitä ja tuotannonohjausongelmia. Työntekijöiden suhteen hyvin järjestetty työpaikka auttaa paremmin viihtymään työssä, nostaa tuottavuutta ja antaa hyvän vaikutelman asiakkaille. (Tuominen 2010.)

#### Imuohjaus / virtaus

Imuohjaus on tuotannonohjaustapa, jossa asiakkaan tilaus käynnistää ostettavan tuotteen valmistusprosessin, joka sisältää myös kaikki tuotteeseen liittyvät materiaaliostot ja osakomponenttien valmistuksen. Imuohjaus/Kanban ovat tehostettuja ohjaustapoja, joissa materiaalin virtaus kulkee kulutuksen mukaan, eikä perustu suuriin varastointimääriin. Tämäntapainen toiminta on hyvä suurille materiaalivirroille, jolloin niiden ohjauksesta ei aiheudu ylimääräistä kuormitusta tuotannonohjaukselle tai ostotoiminnalle, vaan tilannetta tarkastelleen aina ”koontina” tietyin väliajoin. Toyotan laatima Kanban järjestelmä sallii eri työvaiheiden välillä pienet puskurivarastot virtauksen pitämiseksi käynnissä. (Lean ja logistiikka – Imuohjaus 2012.)

Imuohjausprosessin tarkoituksena on korvata juuri se määrä tuotteita, mikä työpaikalta tai kyseessä olevasta prosessista on poistunut sisään tulleen tilauksen myötä. Tuotantoprosessissa työntekijä noutaa tarvitsemansa osamäärän edellisestä työvaiheesta sen mukaan, minkä hän sillä hetkellä tuotteen valmistamiseen tarvitsee. (Tuominen 2010.)

Virtaus luo perustan imuohjaukselle. Kun puhutaan virtauksesta tuotantoprosessissa, se tarkoittaa aina joko materiaalin, tuotteen, tai tiedon kulkua prosessissa. Virtaukseen aiheutuneet katkokset lisäävät tuotantoprosessissa aiheutunutta hukkaa, joita leanin lisäksi useilla muilla menetelmillä pyritään vähentämään. Jos virtausta ei ole mahdollista saavuttaa käytettävissä



olevilla menetelmillä, ei myöskään imuohjaus voi olla kustannustehokasta. Virtauksen mahdollisia esteitä voivat olla pitkät prosessiajat ja toiminnan joustamattomuus. (Tuominen 2010.)

Imu ja virtaus edellyttävät tuotannolta vakautta ja standardisointia. Nämä luovat perustan toiminnan johdonmukaisuudelle ja toistettavuudelle, ongelmien tunnistamiselle, poistamiselle, jatkuvalle kehittämiselle sekä helposti ennustettaville tuloksille. Vakaus on ehdoton edellytys virtauksen luomiselle ja parannuksien toteuttamiselle. Standardit taas kontrolloivat prosessia ja poistavat tarpeen erilaisten kannattavuusmittareiden käytölle luomalla hallitun prosessin. (Tuominen 2010.)

Imuohjauksen vastakohta on perinteinen työntöohjaus, jossa tuotteita valmistetaan myyntienusteidien mukaan. Työntöohjaukseen verrattuna imuohjaus myös merkittävästi vähentää varastojen määriä ja yritykseen sitoutunutta vaihto-omaisuutta. (Tuotannonohjaus 2012.)

#### JIT – Just-In-Time

JIT-tuotantoperiaatteen (tunnetaan myös nimellä ”JOT” – juuri oikeaan tarpeeseen) keskeinen toiminto on hyvän pohjan luonti lean-ajattelulle parantamalla kannattavuutta eri keinoin. JIT/JOT – periaatteen keinot leanin tavoin ovat eri hukkien poistaminen. Tässä suurin huomio kuitenkin kiinnitetään yritykseen sitoutuneeseen pääomaan. Kaikki ylimääräiset varastot pyritään poistamaan kehittämällä ostotoiminnan, tuotannon ja tuotteiden jakelun ohjaamista. (Kajaste, Liukko 1994.)

Kun puhutaan JIT-menetelmästä ja arvoketjusta, jossa tiettyjä toimintoja on ulkoistettu, on materiaaliostojen ja osatuottajan kanssa tehtyjen sopimusten tärkeys ensisijalla jotta koko valmistusketju voisi toimia sujuvasti. Ostotoiminnan suhteen JIT pohjautuu luotettaviin alihankkijoihin. (Just-In-Time 2012.)

Kriteeri	Perinteinen	JIT-tavoite
Eräkoot	Suurissa erissä harvoin toimituksin	Toimitukset toteutetaan pienissä erissä
		Valitse toimittajat, jotka toimittavat korkealaatuisia tuotteita pienissä erissä
Toimittajien valinta	Useita toimittajia lyhyillä sopimuksilla	Luo hallittavissa oleva toimittajien verkko
		Pudota toimittajien määrä yhteen tai vain muutama
Kumppanuuksien kesto	Vaihdellaan edullisimman hinnan mukaan	Solmi toimittajien kanssa pitkäaikaisia joustavia sopimuksia
Toimittaja-arviointi	Pääkriteerit ovat tuotelaatu, toimituskyky ja hinta	Mittaa tuotelaatu, toimituskyky ja hinta
	Noin 2 % virheistä hyväksytään	Virheitä ei hyväksytä
Tulevan tavaran tarkastus	Ostaja on vastuussa kaikesta tarkastuksesta	Laskeminen ja tarkastus on lähes eliminoitu
Kuljetukset	Kuljetuksen kustannukset	Mittaa kuljetusten kokonaiskustannukset ja täsmällisyys
Tuotespesifikaatiot	Perustuu piirustuksiin pienillä vapauksilla	Spesifikaatiot perustuvat suoritusarvoihin ja vähän piirustuksiin
		Toimittajaa rohkaistaan innovaatioihin
Paperirutiinit	Laajat ja muodolliset	Vähän paperityötä
		Käytetään sähköisiä tiedonvälitystapoja
Pakkaukset	Erikois- tai satunnaispakkaukset ilman pakkausspesifikaatioita	Käytetään pieniä standardiyksiköitä, joiden sisältö on tarkoin määritelty

Kuvio 5: Perinteisen ja JIT-ostamisen vertailu (Tuominen 2010.)

### 3.7 Process reengineering

Prosessien uudelleensuunnittelulla (process reengineering) pyritään kehittämään, virtaviivaistamaan ja tehostamaan prosesseja. Prosessien uudelleensuunnittelulla voidaan tehostaa mitä

tahansa prosessia, esimerkiksi tuotteen valmistusprosessia tai yrityksen tilaus-toimitusprosessia. Uudelleensuunnittelun prosessin tavoite on ohjata toimintaa yrityksen sisällä poikkeamaan aikaisemmasta tavasta.

Prosessien kehittäminen lähtee halusta ajatella uudella tavalla kyseenalaistaen vanhan prosessin. Oleellista prosessikehityksessä on tunnistaa lähtötaso, prosessin tavoite ja kuinka tavoitteeseen päästään. Tärkeää on prosessin hyvä tuntemus toimintojen ja prosessiosien suhteen. Uudelleen suunniteltavan prosessin tavoite tulee olla aina yhdenmukainen yrityksen vision, strategian ja tavoitteiden kanssa. (Prosessinkehittäminen 2012.)

Tuotteet ja palvelut tuotetaan aina prosesseissa niihin syötettyjen inputtien avulla. Prosessien oikeintoimimisen edellytyksenä on, että niihin syötettävät inputit täyttävät prosessin asettamat vaatimukset. Lean-ajattelun näkökulmasta katsottuna yrityksen prosesseja pitää pyrkiä muokkaamaan nopeammiksi, helpommiksi, halvemmiksi ja paremmiksi. Tämänkaltaisen toimintatapa ohjaa yrityksen toimintaa korostamaan pienempiä valmistuseriä, joka lopulta mahdollistaa täysin tilauksiin perustuvan tuotteiden valmistuksen. Prosessin tehokasta ääripäätä edustaa tuotanto, joka valmistaa aina vain yhden tuotteen kerrallaan jonkin tietyn eräköön sijaan. (Tuominen 2010.)

Prosessien muokkaamiseksi leanin oppien mukaan täytyy ottaa huomioon useita asioita. Tuotantoprosessi täytyy vakauttaa eli poistaa vaihtelut, työ standardisoida sekä poistaa tuotannon ylikuorma ja riskitekijät. Toisaalta hyvin toteutettu prosessi ei aiheuta tuotannon resursseille liiallista ylikuormaa. Prosessin läpi virtaavien tuotteiden tulee ehdottomasti täyttää spesifikaatiot. Poikkeavat tuotteet on tunnistettava ja poistettava prosessista välittömästi. Työntekijät on koulutettava myös uuden prosessin suhteen. Jokaisen tulee omaksua järjestelmällinen prosessin kehittäminen vähintään oman työntekonsa suhteen. Eteenpäin pyrkivä ja kehitykseen panostava yrityskulttuuri luo työpaikalle yhtenäisen ilmapiirin. Prosessi itsessään on paras ympäristö oppia järjestelmällistä kehittämisen menetelmiä ja soveltamista. (Tuominen 2010.)

### 3.8 Ajatuksellinen yhteenveto

Teoriaosuuden ehdottomasti työn kannalta oleellisin osa on lean. Leanin käyttöönotto esimerkiksi jossakin yrityksessä vaikuttaa erittäin haasteelliselta, ja huomioon joutuu ottamaan lukuisia eri asioita henkilöstön motivoinnista prosessikehityksen suhteen aina tuotannonohjauksen

uudistamiseen asti. Toisaalta pitkäjänteinen lean-projekti tuottaa todistetusti useimmiten hyviä tuloksia. Leanin osalta insinööriyössä tutkitaan, kuinka sen opit toteutuvat nykytilanteessa ja kuinka niitä mahdollisesti kannattaisi soveltaa tuotantoon.

Arvoketjun osalta tuotteista aiotaan tutkia arvonmuodostusprosessia, millaisia toimintoja valmistuksesta löytyy ja olisiko jotain turhaa karsittavaa. Muista teorioista tuotantoa tullaan tutkimaan myös 5S:n sekä tuotannonohjauksen osalta imuohjauksen/JITin kannalta. Prosessien uudelleensuunnittelu ja niiden parantaminen tulevat olemaan luonnollinen osa mahdollisia insinööriyön pohjalta tehtäviä toimenpiteitä.

## 4 Nykytilan analysointi

Nykytilan analysoinnin tarkoituksena on pyrkiä löytämään yrityksen toiminnasta vahvuudet ja heikkoudet sekä jäsentää ja perehtyä niihin. Tämä tarkoittaa perehtymistä tuotteiden valmistusprosesseihin, yrityksen logistiikan ohjaukseen, arvioimaan eri tuotantoyksiköjä sekä tuotteiden hintoja.

Analysoinnin helpottamiseksi perustin yritysryhmittymän jokaiseen liittimien tuotantoprosessiin liittyvään yritykseen seurantajärjestelmän, johon kirjataan kaikki tuotantotapahtumat. Tämä seurantajärjestelmä mahdollistaa tuotannonohjausjärjestelmää laajemman tiedonkeruun. Tiedonkeruun tarkoituksena on seurata yrityksissä tapahtuvia laatuvirheitä, löytää hukkatyyppjä sekä tutkia tuotannon tehokkuutta ja läpimenoaikoja.

### 4.1 Arvovirran analysointi

Tässä kappaleessa tutkitaan yritysryhmittymän eri yritysten merkitystä XY-yleisliittimien valmistuksen suhteen. Tutkitaan tuotantoyksiköissä mitä liittimien komponentteja missäkin valmistetaan, ja missä yksiköissä tapahtuu kokoonpano. Osana arvonmuodostusprosessin tutkimista eri tuotantoyksiköissä pyrittiin kartoittamaan leanin ja 5S:n mukaisia erilaisia turhuuksia ja muita oppeja. Ennen tuotantoyksikkökohtaista analyysiä toimintoja on kuvailtu yleiselle tasolla selventämään arvonmuodostusprosessia.

#### 4.1.1 Toimintojen jaottelu

##### Materiaalien ostot

Komponenttien ostot ryhmittymän yrityksiä välillä on erittäin vaikeasti ennustettavissa liittimien kysynnän suuren vaihtelun takia. Tämä vaihtelu aiheuttaa myös ongelmia raakamateriaaliostoja suunniteltaessa. Liittimien epävakaa kysynnän on viime vuosina aiheuttanut maailmantalouden nopeasti muuttuvat suhdanteet, eikä tilanne näytä tasaantuneen vielä vuoden 2012 kevääseen mennessä. Kysynnän vaihteluja vahvistavat uudet Kaukoidässä toimivat kilpailevat valmistajat.

Kaikki yritysryhmittymän yritykset vastaavat itse omalta osaltaan materiaalien hankinnasta. Ainoana poikkeuksena tässä asiassa on FirmaB, jonka ostotoiminnasta vastaa FirmaD. Fir-

maD:lle on keskitetty FirmaB:n materiaaliostot siitä syystä, että se on suurimmassa vastuussa FirmaB:n toiminnasta (suurin yritysryhmittymän sisäinen asiakas FirmaB:lle). Jokaisesta ryhmittymän yritysten välillä ostettavasta komponentista on sovittu toimitusajat, mutta ryhmän sisäisten asiakkuuksien takia toimitusajat ovat joustavampia. Tämä on kiiretilanteissa hyvä asia, mutta muutoin huono toiminnan standardin heikon muotoutumisen takia.

Raakamateriaalien ja komponenttien ostojen tulee aina määräytyä valmiskomponentin tai tuotteen kysynnästä. Työmääräyksiä ei tehdä perustuen sisään tulevaan materiaaliin, vaan materiaaleilla pitää aina olla sovitut toimitusajat, joiden mukaan tuotanto suunnitellaan.

#### Komponenttien valmistus ja loppukokoonpano

XY-yleisliittimiin tulevia komponentteja valmistetaan FirmaA:n molemmissa yksiköissä, FirmaB:ssä ja FirmaC:ssä. Jokaisen yritysryhmän sisällä valmistettavan komponentin ensimmäinen työvaihe raakamateriaalista ahioksi tapahtuu joko FirmaA:lla tai FirmaC:llä. FirmaB:llä tehdään joidenkin suurivolyymisten komponenttien jatkojalostusvaiheita, kuten kehysten kierteitystä ja mutterinpuristusta. Muilta osin komponenttituotanto keskittyy FirmaA:n ja FirmaC:n välille.

Liitteenä olevasta taulukosta nähdään (liite 1), että valmistusrakenteeltaan yksinkertaisimmat tuotteet ovat alkupään pienet liitinkoot. Monimutkaisimmat valmistusrakenteet ovat tuotteilla "XY 2x(35–120)/10" ja "XY 2x(95–240)/10". Pääpiirteissään kaikki XY-yleisliittimet ovat rakenteeltaan toisiaan vastaavia. Yksittäisistä komponenteista osto-osat pois lukien helpoimpia valmistaa ovat liitinkiskot. Liitinkiskot tulevat automaattipuristinlinjalta, jonka jälkeen ne pinnoitetaan tinalla. Vaikeimmin valmistettavia taas ovat kehykset. Suurivolyymiset kehykset ajetaan automaattipuristinlinjalla, jonka jälkeen ne menevät robottihitsaukseen. Hitsauksen jälkeen tapahtuu kehysten kierteitys tai mutterinpuristus.

Tuotteen loppukokoonpano tapahtuu tuotteesta riippuen joko FirmaA:lla tai FirmaB:llä. Kokoonpano sisältää siis kaksi monituotelinjaa: FirmaB:llä kasattavat suurivolyymiset tuotteet ja FirmaA:lla valmistettavat pienivolyymiset. Yleisellä tasolla tuotanto on järjestetty järkevästi: suurivolyymisten tuotteiden komponenttien valmistus on pääosin pitkälle automatisoitu. Tuotteiden valmistus on pitkälti järkevästi keskitetty yritysten ydinsaamisalueiden perusteella: FirmaC on keskittynyt korkeamman automaatiotason tuotteisiin, FirmaA manuaalisesti tehtäviin pienivolyymisiin tuotteisiin, kun taas FirmaB käsityövaltaiseen kokoonpanoon.

## Logistiikka ja tuotannonohjaus

Tuotannonohjaus perustuu tilaavasta asiakkaasta riippuen joko FirmaA:n tai FirmaB:n toimintatapaan. Lähes kaikki XY-yleisliittimiin kohdistuvat tilaukset tulevat FirmaA:lle, ja FirmaA:n tuotanto, tai liittimien tilaus FirmaB:ltä FirmaA:lle perustuu tähän. Jotkut suurimmat asiakkaat on pyydetty tilaamaan tuotteet suoraan FirmaB:ltä. Tosin suurivolyymisten liittimien osalta isot yksittäiset tilaukset toimitetaan FirmaB:ltä asiakkaalle, vaikka tilaus on tullut FirmaA:n myyntiin.

FirmaB:ltä on sovittu tietyt toimitusajat ja eräkoot FirmaA:lle lähetettäviin tuotteisiin, joka helpottaa toimitusaikojen vahvistamista asiakkaalle. FirmaB:llä kasattavista liittimistä, jotka myydään FirmaA:n kautta, pyritään pitämään pienet varastomäärät liian pitkien toimitusaikojen välttämiseksi. FirmaB ostaa tuotannossaan kokoonpantavien liittimien komponentit suoraan FirmaC:ltä, ja FirmaA ostaa sitten liittimiä tarvittaessa itselleen jälleenmyyntiä varten.

### 4.1.2 Tuotantoyksikköanalyysi

#### FirmaB

Tuotannonohjaus FirmaB:llä perustuu aina saapuneisiin tilauksiin. Jokainen yksittäinen työmääräys tuotantoon tehdään tilausta vastaan. Tuotannossa ei myöskään ole ”päällekkäisiä” töitä, vaan jokainen työkortti tehdään aina loppuun ennen kuin uusi aloitetaan.

Leanin oppien toteutus tuotannossa on kohtuullisella tasolla. Laadun suhteen tuotanto vaikuttaa liian tarkalta. Komponenttien laadun tarkastus on jopa turhan tarkkaa ja syö huomattavan paljon resursseja tuotannosta. Viallisia komponentteja ei kirjata toiminnanohjausjärjestelmään, vaan huonoja kappaleita kerätään aina pitkältä aikaväliltä suurempi määrä ja laitetaan sitten reklamaatio tavarantoimittajalle.

Ylimääräiset kuljetukset ovat tuotannossa vähäisiä. Työvaiheiden suorituspisteet ovat vierekkäin, ja tavara liikkuu tuotantopisteestä toiseen pieniä (yleensä noin kaksi vakiokokoista laatikkoa) kappalemääriä mukaillen. Komponenttien valmistuksen osalta kivihionta ja osienpesulaite ovat erillisessä tilassa johtuen niiden melusta ja koneiden vaatimasta suuresta tilasta. Nämä vaiheet ovat kuitenkin kokoonpanon, kierteityksen ja mutterinpuristuksen vieressä, joten täskään ei aiheudu käytännössä turhia kuljetuksia. Joskus, kun muilla kuin XY-liittimien kokoonpano-osastolla on hiljaista, voidaan näiden liittimien valmistusta suorittaa myös muilla osas-

toilla kuten johdinsarjavalmistuksessa. Tällöin tuotannossa aiheutuu pieniä edestakaisia ylimääräisiä kuljetuksia. Tämä tilanne on kuitenkin poikkeuksellinen eikä siihen pääasiallisesti pyritä.

Tuotteiden ylimääräisiä valmisvarastoja ei myöskään käytännössä ole. Tuotteet viedään varastoon aina tietylle tilaukselle, johon on merkitty asiakas, päivämäärä sekä kaikki muut tarpeelliset lähetystiedot. Valmiiden ja puolivalmiiden komponenttien varastotasot ovat yleensä myös pienet. Niitä pyritään ohjaamaan tuotannonohjausjärjestelmään asetetuilla hälytysrajoilla, jotka automaattisesti tilaavat lisää komponentteja, kun varastotaso laskee liian alas. Jokaisella puolivalmiilla ja valmiilla komponentilla on tuotannossa omat varastopaikkansa. Kaikkien komponenttien saldot inventoidaan jokaisen kuukauden viimeisenä työpäivänä.

Ylimääräinen tuotantovaiheissa aiheutuva liike vaikuttaa myös olevan vähäistä. Automaation taso on sopiva suhteessa yleiseen palkkatasoon. Mutterinpuristuskone ja liitinkiskojen rasvaus ovat ainoat heikot kohdat. Mutterin pujottaminen mutterinpuristuskoneen leukaan vaatii pientä sorminäppäryyttä ja aiheuttaa turhaa liikettä sekä vie aikaa. Liitinkiskojen rasvaus käsitönä taas kuluttaa paljon tuotannon resursseja.

Odotusaikaa komponenteilla ei juuri ole, vaan tuotanto näyttää menevän kädestä suuhun periaatteella. Jokaisella tuotantovaiheen suorittajalla on työpisteellä pieni puskurivarasto komponenteista, jotka vieressä oleva (edellisen työvaiheen suorittaja) henkilö toimittaa siihen, kun on saanut tietyn yksikkömäärän valmiiksi. Ylituotantoa ei myöskään ole, koska tuotteet valmistetaan aina tilaukselle. Yliprosessoinnin suhteen olisi parantamisen varaa laaduntarkastuksessa. Jokaisen ulkoa tulevan komponentin tarkastuksesta tuotannossa pitäisi pystyä luopumaan koska se syö turhan paljon resursseja. Tämä tarkoittaa, että komponenttien toimittajien laadunvarmistusta tulee lisätä. Valmistustuotteiden laatu on erittäin hyvällä tasolla, eikä asiakkailta ole juurikaan tullut reklamaatioita liittyen FirmaB:llä kokoonpantuihin XY-yleisliittimiin.

5S:n suhteen tuotanto on järjestetty erittäin hyvin. Tehdas yleisellä tasolla on erittäin siisti eikä ympäristössä ole mitään turhaa tavaraa. Tuotantotilat siivotaan säännöllisesti. Myös työntekijöiden työvaatteet ovat siistit ja miellyttävät, ja ne pestään tietyin väliajoin. Kaikilla työkaluilla, komponenteilla ja valmistustuotteilla on tuotannossa omat paikkansa, eikä niitä saa laittaa väärille paikoille. Työkalut laitetaan oikeille paikoilleen aina työpäivän (tai tarpeen) päätyttyä. Erillinen 5S:n seuranta tuotannossa olisi todennäköisesti turhaa, koska FirmaB:n yrityskulttuuri on



erittäin hyvä tämän suhteen, ja kaikki hoituu automaattisesti sekä rutiininomaisesti. FirmaB:n suhteen on erikoista huomata, että yrityksessä ei ole ikinä tietoisesti toteutettu 5S-ohjelmaa, mutta kaikki asiat sen suhteen on kuitenkin hoidettu hyvin.

Tuotannon automaatiotason lisäämisen suhteen FirmaB:llä olisi hieman parannettavaa. XY-kehysten muttereiden asennukseen voisi kehittää (tai ostaa) jonkin nopeamman ja parempaa laatua tuottavan menetelmän. Esimerkiksi PEM-koneen ostaminen mahdollistaisi edellä mainitun ongelman parantamisen lisäksi myös joidenkin muiden tuotteiden jälkityöstövaiheiden tekemisen FirmaB:llä. Myös XY-liitinkiskojen rasvaukseen kannattaisi kehittää joitain aputyökaluja. Nyt kaikki kiskot rasvataan manuaalisesti käsin. Liitinkiskojen rasvaus kuluttaa tuotannossa huomattavan määrän resursseja. ”XY1535-2” -kehysten yliprosessoinnin ja jokaisen kappaleen tarkastamisen sijaan leveyden tulkkaus olisi mahdollista suorittaa kierteityksen yhteydessä; väärän levyinen kappale ei saa mennä kierteitysjiiniin.

FirmaB:llä on myös jonkin verran kehitetty omatoimisesti XY-yleisliitinten valmistusta helpotavia menetelmiä. Esimerkiksi kehysten kierteitykseen on kehitetty öljynkierrätysjärjestelmä, joka on pudottanut kierteityksen käyttämän öljyn määrän noin viidennekseen alkuperäisestä. Kivihionnan osalta järjestelmä on tehty automaattiseksi, eikä enää ole tarvetta säätää pesuainetta, vettä ja hionta-aikaa erikseen, vaan kaikki hoituu yhdellä napinpainalluksella.

Yleisellä tasolla FirmaB:llä olisi enemmän kapasiteettia valmistaa XY-yleisliittimiä kuin tällä hetkellä tehdään. Vuonna 2011 tehdyt muutokset valmistuskuvioihin ovat tuottaneet hyvää tulosta laadun ja tuotteiden hinnoittelun kannalta. Vuonna 2011 FirmaA:lta FirmaB:lle siirrettiin XY50-185T-kehysten mutterinpuristus, pesu ja kivihionta sekä XY1535-1- ja XY1535-2-kehysten kierteitys, pesu ja kivihionta. Tuotteiden kysynnän vaihteluihin FirmaB:llä reagoidaan tekemällä tilauskantaan perustuen välillä lyhyempiä työviikkoja koko tehtaan osalta.

Taulukko 3: FirmaB:n suurimmat laatuongelmat

Selite	Ongelman aiheuttanut työvaihe	Yritys
1535-2 kehys vino	Meisto 125 Tn	FirmaC
1235-2 kehys kapea	Meisto 125 Tn	FirmaC

Vuoden 2012 helmi- ja maaliskuun aikana tehdyn lyhyen tutkimuksen mukaan FirmaB:lle sisään tulleista komponenteista on jouduttu ostoerästä riippuen hylkäämään jopa 44,6 % tuot-

teista. Tuona aikana tulleista 29 550 kappaleesta ”XY1535-2” -kehysistä on jouduttu huonon laadun takia hylkäämään yhteensä 4 867 kappaletta, jolloin hylkäysprosentti on lähes 16,5 prosenttia. Lähes poikkeuksetta kaikki laatuongelmat ovat syntyneet FirmaC:n NC-meistokoneilla. FirmaC:llä syntyneissä huonolaatuisissa kappaleissa virhe lähes poikkeuksetta on vääränlainen asetus jonoleikkaimella, joka on mahdollistanut vinojen tai kapeiden kappaleten syntymisen.

#### FirmaA – Yksikkö 1 kokoonpano

FirmaA:lla XY-liitinten kokoonpanossa työmääräykset tehdään vaihtelevasti tilauksia vastaan, tai sen mukaan, onko varastotaso alhainen. Käytäntö työmääräysten teossa vaihtelee suuresti eri liitinmallien välillä. Suurivolyymisiä yleensä tehdään varastotasojen mukaan, ja pienempivolyymiset tilauksia vastaan. Työkortit tuotantoon tehdään vaihtelevasti joko työnjohdon tai kokoonpanon tiiminvetäjän puolesta. Kokoonpanossa toteutetaan sekatuotantoa, ja tuotteen kokoonpano vaihdetaan toiseen aina tarpeen mukaan. Kokoonpanotiimin työkuorman vaihteluita tasataan FirmaA:n saman yksikön muiden tuotantotiimien työkuorman mukaan, ja hyvän tai heikon työkuorman mukaan lainataan työntekijöitä muista tiimeistä.

Kokoonpanotiimin laaduntuottamiskyky on kohtuullinen tietyin varauksin, ja reklamaatioita tulee jonkin verran. Noin 6,2 miljoonasta toimitetusta liittimestä (2009–2011) reklamoituja liittimiä on ollut noin 78 000 kappaletta, jolloin sataa toimitettua liittintä kohti FirmaA:lle palautuu noin 1,26 liittintä. Kokoonpanossa käytetyt komponentit tarkastetaan usein vain silmämääräisesti, ja monesti asiakkailta tulleet reklamaatiot koskevatkin teknisiä mittavirheitä jotka ovat aiheutuneet jo komponenttien (lähinnä kehysten) valmistuksen aikana. Useimmiten viallisia komponentteja ei kirjata tuotannonohjausjärjestelmään, eikä asiasta tiedoteta komponentti-valmistusta. Yksittäiset huonot kappaleet heitetään yleensä vain pois ja saldot inventoidaan aina silloin tällöin.

Turhia kappaleiden ylimääräisiä kuljetuksia kokoonpanossa ei juuri ole, vaan kaikki komponentit ovat yleensä kokoonpanopisteen lähellä. Valmis tavara viedään vieressä olevaan varastohyllyyn. Ylimääräiset aiheutuneet kuljetukset ovat yleensä epäsäännöllisiä ja vaihtelevat suuresti.

Valmistuotteiden ja kokoonpanon käyttämien komponenttien varastoinnissa olisi selvästi parannettavaa. Komponenteilla ja valmistuotteilla ei ole vakiopaikkoja. Komponentit tuodaan varastohyllyyn siihen paikkaan, missä sattuu olemaan vapaata. Myös valmistuotteiden hyllyyn

tavara viedään sen mukaan, mihin ne mahtuvat. Valmistuotteiden hyllyyn vietävään tavaraan on kuitenkin merkitty asiakkaan tiedot, pakkauskoko ja muut lähetyksen kannalta olennaiset tiedot. Komponentteja tulee kokoonpanoon aina sitä mukaa, kun tuotanto saa niitä valmiiksi. Yleensä tavaraa on liikaa tai liian vähän, harvoin varastoinnin kannalta ideaalista määrää. Silloin tällöin tilauksia myöhästyy sen takia, että kokoonpanoon on tullut liian myöhään tuotteen vaatimat osat. Komponenttien lisäksi myös valmistuotteiden varastotasoissa on paljon parannettavaa. Tuotteiden valmisvarastot eivät ole suuria, mutta ne ovat epämääräisiä ja varastossa olevat nimikkeet vaihtuvat aina sen mukaan, kun asiakas tilaa jotain tuotetta niin paljon, että varasto loppuu. Seuraavaksi kokoonpantavaa tuotetta tehdään yleensä enemmän kuin tilaukselle tarvitsisi, ja näin syntyy taas uusi varastoitava nimike. Varaston saldot inventoidaan epäsystemaattisesti ja yleensä vain tarpeen mukaan.

Kokoonpanon työvaiheissa ei ilmene paljoa ylimääräistä liikettä. Automaation taso on matala, mutta kuitenkin kokoonpanon vaativuuden kanssa sopivassa suhteessa. Liittimien käyttämien kiskojen rasvaus käsin on ainoa paljon resursseja kuluttava vaihe, jonka suorittamisen voisi ehkä hoitaa jollakin toisella tavalla. Pienivolyymisissä (suurikokoisissa) liittimissä kiskojen rasvaus ei aiheuta suurta ylimääräistä resurssikulua.

Odotusaika kokoonpanoon tulleilla komponenteilla vaihtelee suuresti riippuen sisään tulleista tilauksista ja tuotannon kokoonpanoon kerralla toimittamista määristä riippuen. Usein oikean valmistusmäärän arviointi on vaikeaa, ja jos jotain tuotetta on valmistettu paljon, saattavat osat seisoa varastohyllyssä jopa yli vuoden. Toisaalta komponentteja näihin pienivolyymisiin tuotteisiin ei kannata valmistaa vain muutamaa kappaletta kerralla, koska tuotantokoneiden asetukset vaativat kerralla sellaisen määrän resursseja, että muuten tuotteita ei kannata valmistaa ollenkaan. Odotusaikaa puolivalmiilla tuotteilla ei ole, koska yksi kokoonpanija suorittaa tuotteen kokoonpanon kerralla alusta loppuun.

Ylituotantoa XY-yleisliittimien kokoonpanossa ei pääsääntöisesti ole, vaan valmiit tuotteet lähtevät lähes aina 0-2 päivän sisään valmistumisesta asiakkaalle. Pieniä määriä meneviä liittimiä kokoonpannaan yleensä enemmän kuin tilaus vaatii, ja monesti näistä on varastoituna pieniä määriä. Liittimien käyttämistä komponenteista ei pääsääntöisesti ole suurta ali- tai ylituotantoa, mutta valmistuneet osat tulevat kokoonpanoon ”nykien”, eli materiaalivirta ei ole tasainen. Tämä lisää riskiä, että kerralla tulee liian vähän tai paljon. Yliprosessointia kokoonpanossa ei esiinny, kuten ei myöskään liiallista laaduntarkastusta.

5S:n oppeja kokoonpanossa ei toteuteta käytännössä lainkaan. Tuotantopisteen yleinen siisteys ei ole kummoinen, ja turhaa tavaraa (osia joita ei tarvita kokoonpanossa sillä hetkellä) lojuu laatikoissa käytävien ja työpisteiden vieressä. Tuotantotilojen lattiat ja pöytäpinnat kuitenkin siivotaan säännöllisesti siivoajien toimesta. Tuotantopisteen epäsiisteys johtuu osittain tilanpuutteesta. Työkalut työpisteillä ovat sekalaisessa järjestyksessä, eikä niillä ole vakituisia paikkoja. Myöskään XY-yleisliitinten komponenteilla ei ole vakituisia varastopaikkoja, vaan ne tuodaan kokoonpanoon aina sen mukaan, minne ne mahtuvat. Kun 5S:n mukaista järjestelmää ei toteuteta, ei myöskään ole hyötyä siihen liittyvien asioiden toteutuksen seurannasta.

FirmaA:n kokoonpanopiste tulee muuttumaan vuoden 2012 aikana paljon ja siirtyy tehtaassa uuteen, tilavampaan osaan. Uusien muutoksien myötä tulee myös toimintatapoja uudistaa radikaalisti. Muutoksien tulee lähinnä koskea komponenttien ja valmistuotteiden varastopaikkojen standardisointia ja tuotannonohjauksen menetelmiä. Myös 5S:n oppeja tulisi alkaa toteuttaa jokaisen pykälän suhteen. Työntekijöitä pitäisi saada myös aktivoitua kehittämään omaa työympäristöä, ja kokoonpanon menetelmiä. Laadunvarmistus liittyen komponentteihin pitäisi saada varmistettua jo komponenttivalmistuksessa, sillä reklamaatiot koskevatkin usein niitä, ei kokoonpanon virheitä.

Taulukko 4: FirmaA:n kokoonpanon suurimmat laatuongelmat

Selite	Ongelman aiheuttanut työvaihe	Yritys
XY 35-150/6 vialliset liitinkiskot	Meisto 125 Tn	FirmaC
XY 6-50 vialliset kehykset	Meisto 125 Tn	FirmaC
XY liitinkiskojen pinnoitus	Pintalinja	FirmaA
XY 6-50 kehyksen mutteri	PEM-mutterin puristus	FirmaA
XY 35-150 kehyksen mutteri	PEM-mutterin puristus	FirmaA

Vuoden 2012 helmikuun aikana tehdyn lyhyen tutkimuksen mukaan FirmaA:n kokoonpanossa käytetyistä komponenteista on jouduttu hylkäämään erästä riippuen enimmillään noin 2,4 % osista. Tuona aikana kokoonpannuista 6 773 kappaleesta XY-liittimiä, joihin on käytetty 13 556 kappaletta yritysryhmittymän sisällä valmistettuja komponentteja, on niitä jouduttua hylkäämään yhteensä 40. Ryhmittymän sisällä FirmaA:n kokoonpanoon liittyvien komponenttien hylkäysprosentti on noin 0,30. Lähes kaikki laatuongelmat ovat syntyneet FirmaC:n NC-meistokoneilla tai FirmaA:n PEM-puristuskoneella tai pintakäsittelylinjalla.

FirmaC:llä syntyneissä huonolaatuisissa kappaleissa virhe lähes poikkeuksetta on vääränlainen askellus jonoleikkaimella. Askelvirheelliset kappaleet ovat yleensä sarjan aloituskappaleita, kun puristinlinjan asetuksia on haettu. Nämä aloituskappaleet pitäisi lähes poikkeuksetta heittää pois sarjan aloituksen yhteydessä. Pintalinjalla syntyneet virheet yleensä ovat tummia ”väri-läikkiä” joissa pinnoitus on päässyt ”palamaan”. Nämä pinnoitusvirheet tulevat todennäköisesti poistumaan vuoden 2013 aikana uusien valmistuskuvioiden myötä. PEM-puristuskoneella tulleet virheet ovat aina työntekijän inhimillisiä virheitä; kehys on jäänyt puristusmutterin ja työstökoneen leukojen väliin hieman huonoon asentoon, jolloin kone on puristanut mutterin vinoon. Näissä virheissä sekä kehys että mutteri menevät käyttökelvottomiksi.

#### FirmaA – Yksikkö 1 tuotanto

Tuotannonohjaus ja työmääräysten teko yksikön 1 komponenttivalmistuksessa määräytyvät aina alhaisten varastotasojen perusteella tai aikaisemmasta vaiheesta tulleiden työkorttien päivämäärien perusteella. Joskus tuotantomääräykset komponenteille vähän menekkiä olevien mallien osalta tehdään vain valmistuotetta vastaavalle tilatulle määrälle. Kuten FirmaA:n 1 yksikön kokoonpanossa, hetkellisiä työkuorman vaihteluita tasataan lainaamalla työntekijöitä muista tiimeistä tai muihin tiimeihin.

Leanin opit, niin kuin saman tehtaan kokoonpano-osastolla, ovat heikolla tasolla. Laatu on kohtuullista ja komponenteissa olisi joidenkin asioiden suhteen parannettavaa. Tuotannossa syntyneitä huonoja kappaleita ei merkitä sisäisiin laatutapahtumiin, mikä hankaloittaa laadunvalvontaa.

Ylimääräisiä kuljetuksia tuotannossa ei esiinny paljoa. Kuljetuksia syntyvät lähinnä tavaran vastaanoton ja tuotantokoneiden välillä. Tuotannon viimeiset osatyövaiheet sijaitsevat tehtaan kokoonpano-osaston vieressä, eikä tavaraa tarvitse siirrellä pitkiä matkoja. Ainoana poikkeuksena on tuote ”XY 2x(35–120)/10”. Tuotteen koneistettavat liitinkiskot tehdään toisessa päässä tehdasta ja sen kehys käy yrityksen toisella tehtaalla hitsattavana. Myös liittimen paininpalan ensimmäinen, toinen, ja neljäs työvaihe tehdään toisella tehtaalla ja muut yksikössä 1. Muihin FirmaA:n yksikössä 1 valmistettaviin liittimien komponentteihin nähden XY 2x(35–120)/10 aiheuttaa tuotannossa huomattavan määrän turhia kuljetuksia.

Komponenttien varastotasojen ohjauksessa olisi parantamisen varaa. Nyt komponentit saapuvat kokoonpanoon monesti epäsuotuisaan aikaan: liian aikaisin tai liian myöhään. Komponent-

tien varastotasot määräytyvät hälytysrajojen tai manuaalisesti tehtävien työmääräimien mukaan. Suurivolyymisille komponenteille työmääräykset tehdään hälytysrajojen mukaan, ja työmääräimien tarve tarkastetaan päivittäin. Lähes kaikkien FirmaA:n 1 yksikön tuotannossa valmistettavien komponenttien ensimmäinen työvaihe suoritetaan FirmaC:ssä. FirmaC:ltä tulevat aihiot jalostetaan tuotannossa valmiiksi kokoonpanon käyttämiksi komponenteiksi. Tuotteiden varastotasojä on helpompi hallita, kun tuotantoon saapuvat tavarat ovat aihioita, eivätkä esimerkiksi teräs- tai kuparinauhaa. Aihioden sovituilla ostoeräkooilla ja toimitusajoilla on helpompi suunnitella tuotanto niin, että tuotantosarjat tehdään aina valmiiksi, eikä työvaiheiden välisiä puskurivarastoja pidetä. Tuotannossa harvoin tarvitaan tuotteiden inventointeja, koska minkäänlaiseen varastointiin ei pääsääntöisesti pyritä.

Työvaiheiden suorituksessa aiheutuvaa turhaa liikettä on vähän. Automaation taso volyymeihin nähden on kohtuullisella tasolla. Liittimen "XY 2x(35–120)/10" kehyksen ja liitinkiskon valmistuksessa tulisi pyrkiä vähentämään työvaiheita; liittimen osat vaativat enemmän työvaiheita kun muut liitinperheen komponentit.

Odotusaikaa tuotantoon tulevilla aihioilla ja työvaiheiden välissä olevilla keskeneräisillä komponenteilla on vaihtelevasti tuotteesta riippuen. Suurempivolyymisilla komponenteilla, kuten XY 35–150-kehyksellä, odotusajat ovat pienempiä kuin vähemmän menekkiä olevilla. Suurimenekiset sarjat viedään yleensä aina kerralla läpi, ja tuotantokoneen asete vaihdetaan sitten, kun sarjan koko edellinen vaihe on suoritettu. Joskus kiiretilanteissa tuotantoa joudutaan ohjaamaan "kädestä-suuhun"-periaatteella, ja aloittamaan seuraava vaihe, vaikka edellinen on vielä kesken. Pienivolyymisilla tuotteilla odotusaikaa aiheutuu yleensä enemmän. Ensimmäisiä työvaiheita tehdään monesti enemmän kuin on tarpeen, ja sitten kiiretoimituksen yhteydessä valmistetaan vain tarvittava määrä; näin komponentteja jää tuotantoon eri työvaiheiden välillä vaihteleva määrä synnyttäen epämääräisiä varastoja. Yliprosessointia tuotannossa ei käytännössä ole, vaan tietyiltä osin laadussa olisi hieman parantamisen varaa.

5S:n suhteen tuotannossa olisi huomattavasti parannettavaa. Tuotantotilat yleisellä tasolla ovat epäsiistit, joka johtuu vanhasta konekannasta ja meneillään olevasta (kevät 2012) tehtaan vanhimman osan pintaremontista. Tuotantotiloja ei siivota säännöllisesti vaan aina tarpeen mukaan. Siisteyttä tosin vahditaan säännöllisillä siivoustarkastuksilla, jotka osaltaan vaikuttavat myös yrityksen jakamaan tuotantopalkkioon. Työntekijöiden työvaatteet ovat pääosin siistit, ja niiden pesusta sekä ylläpidosta vastaa ulkopuolinen yritys. Tuotannon mahdollisilla työ-

kaluilla ei ole erityisiä paikkoja, vaan yleensä ne ovat tuotantokoneen yhteydessä tai sitten niitä lainataan asetteiden tekijöiltä, tai työkaluosastolta tarpeen mukaan. 5S:n mukainen käyttöönottoprojekti ja siihen liittyvä seuranta olisivat paikallaan FirmaA:n yksikön 1 tuotannossa

Taulukko 5: FirmaA:n komponenttivalmistuksen suurimmat laatuongelmat

Selite	Ongelman aiheuttanut työvaihe	Yritys
XY 6-50 kehyksen mutteri	PEM-mutterin puristus	FirmaA
XY 35-150 kehyksen mutteri	PEM-mutterin puristus	FirmaA
XY 6-50 kehyksen hitsausjälki	Hitsaus	FirmaC
XY 35-150 kehyksen hitsausjälki	Hitsaus	FirmaC

Suurin ongelma FirmaA:n 1 yksikön tuotannon laatuasioissa syntyy PEM-koneella; mutterin kiinnittämisen yhteydessä kehys jää huonosti koneen leukoihin ja suoritettaessa työkierto sekä mutteri että kehysaiho vioittuvat käyttökelvottomiksi. FirmaC:n hitsauksessa tulleet huonoja kappaleita päätyy taas usein aina FirmaA:lle asti. Muutamien kehyksien hitsaus-saumaan jää usein ”rosoisuutta” ja pieniä aukkoja johtuen esimerkiksi öljyisistä kappaleista hitsauksessa; hitsausrobotin TIG-hitsauspää kuluu nopeasti johtuen palavasta öljystä ja aiheuttaa ajoittain laatupoikkeamia.

#### FirmaA – Yksikkö 2 hitsaus

FirmaA:n 2 yksikön merkitys XY-liittimien valmistukseen on pienin kaikista yritysryhmittymän yksiköistä. Yksikössä 2 suoritetaan vain pienivolyymisten mallien kehysten hitsaukset. Työmääräys yksikön 2 tuotantoon tulee aina jo tehdyn työkortin mukaan; yhdenkään komponentin ensimmäinen tai viimeinen työvaihe ei ole tässä valmistusyksikössä. Tuotannonohjauksen suhteen yksikössä 2 ei siis ole parannettavaa tässä asiassa. Työkuorman vaihteluiden suhteen tällä tehtaalla reagoidaan samoin kuin yrityksen 1 yksikössä.

Leanin mukaisia ylimääräisiä kuljetuksia ei ilmene paljoa johtuen pienestä tuotantomäärästä XY-liittimien komponenttien suhteen. Tavara saapuu vastaanottoon/lähtetämyyn, josta se sitten menee hitsaamoon ja edelleen työn suorituksen jälkeen takaisin. Ylimääräistä liikettä syntyy tosin tehtaiden välisessä kuljetuksessa, joka ostetaan kuljetuspalveluna yrityksen ulkopuolelta. Hitsauksen keskittämisestä vain toiselle tehtaalle on enemmän hyötyä kuin pitää pienet hitsaamot molemmilla tehtailla ja säästää hieman kuljetuskustannuksissa. Hitsauksen takia tehtaiden välillä liikkuva tavara on häviävän pieni osa kaikesta muusta tavaravirrasta.

FirmaA:n yksikössä 2 ei hitsauksessa ole käytännössä ollenkaan puskurivarastoja; tuotteita hitsataan aina vain työkorttia vastaan, ja koko erä tehdään kerralla loppuun ennen lähetystä jatkotyövaiheeseen. Varastosaldolle ei tästä johtuen myöskään ole inventointitarvetta. Tuotteilla ei ole omia varastopaikkoja johtuen monituotetuotannosta, jossa samoilla välineillä valmistetaan monia eri tuotteita. Ylimääräistä tuotantovaiheessa aiheutuvaa liikettä ei myöskään ole. Kaikkien kehysten hitsaukset suoritetaan yksinkertaisella hitsaustyökalulla, eikä tuotteiden nykyisestä pienestä volyymistä johtuen kannata panostaa lisäautomaatioon.

Hitsaukseen tulevilla komponenteilla useimmiten on jonkin verran odotusaikaa riippuen tuotantokoneiden tai työntekijöiden työkuormasta. Työt pyritään järjestämään niin, että odotusajat eivät kasva liian suuriksi ja resurssit vastaavat kuormitusta.

Yliprosessointia ei FirmaA:n yksikön 2 hitsauksessa ole ilmennyt. Laatu on riittävällä tasolla, eikä reklamaatioita ole tullut sen takia. Yliprosessointia ei ilmene pienistä sallituista laatuvarianseista johtuen. Tuotteille on määritelty tietyt laatuvaatimukset, ja poisluetuista asioista voidaan tilanteesta riippuen aina joustaa. Helmikuussa 2012 toteutetun yritysryhmittymän sisäisen laajennetun laatureurannan aikana ei tämän yksikön hitsauksessa ilmennyt laatu-ongelmia koskien XY-yleisliittimien kehysiä.

5S:n suhteen tuotanto on kohtuullisella tasolla. Tehdas on siisti ja huomattavasti modernimpi kuin FirmaA:n yksikkö 1; koneet ja tuotantotilat ovat pääsääntöisesti uusia tai vähintäänkin uudehkoja. Kuten yrityksen toisella tehtaalla, myös tässä yksikössä työntekijöiden työvaatteet ovat siistit, ja niiden ylläpito on toteutettu ostopalveluna. Työkaluilla ei ole varsinaisesti määrättyjä paikkoja, mutta ne yleensä pyritään pitämään niille suunnitelluilla paikoilla tai työkalukärryissä. Tuotannossa valmistettaville tuotteille on myös varattu omat alueet, mutta yksittäisille tuotteille ei ole määritetty paikkoja johtuen tuhansista erilaisista valmistettavista tuotteista. Raakamateriaaleilla on kaikilla omat hyllypaikkansa. 5S:n mukainen sovellettu pilottiprojekti myös FirmaA:n tällä tehtaalla olisi paikallaan, ja siihen liittyvä päivittäinen tai viikoittainen standardisoitu seuranta.

Yleisesti vaikuttaa, että yksikön 2 tuotantokoneille olisi vara lisätä kapasiteettia. Myös hitsaamossa on tuotantotilaa reilusti, ja kapasiteettiä olisi nostettavissa työvuorojärjestelyin. FirmaA:n yksikkö 2 on hyvin pääomavaltainen verrattuna yksikköön 1, jossa suurin osa kustannuksista aiheutuu palkkakuluista.



## FirmaC

Tuotantomääräykset FirmaC:n tuotantoon tehdään aina perustuen tuotannonohjausjärjestelmän hälytysrajoihin tai sisään tulleeseen tilaukseen. Hälytysrajojen käyttö riippuu siitä, onko asiakkaan kanssa sovittu puskurivarastosta. FirmaC toimittaa XY-yleisliittimien suhteen pelkääjän komponentteja, joten tuotanto on helpompi suunnitella asiakkaiden, tässä tapauksessa FirmaA:n ja FirmaB:n suhteen perustuen sovittuihin toimitusaikoihin ja eräkokoihin.

Leanin hukkatyyppien suhteen tuotanto on kohtuullisella tasolla. Tuotannossa aiheutuu jonkin verran kuljetuksia johtuen tehtaan pohjoispäädyssä sijaitsevasta NC-meisto-osastosta ja tehdään eteläisemmissä osissa sijaitsevasta lähettämöstä. Tästä aiheutuvaa liikettä on hankala eliminoida johtuen tehtaan layoutista ja massiivisista työstökoneista, joten ei voida puhua leanin mukaisista ”turhista kuljetuksista”. Positiivisena puolena on NC-meistokoneiden työkaluhuolto, joka sijaitsee aivan työkaluvaraston ja NC-meiston vieressä. Raskaita työkaluja ei tarvitse siirtää pitkiä matkoja. FirmaC:ssä ei käytännössä aiheudu lainkaan eri työvaiheiden välisiä turhia kuljetuksia; yrityksen sisällä tehdään pääsääntöisesti tuotteille vain yksi valmistusvaihe, mutta suurivolyymisimmille XY-kehyksille tehdään myös hitsaus. Robottihitsaussolu sijaitsee aivan meistolinjastojen vieressä.

Tuotteilla on valmisvarastoja sen mukaan, mitä asiakkaan kanssa on sovittu. Useimmiten tuotteet valmistetaan tilausta vastaan ilman, että tavaroita jätetään varastoon. Puolivalmiita tuotteita tuotannossa on hyvin vähän; suurimmalla osalla tuotteista on vain yksi tuotantovaihe, jonka jälkeen ne lähtevät asiakkaalle. Suurivolyymisilla XY-kehyksillä on yksi jatkotyövaihe FirmaC:n sisällä, hitsaus. Hitsauksessa ei normaalitilanteessa pidetä varastoja, ja tuotteet pyritäänkin viemään työvaiheen läpi kokonaisina tuotantosarjoina. Raaka-ainevärostoja FirmaC:llä on paljon johtuen materiaalien pitkistä toimitusajoista, jotka voivat olla useita viikkoja. Kaikki materiaalit tilataan perustuen laskettuihin hälytysrajoihin.

Leanin mukaista turhaa liikettä tuotannossa ei vaikuta juuri olevan. Tuotantokoneet ovat automatisoituja sekä hitsauksen että meiston osalta. Turhaa liikettä useimmiten aiheutuu inhimillisistä virheistä jotka ovat aiheuttaneet työkalurikkoja. Työkalurikkojen korjaaminen vie usein vähintään tunnin, jonka aikana tuotanto on pysähdyksissä. Jos työkalurikko on vakavampi, eikä varaosia ole heti saatavilla, vaihdetaan koneelle toinen valmistettava tuote. Odotusaikaa ei useimmiten valmistettavien tuotteiden osalta ole kuin puskuroidavilla tavaroilla. Odotusaikaa ei myöskään ole työvaiheiden välillä johtuen usein vain yhdestä valmistusvaiheesta.

Koneilla tapahtuneet työkalurikot aiheuttavat FirmaC:n NC-meistossa suurimmat hukat odotusaikojen suhteen.

Yliprosessointia tuotannossa ei juuri esiinny. FirmaC:ssä on laatuohjeistus yleisesti hyvällä tasolla. NC-meistolinjastoilla laatuvirheitä esiintyy huomattavan paljon verrattuna muihin yrityksen toimintoihin. NC-meisto siirtyi FirmaA:lta FirmaC:lle vuoden 2011 jälkipuoliskolla, ja uudet tuotantojärjestelyt ovat aiheuttaneet joitain epäselvyyksiä vaaditun laadun osalta. Meiston suhteen laatuasioihin on panostettu paljon, ja kevään 2012 edetessä reklamaatiot ovat vähentyneet tasaisesti. Suurimmat laatuongelmat ovat olleet XY-kehysten suhteen. Useimmissa reklamaatioissa kehykset ovat olleet liian kapeita tai vinoja.

5S:n oppien mukaan tuotanto on hyvällä tasolla. NC-meisto ja muu tehdas pidetään siistinä, eikä turhaa ylimääräistä tavaraa vaikuta juurikaan olevan. Työkaluilla ja huoltotarvikkeilla on omat paikkansa. Valukummun yrityskulttuuri standardisoinnin ja siisteyden tärkeyden suhteen ovat hyvällä tasolla.

Taulukko 6: FirmaC:n suurimmat laatuongelmat XY-yleisliitinkomponenteissa

Selite	Ongelman aiheuttanut työvaihe	Yritys
XY 1535-2 kehys vino	Meisto 125 Tn	FirmaC
XY 1235-2 kehys kapea	Meisto 125 Tn / Robottihitsaus	FirmaC
Nauhan aloituskappaleet	Meisto 100 / 125 Tn	FirmaC
XY 6-50/35-150 kehys hitsausjälki	Robottihitsaus	FirmaC

Koska FirmaC tekee vain XY-yleisliitinten komponenttien ensimmäisiä työvaiheita, ei laatuongelman aiheuttaja voi tässä tapauksessa olla yrityksen ulkopuolelta kuin materiaalin toimittaja. Materiaaleissa olleita laatuongelmia ei ole esiintynyt. Kappalemääräisesti suurimmat ongelmat aiheutuvat XY 1535-2-kehysten meistossa. Helmikuun 2012 aikana toteutetun selvityksen mukaan kehyksissä on paljon ongelmia vinouden tai kapeuden suhteen. Pahimmassa tapauksessa komponenttien tilaajalla, FirmaB:llä, on jouduttu hylkäämään jopa 44,6 % ostetuista tuotteista. Yksi suuri laatuongelma on myös materiaalinauhan aloituksessa syntyneet kappaleet. Kappaleet ovat monesti niin sanottuja säätökappaleita, mutta niitä pääsee aina silloin tällöin jatko-työvaiheisiin, joka vaatii jonkin verran tarkkuutta jatko-työvaiheiden suorittajilta. Laatuongelmia on myös jonkin verran ollut robottihitsauksessa syntyneissä ongelmassa. Robottihitsauksen puristusleukojen säädön ollessa huono saattavat kehykset muokkautua liian kapeaksi.

Ongelmia on myös joskus ollut hitsausjäljen kanssa. Hitsausaumassa voi olla lyhyitä katkoja, tai se ei täytä visuaalisia vaatimuksia esimerkiksi sauman rosoisuuden suhteen. Hitsausvirheet tulevat usein kuluneesta hitsauspäästä johtuen.

Laatuongelmat ovat FirmaC:n osalta pienentyneet huomattavasti vuoden 2012 aikana. FirmaA:lla tai FirmaB:llä ei ole enää rekisteröity yhtä paljon laatupoikkeamia kuin vuoden alussa. Osaltaan laatuasioiden parantuminen selittyy FirmaA:n ja FirmaC:n välisellä intensiivisellä laatuksustelulla.

#### Yhteenveto tuotantoyksiköistä

Yleisellä tasolla lopputuotteiden laatu on kohtalainen ja reklamaatioita on ollut jonkin verran. Noin sataa toimitettua liitintä kohden FirmaA:lle on palautunut keskimäärin 1,26 liitintä. Komponenttien tuotannossa olisi parantamisen varaa. Sisäisiä reklamaatioita ryhmittymän yritysten välillä tulee lisätä, eikä yksiköiden pidä korjata toisten tekemiä virheitä; virheitä tekevät yksiköt ja työntekijät eivät opi. Yritysrhmittymän eri yritysten kannattaisi benchmarkata enemmän toisiaan, sillä yrityksillä olisi paljon keskinäistä opittavaa toisistaan, esimerkiksi FirmaB:n siisteyden ja FirmaC:n hyvän tuotejäljitettävyyden suhteen.

#### 4.2 Tuotekannattavuus

Tuotekannattavuutta arvioitaessa tärkeimpiä avainlukuja ovat myyntimäärät ja tuotteiden valmistuskustannukset. Taulukossa 7 on esitetty FirmaA:n XY-yleisliittimien vuosittaiset myyntimäärät aikajaksolta 2009–2011.

Taulukko 7: XY-yleisliittimien myyntimäärät vuosina 2009–2011

Myynti vuosittain (kpl)			
Tuotenimike	2009	2010	2011
XY 1,5-35A / 5	489072	601262	537674
XY 1,5-35B / 5	21120	30620	6540
XY 1,5-35C / 5	27260	105860	391400
XY 1,5-35D / 5	570646	1102260	973478
XY 6-50 / 5	324	1644	402
XY 6-50 / 6	47476	14698	66198
XY 6-50 / 8	0	62	50
XY 16-95 / 8	0	2100	2000
XY 35-150 / 6	109538	139764	150532
XY 35-150 / 8	17562	9284	8606
XY 35-150 / 10	920	1340	1280
XY 50-185T / 8	388080	401594	381740
XY 95-240 / 10	2636	2210	1224
XY 95-240R / 10	468	1200	800
XY 2x(25-95) / 8	0	360	3300
XY 2x(35-120) / 10	3274	2406	4410
XY 2x(50-185) / 8	0	680	3080
XY 2x(95-240) / 10	724	1738	1142
Kokonaismyynti	1679100	2419082	2533856

Taulukossa väärentymiä aiheuttavat jotkin uudet liitinmallit, joita ei vielä vuonna 2009 ole myyty yhtään kappaletta. Näiden tuotteiden pitkien tuotekehitys- ja hyväksyntäprosessien myötä aktiivinen markkinointi, ja myynti voivat alkaa vasta vuoden 2012 aikana.

#### 4.2.1 Omakustannehinnat

Tuotteiden kannattavuutta tutkittaessa erittäin tärkeää on tietää tuotteiden omakustannehinnat. Omakustannehinta tarkoittaa sitä rahallista summaa, joka kuluu yritykseltä yhden tietyn tuotteen valmistamiseen. Taulukossa 8 on esitys jokaisen 18 XY-yleisliittimen omakustannehinnasta.

Taulukko 8: XY-yleisliitinten omakustannehinnat

Tuotenimike	Omakustannehinta (€/kpl)
XY 1,5-35A / 5	0,73
XY 1,5-35B / 5	0,95
XY 1,5-35C / 5	0,78
XY 1,5-35D / 5	0,68
XY 6-50 / 5	0,76
XY 6-50 / 6	0,79
XY 6-50 / 8	0,73
XY 16-95 / 8	1,08
XY 35-150 / 6	1,22
XY 35-150 / 8	1,21
XY 35-150 / 10	2,30
XY 50-185T / 8	1,04
XY 95-240 / 10	1,84
XY 95-240R / 10	2,05
XY 2x(25-95) / 8	2,49
XY 2x(35-120) / 10	7,05
XY 2x(50-185) / 8	3,00
XY 2x(95-240) / 10	10,79

#### 4.2.2 Tuotekannattavuuden analysointi

Hintakilpailu on kovaa erityisesti kaikissa XY 1,5–35 -malleissa sekä mallissa XY 50-185T. Kuten taulukosta 7 voidaan päätellä, joissain tuotteissa asiakkaat ovat siirtyneet halvempiin kilpailijan tuotteisiin. Myös epävakaa maailmantalous on voinut laskea joidenkin liitinten menekkiä. Kokonaisuudessaan liitinten menekki on noussut joka vuosi aikajaksolla 2009–2011.

Liittimien hinnat koostuvat pääosin kuparisesta liitinkiskosta ja ruostumattomasta teräksestä valmistetusta kehyksestä. Kuten taulukosta 8 nähdään, omakustannehinnat suurivolyymisissä malleissa ovat jo alhaisella tasolla; verrattaessa kuparin ja teräksen maailmanmarkkinahintoja sekä tuotteiden omakustannehintoja, voidaan päätellä, että tuotteet koostuvat pääosin materiaalihinnoista ja työn aiheuttamat kulut ovat näihin verrattuna matalat. Kilpailua markkinoilla koventaa Kiinan valtion kotimarkkinoitaan suosiva politiikka metallien hinnoittelun ja säännötelyn suhteen. Kiinan sisäisen kuparin myyntihinnan noteeraa Shanghain pörssi (Kupari 2012.). Kaukoidässä tapahtuvan valmistuksen etuina ovat myös edulliset työvoimakustannukset, mutta haittapuolena taas pitkä matka Euroopan markkinoille.

FirmaA:n valmistamien XY-yleisliittimien kilpailukyvyn ylläpitämiseksi yrityksen tulee tuotekehityksen keinoin varmentaa, että liittimet täyttävät asiakkaiden tarpeet paremmin kuin muut markkinoilla olevat tuotteet. Tuotekehityksen edelläkäynnillä varmistetaan kilpailuetu niin, että muut valmistajat pääsevät kilpailuun mukaan vasta kun FirmaA:lla on jo tukeva sija markkinoilla. Valmistettavien liittimien kannattavuutta tulee myös parantaa kehittämällä tuotteiden valmistusprosesseja aina kohti täydellisyyttä.

## 5 Toimenpidesuunnitelma kannattavuuden parantamiseksi

Tutkitaan, millaisia toimenpiteitä yritysryhmittymän sisällä tulisi toteuttaa parantaakseen XY-liittimien tuotekannattavuutta erilaisissa skenaarioissa. Tutkitaan tilannetta nykyisillä myyntivolyymeilla odotusten mukaisilla kasvuennusteilla sekä tilanteessa, jossa valmistusvolyymeilla ei ole merkitystä toimenpiteiden parantamisen kannalta.

### 5.1 Toimenpiteet nykyisillä valmistusvolyymeilla

Tässä luvussa esitellään toimenpiteitä kannattavuuden parantamiseksi nykyisillä myyntimäärillä. Nykyisille volyymeille jo suunnitelluista valmistusteknisistä ratkaisuista johtuen tässä kappaleessa esitellyt kehityskohteet tulevat lähinnä koskemaan logistisia ratkaisuja, ja mahdollisia pieniä muutoksia tuotteiden valmistusmenetelmiin tai työkaluihin.

#### 5.1.1 XY-liittimen ”35–150 / 6” kokoonpanon siirto FirmaB:lle

Yleisliitintä XY 35–150 / 6 on myyty yli 150 000 kappaletta pelkästään vuonna 2011. Liittimen kokoonpano ja liittimen kehyksen mutterin laitto ovat käsityövaltaisia työvaiheita, joten liittimen kokoonpanon siirto FirmaB:lle Baltiaan olisi perusteltua pienempinä kokoonpano- ja valmistuskustannuksina. Mahdollinen uusi kokoonpanokuvio olisi osa prosessien virtaviivaistusta pienempinä kustannuksina.

Taulukossa 9 oleva laskelma perustuu siihen, että FirmaB:llä kokoonpantaisiin vain pelkästään tällä kiinnitysreikäkoolla oleva liitin; kehyksen vuotuinen menekki on laskettu tämän johdosta samaksi kuin valmiin liittimen, vaikka todellisuudessa pieniä eroavaisuuksia on. Kappaleiden vaatimat aikaresurssit perustuvat vuosien 2011–2012 toteutumiin ja niiden oletetaan olevan samat FirmaA:n ja FirmaB:n välillä. Laskelmassa olevat rahtikustannukset ovat keskimääräinen arvio. Rahtikustannukset on laskettu niin, että tuotteet on pakattu täysille yksittäisille eurolavoille. Neljä lavapaikkaa kerralla tilattaessa yhden 800 kilogramman eurolavan vientikustannuksista jää jäljelle noin 59 %, ja tuontikustannuksista 45 % verrattaessa yhden lavan kustannuksiin. Neljän täyden eurolavan kertatoimituksia voidaan pitää liian suurina; neljälle lavalle mahtuu komponentteja yhteensä 3 200 kilogramman edestä, mikä vastaa noin 22 000 valmista liitintä tai valmiin liittimen komponentteja. Todellisuudessa rahtikustannukset ovat pienemmät kuin taulukon 9 laskelmassa on esitetty. FirmaA:n ja FirmaB:n välillä kulkee viikoittain paljon

muuta komponentti että valmistavaraa, joten kuljetuskustannukset jakautuvat useamman tuotteen kesken. Tätä kehitysideaa on helppo hyödyntää myös muissa suurivolyymisissa, FirmaA:lla valmistettavissa tuotteissa.

Taulukko 9: Kustannussäästölaskelma XY 35–150/6

Tuotenimike	Menekki (kpl/vuosi)	Kappaleaika (s/kpl)	Tuntihinta (€)		Säästö (€/vuosi)
			FirmaA	FirmaB	
XY 35-150 / 6 kokoonpano	150532	32,97	30,00	15,00	20679
XY 35-150 kehys mutteri	150532	5,16	35,00	17,50	3776
				Yhteensä	24455

Rahtikustannus	Menekki (kpl/vuosi)	Paino (kg/kpl)	Eurolava 800 kg (kpl/vuosi)	Kuljetuksen hintaa (€/lava)	Kulut (€/vuosi)
Komponenttien vienti	150532	0,145	27,28	135,00	3683
Valmiin liittimen tuonti	150532	0,145	27,28	195,00	5320
				Yhteensä	9004
				Säästö (€)	15451

Laskelmassa esitettyä noin 15 000 euron vuotuista säästöä voidaan pitää realistisena. Kuljetuskustannuksissa on vielä lisämahdollisuus säästää. Pieniä vuotuisia lisäsäästöjä syntyisi myös kehysten kivihionnan ja pesun siirryttyä FirmaB:lle. Mahdollisista tuotannonsiirroista aiheutuvia kustannuksia on vaikea arvioida, mutta niiden voidaan olettaa kuoleutuvan nopeasti kun verrataan vuotuisen säästöön valmistuskustannuksissa. Mahdollista lisäarvoa tuottaa vielä FirmaB:n todistetusti parempi laaduntuottokyky; mittausten mukaan yrityksen tuotannossa syntyy vähemmän inhimillisiä virheitä kuin FirmaA:lla. Tuotteiden kappaleaikoja voidaan myös pitää luotettavina ja keskenään samoina FirmaA:n ja FirmaB:n kesken. Kevään 2012 aikana tehdyn mittauksen mukaan tuotanto FirmaB:llä on jopa tuotteesta riippuen hieman FirmaA:ta nopeampaa.

#### 5.1.2 PEM-serter-koneen hankinta FirmaB:lle

PEM-serter tuotantokoneen hankinta FirmaB:lle nopeuttaisi XY 50-185T kehysten mutterinpuristusta pudottamalla yhden valmistettavan yksikön tuotantoajan noin 14,24 sekunnista arviolta noin 5,16 sekuntiin (perustuu ERP -järjestelmän raportteihin FirmaA:n ja FirmaB:n tuotannon välillä). Koneen hankinta mahdollistaisi myös XY 35–150 liittimen kehysten mutterin puristuksen, mikäli tuotannon siirtoja tehdään (kappaleen 5.1.1 laskelmassa mutterin puristus perustuu tähän). PEM-serter koneen hankinnan johdosta olisi myös FirmaB:lle siirrettävissä muita



jälkityövaiheita, kuten joidenkin yrityksessä kokoonpantavien virtakiskojen muttereiden ja kontaktinappuloiden kiinnityksiä.

Taulukko 10: Kustannussäästö-laskelma mutterinpuristus

Tuote / valmistusvaihe	Menekki (kpl/vuosi)	Vanha kappaleaika (s/kpl)	Uusi kappaleaika (s/kpl)	Tuntihinta (€) FirmaB	Säästö (€/vuosi)
XY 50-185T kehys / mutteri	328552	14,24	5,16	17,50	14501,92
				Yhteensä	14501,92

Tuotantokone	Koneen hinta (€)	Säästö (€/vuosi)	Kuolletusaika (vuotta)
PEM-serter -puristin	11000,00	14501,92	0,76

Edellä esitetty laskelma perustuu ERP -järjestelmän raportteihin, ja kappalemäärä on FirmaB:llä aikavälillä 1.4.2011 – 1.4.2012 tehty määrä (yksi vuosi). FirmaB:n kappaleaika vanhalla menetelmällä on keskimääräinen valmistusaika edellä mainitulla aikavälillä. Uudella tuotantokoneella kuluva aika perustuu FirmaA:lla valmistettavan XY 35–150-kehysten valmistusaikaan. Tuotteet ovat keskenään hyvin samankaltaisia, joten valmistusaikojen paikkansapitävyys on riittävä. Mahdollisessa tuotantomenetelmän vaihdossa syntyy myös joitain muita kuluja kuten puristusleukojen tekeminen. Puristusleuat tulisi tehdä niin, että ne automaattisesti tunnistavat kehuksesta laatu poikkeamat (esimerkiksi kehysten vääränlainen leveys), eivätkä ne saa mahdollistaa mutterin puristusta vinoon.

Taulukossa 10 esitettyä noin 14 500 euron säästöä voidaan pitää realistisena. 14 500 euron vuotuisella säästöllä konehankinta kuoleutuisi alle kymmenessä kuukaudessa. Todellisuudessa konehankinnalla olisi isompi säästöpotentiaali; joidenkin muiden tuotteiden jälkityövaiheita olisi nyt mahdollista tehdä FirmaB:llä. Myös laatu poikkeamien määrä PEM-puristimella on pienempi verrattuna vanhaan tuotantomenetelmään.

### 5.1.3 Tuotantoa nopeuttavat apuvälineet liitinkiskojen rasvaukseen

FirmaA:n ja FirmaB:n XY-yleisliitinten kokoonpanossa eniten resursseja tuotteen arvonlisäykseen suhteutettuna kuluttaa liitinkiskojen rasvaus käsin. Rasvauksen suorittamiseen jollain yksinkertaisella koneella tai apuvälineellä tulisi tutkia. Nyt liitinkiskon rasvaus suoritetaan pensselillä tai muulla vastaavalla välineellä. Liitosrasva otetaan pensselin päähän työpisteellä

olevasta purkista ja levitetään tasaisesti kontaktipinnalle. Rasvaus tehdään jokaiselle kokoonpantavalle liittimelle.

FirmaA:lla on aikaisemminkin useiden tahojen toimesta yritettyä kehittää apumenetelmiä rasvauksen suorittamiseen. Liitosrasvan pieni viskositeetti hankaloittaa huomattavasti uuden tuotantomenetelmän kehittämistä.

Uuden menetelmän suhteen toimeksiannon voisi antaa yritysryhmittymän ulkopuoliselle, automaatioon erikoistuneelle yritykselle. Valmistusmenetelmää pystyisi myös tutkimaan FirmaA:lla selvittämällä, kuinka rasvaa voisi riittävän tarkasti ja nopeasti annostella liitinkiskojen päälle ja kuinka sen voisi tasaisesti levittää kiskojen kontaktipinnoille tehokkaalla nopeudella.

#### 5.1.4 Laatu

Tässä luvussa tutkitaan yritysryhmittymässä aiheutuneita suurimpia laatuongelmia XY-yleisliitinten suhteen. Yksi suuri laatuongelma on XY 1535-2 kehysten meistossa tai hitsauksessa aiheutunut kehysten viallinen leveys sekä vinous. Toinen suurimpia hukkaa, ja huonoa laatua aiheuttava työvaihe on kehysten muttereiden puristus.

FirmaC:n NC-meistossa aiheutuneet virheet XY 1535-2-kehysten suhteen on suurin yksittäinen laatuongelma XY-liittimissä. FirmaB:llä on jopa 44,6 % ostoerästä riippuen jouduttu hylkäämään kehysten kapeuden vuoksi. Joskus kehyksissä on myös ongelmaa vinouden suhteen. Virheiden korjaamiseksi on FirmaC:n laatupäällikön ja FirmaA:n laatuinsinöörin toimesta selvitetty ongelmaa. Ongelman korjaamiseksi FirmaA:n tulee laatia kattava ohjeistus FirmaC:lle kehysten leveyden suhteen sekä toimittaa tarvittavat tulkit. FirmaC on vastuussa ohjeiden noudattamisesta tuotannossa.

Suuri laatuongelma on myös kehysten mutterin laitton yhteydessä tulevat susikappaleet. Kappaleita menee usein piloille, kun mutteri ei ole kehykseen nähden suorassa työvaiheen suorituksen yhteydessä. Tällaisessa tapauksessa sekä kehys että asennettava mutteri menevät käytökelvottomiksi. Korjausideana ongelmaan on uusien puristusleukojen valmistaminen PEM-koneelle. Puristusleukojen tulisi olla sellaiset, että ne eivät mahdollista muttereiden asentamista vinoon, sekä niiden tulisi varmistaa kehyksen oikea leveys ja paikoitus työvaiheessa. Tä-

mä kehitysidea poistaisi myös huonojen kappaleiden tarkkailemisen kokoonpanossa: joskus mutteri jää kehykseen kiinni, vaikka se on puristunut vinoon.

## 5.2 Toimenpiteet volyymin kasvaessa

Tässä kappaleessa tutkitaan keinoja, joilla tuotteiden valmistamista voitaisiin tehostaa vuosivolyymien kasvaessa. Mahdollisia kehityskohteita voivat olla automaatiotason, erilaisen tuotantotekniikan, tai valmistuslogistiikan tehostaminen.

### 5.2.1 Hitsausleuat robottihitsaukseen useammille kehyksille

Tällä hetkellä robottihitsauksessa ovat vain kehysmallit 1535-1, 1535-2, 6–50, 35–150 ja 50–185T. Uusien liitinmallien, kuten XY-yleisliitinten 16–95, 2x(25–95) ja 2x(50–185) volyymien kasvaessa hitsaukseen tulisi suunnitella ja toteuttaa hitsausleuat FirmaC:n isommille kehyksille tarkoitettulle hitsausrobotille.

Tällä hetkellä nämä kehysmallit tulevat FirmaA:n yksikköön 2 hitsattavaksi. Tuotteiden elinkaaret ovat alussa, ja volyymien odotetaan vain kasvavan. Elinkaaren alkupäästä johtuen valmistuksen siirtoa manuaalikoneelta robotille tulisi tutkia. Robottihitsauksen etuja ovat kustannustehokkaampi valmistus ja tasaisempi laatu.

### 5.2.2 Useampien puristusleukojen hankkiminen PEM-serter-koneelle

Tällä hetkellä mallien "XY 2x(25–95)/8" ja "XY 2x(50–185)/8" kehyksien mutterit puristetaan hydraulipöydällä. Tuotteiden elinkaaren alkupäästä johtuen tuotteiden volyymien oletetaan kasvavan, joten olisi perusteltua tehdä kyseessä oleville kehyksille puristusleuat. Hydraulipöydällä keskimääräinen kappaleen valmistusaika on noin 20–23 sekuntia riippuen tuotteesta (perustuu ERP-raportteihin), kun taas PEM-koneella se mittausten ja parhaan arvion mukaan olisi noin 5–7 sekuntia. Mahdollinen vuotuinen säästö riippuu tulevista vuotuisista myyntimääristä, sekä tuotteen valmistavasta yrityksestä (FirmaA tai FirmaB).

### 5.3 Volyyimista riippumattomat toimenpiteet

Tässä luvussa on käsitelty toimenpiteitä, joiden toteuttamisella ei ole vuosivolyymien kannalta merkitystä, eivätkä ne näin paneudu valmistusmenetelmiin. Nämä kehityskohteet pyrkivät etsimään tuotantoa helpottavia keinoja yleisellä tasolla, ja tulevat mahdollisesti vaikuttamaan positiivisesti myös kaikkeen muuhun FirmaA:lla tai muussa yritysryhmittymän yksikössä tapahtuvaan tuotantoon.

#### 5.3.1 Layout-muutos tukemaan materiaalin virtaviivaista kulkemista

FirmaA:lla on vuoden 2012 kevään ja kesän aikana tarkoitus toteuttaa pintaremontin yhteydessä layout-muutos. Muutosta suunniteltaessa tuotantopisteiden ja koneiden sijoittelussa tulisi ottaa huomioon materiaalivirran virtaviivainen kulkeminen tuotannossa.

Käytännössä tämä tarkoittaa prosessien tarkkaa kartoittamista liikkeen osalta; kokoonpantavan tuotteen komponenttien kulkeminen tuotantokoneilta kokoonpanoon tulee määritellä tarkkaan ja pyrkiä järjestämään tuotanto niin, että välimatkat olisivat mahdollisimman lyhyitä.

#### 5.3.2 Lean-pilotti sovellettuna XY-liitinten kokoonpanossa

Ehdotuksen ideana on ottaa leanin opit sovelletusti käyttöön FirmaA:n XY-kokoonpanossa. Tämän ehdotuksen tarkoituksena on pyrkiä vähentämään valmistusprosessin varastojen arvoa ja nopeuttamaan toimitusaikoja tuotannon järjestelmällisemmän toteuttamisen tuloksena.

Kehitysehdotus pohjautuu siihen, että kokoonpanossa ei valmistettaisi yhtään kappaletta myytävää tuotetta ennen kuin tilaukselle. Jokainen yksittäinen työmääräys tuotantoon tehtäisiin tilausohjautuvasti FirmaA:n käyttämän toiminnanohjausjärjestelmän ominaisuuksia hyväksikäyttäen. Työmääräykset voisi järjestelmästä tulostaa säännöllisesti esimerkiksi kahden tunnin välein aamuvuoron aikana. ERP-järjestelmän tarvelaskennan tilausohjautuvaa toimintoa käytettäessä asiakkaan nimi, kappalemäärä ja tilausnumero tulostuvat työkorttiin. Tämä helpottaisi myös lähettämön toimintaa, ja muistinvaraisien asioiden tarve vähenee.

Kun kokoonpanossa ei pidettäisi ollenkaan valmisvarastoja (pois lukien tietyille asiakkaille sovitut erilliset puskurivarastot), tarvitaan komponenttien ja esivalmistelua vaativien tuotteiden osalta paremmin hallittuja varastotasoja. Tämä käytännössä tarkoittaa tarkemmin suunniteltu-

ja hälytysrajoja sekä ostettavien komponenttien saapuvien erien tarkempaa arviointia. Hälytysrajat tulisi laskea niin, että otetaan raakamateriaalin sovitut toimitusajat huomioon, tuotannon vaatimat aikaresurssit sekä lisätään siihen paras arvio vaaditusta pelivarasta (esimerkiksi kahden viikon kulutus, joka perustuu edellisen vuoden myyntilukuihin tai jokin haluttua toimitusvarmuutta vastaava varmuuskerroin). Ostettavien komponenttien osalta tavarantoimittajat pitäisi saada tiukasti noudattamaan sopimuksissa luvattuja eräkokoja ja toimitusaikoja ilman, että FirmaA:n tuotantoon tai kokoonpanoon aiheutuu katkoksia.

Leanin käyttöönotossa tasaisen virtauksen luomisen lisäksi kokoonpanoon on otettava käyttöön myös jokin järjestystä ylläpitävä järjestelmä kuten 5S. Sorteeraus olisi helppo toteuttaa layout muutoksen yhteydessä (katso kappale 5.3.1). Kokoonpano-osasto siirtyy tehtaassa uuteen tilaan, joten tässä muutoksessa ei siirretä kuin kaikki tuotannon kannalta välttämättömät tarvikkeet ja työkalut. Systematisoinnin avulla järjestettäisiin kaikki varastohyllyt. Jokaiselle lean-pilotin piiriin kuuluvalla komponentilla tulisi laittaa oma varastopaikka tai hylly. Valmistuotteet eivät tarvitse omia varastopaikkoja, sillä ne lähtevät valmistumisesta samana päivänä asiakkaille. Osana systematisointia tuotantopisteen lattioihin tulee laittaa merkinnät käytävistä ja mahdollisista lavapaikoista niin, että kulkeminen on aina esteetöntä. Siivoaminen tai tuotantopisteen tarkastaminen tulisi olla säännöllistä, esimerkiksi päivittäin työpäivän päättyessä. Siivouksen tarve tulee olla kuitenkin minimaalinen; jokaiselle tavaralle on olemassa oma paikka ja kaikille roskille tai jätteille omat roskapöntöt niin, että sotkeminen ei ole edes mahdollista. Standardisoinnin osalta jokaiselle työpisteelle tulee jättää vain prosessin vaatimat työkalut, ei mitään muita. Työpisteen roskakorien ja muiden jätepönttöjen tyhjentämisestä tulee myös tehdä säännöllistä.

Sovelletun lean-järjestelmän käyttöönotosta saatavia vuotuisia säästöjä on erittäin vaikea, jollei mahdoton arvioida. Mahdolliset säästöt tulevat näkymään vasta myöhemmin kun aikaa on kulunut riittävästi vertailun suorittamiseen. Tulos näkyisi lyhentyneinä läpimenoaikoina, tehokkaampana tuotantona ja vähentyneinä reklamaatioina.

### 5.3.3 Tuotteen "XY 2x(35–150)/10" poistaminen valikoimasta

Osana lean-järjestelmän mukaista tuotestandardisointia esimerkiksi tuoteperheen muista tuotteista eniten eroavia tuotteita pitää pyrkiä yhdenmukaistamaan. FirmaA:n XY-yleisliittimien joukosta eniten eroaa malli "XY 2x(35–120)".

Liitin on alun perin suunniteltu ja valmistettu yhden asiakkaan pyynnöstä. Asiakkaan siirryttyä kuitenkin käyttämään muita malleja tämä on edelleen jäänyt FirmaA:n tuotantoon. Teknisiltä ominaisuuksiltaan tätä tuotetta tilaavat asiakkaat voisivat siirtyä kohteesta riippuen käyttämään yrityksen saman tuoteperheen liittimiä ”XY 2x(25–95)” tai ”XY 2x(50–185)”. Oikeanlaisen liittimen markkinoinnista vastuu on FirmaA:n myynnillä.

Tämän liittimen valmistuksen lopettamista puoltavat myös korkeat valmistuskustannukset. Tuote on teknisesti monimutkaisempi ja vaikeammin valmistettava kuin saman tuoteperheen muut tuotteet; tuote vaatii vertailukohteesta riippuen kolme tuotantokonetta ja työvaihetta enemmän kuin muut XY-yleisliittimet. Tuotteessa käytetty kiristysruuvi ei myöskään vastaa minkään toimittajan standardiruuvia.

Valmistuskustannusten vähenemisestä saatavasta hyödystä ja hintojen siirron onnistumisesta kahteen muuhun XY-liittimeen voidaan saavuttaa 0-20 500 euron arvoinen vuotuinen hyöty (laskelma perustuu vuoden 2011 toteutuneisiin lukuihin). Komponenttien määrän vähentyessä suhteessa valmistettaviin tuotteisiin, myös reklamaatioiden riski pienenee ja tuotannonohjaus sekä resursointi helpottuvat.

#### 5.3.4 Erikokoisilla kiinnitysrei'illä olevien liittimien poistaminen valikoimasta

Yleisliittimien eri reikäkooilla ovat mallit tulisi hävittää valikoimasta pienien myyntivolyymien takia. Asiakkaiden siirrytty käyttämään yleisimpiä malleja, ei nykyisessä markkinatilanteessa ole kysyntää tällaisille tuotteille. Liittimiä myydään vain marginaaliset määrät vuositasolla verrattaessa yleisimpiin reikäkokoihin; tällaisten tuotteiden valmistaminen aina erikseen muutamalle pienelle asiakkaalle ei ole kannattavaa. Tällä hetkellä aktiivisessa markkinoinnissa, esimerkiksi tuotekatalogissa ei ole kuin yleisimmän reikäkoon XY-liittimet (poislukien malli ”35–150 / 6”).

Erikokoisilla kiinnitysrei'illä olevat liitinkiskot valmistetaan pääsääntöisesti samalla menetelmällä kuin ”perusmallit”. Kaikki muut komponentit ovat keskenään samat, joten tuotteiden valmistuskustannukset samoilla sarjakooilla ovat lähes vastaavat. Kuitenkin näille ”erikoismalleille” tulee hintaa reilusti yleismalleja enemmän johtuen erittäin pienistä sarjakooista. Poistettavia malleja tässä tapauksessa olisivat tuotteet ”XY 6–50 / 5”, ”XY 6–50 / 8” ja ”XY 35–150 / 10”.

### 5.3.5 Tuotantosoluihin sisään tulevalle tavaralle merkityt alueet

Yksi kehityskohde on tuotantosoluihin sisään tulevien tavaroiden ja komponenttien parempi hallinta. Nyt saapuva tavara jätetään ympäri tuotantoyksikköä vapaan tilan mukaan, ja tiiminvetäjälle tai asetteentekijälle ilmoitetaan asiasta usein vain suullisesti.

Tämä ehdotus olisi luonteva osa koko tuotantoa koskevaa 5S-ohjelmaa ajatellen, ja pohjustaisi mahdollisuutta jossain vaiheessa siirtyä sen täydelliseen toteuttamiseen. Idean tarkoituksena on merkata jokaiseen tuotantotiimiin lattiaan tai hyllyyn paikka, johon kaikki yksikköön tuleva tavara viedään. Tuotantotiimiin tulevan tavaran saisi paikasta hakea vain tiiminvetäjä, asetteentekijä tai työvaiheen suorittaja. Tavaraan eivät saa koskea muut, prosessiin kuulumattomat henkilöt ellei prosessinomistajien lupaa ole. Tämän kehityskohteen yhteydessä olisi luontevaa maalata kulkukäytävät lattiaan. Kulkukäytävien maalaus helpottaa myös osaltaan materiaalin sujuvaa liikkumista. Kulkukäytävien lattiaan maalauksen tarkoituksena on poistaa mahdollisuus tavaran sijoittamiseen kulkureiteille kieltämällä tavaroiden laittaminen niihin.

Tämän kehityskohteen tarkoituksena on parantaa tuotannon materiaalivirtaa, tavaroiden ja ihmisten liikkuvuutta, ja yleistä siisteyttä vähentäen edestakaista turhaa liikkumista ja tavaroiden etsimistä. Näin poistuu myös tarve erillisille tuotantovaiheiden välisille muille varastoille. Tämä helpottaa myös laadunhallintaa, kun samat tuotantoerät kulkevat aina samaa reittiä; tuotteiden jäljitettävyyden paranevat prosessin standardisoinnin tuloksena.

### 5.3.6 Laajennettujen laatikkokorttien käyttö jäljitettävyyden parantamiseen

Tällä hetkellä FirmaA:n tuotannossa tuotteet voidaan jäljittää vain työnjohdon tai tiiminvetäjän tekemän työkortin perusteella. Usein valmistettaessa suurikokoisia sarjoja työkortti on vielä ensimmäisessä työvaiheessa, kun osa tuotteista on edennyt jo useita vaiheita. Monesti työkortteja on tuotannossa saman tuotteen osalta useita, ja erät menevät helposti sekaisin tehden tuotteen täydellisestä jäljitettävyydestä mahdotonta. FirmaA:n käyttämän ISO 9001-järjestelmän mukainen jäljitettävyyden on heikolla tasolla. Tuotannossa on kertaalleen otettu käyttöön laatikkokortit, mutta niiden käyttö on jäänyt heikolle tasolle huonosta standardisoinnista johtuen.

FirmaA:lla tulisi ottaa mallia FirmaC:n käyttämästä laatikkokorttijärjestelmästä. Jokaiseen alkutyövaiheesta lähtevään laatikkoon valmistettavia tuotteita laitetaan laatikkokortti, josta näky-

vät tuotteen nimi, työmääräimen numero sekä laatikon kappalemäärä. FirmaC:n tuotannossa ei näin tarvitse tulostaa erikseen paperista työkorttia, vaan laatikkokortit tulostetaan ERP-työjonot ohjelmalla. Seuraavien työvaiheiden suorittajat pystyvät saavuttamaan tehdyt tavarat järjestelmään lukemalla laatikkokortin viivakoodin.

Johtuen FirmaC:llä valmistettavien tuotteiden useista työvaiheista laatikkokortteihin tulisi laittaa valmistettavan tuotteen nimen, työkortin numeron ja laatikon kappalemäärän lisäksi taukko kaikista työvaiheista. Työkortin täyttämisen sijaan työntekijä laittaisi aina valmiin laatikon korttiin tehdyn työvaiheen kohdalle merkin siitä, että vaihe on suoritettu, sekä oman työntekijätunnuksen. Laatikkokortin tiedot ja työvaiheen suorituksen kesto tulee saavuttaa vielä järjestelmään viivakoodia apuna käyttäen.

Laatikkokorttien käyttö olisi mahdollista ottaa FirmaA:n käyttöön kouluttamalla ensiksi työnjohto ja tiiminvetäjät käyttämään työjonot ohjelmaa. Tiiminvetäjien ja työnjohdon vastuulle olisi mahdollista jättää laatikkokorttien käytön oikeellisuus, ja lopun henkilöstön sitouttaminen mukaan. Laatikkokorttien oikeanlaisen käytön tuloksena on mahdollista saavuttaa lähes täydellinen tuotejäljitetävyys ja löytää aina virheiden alkulähteet.



## 6 Loppuyhteenveto

### 6.1 Yhteenveto

Insinööriyön tekeminen alkoi tutustumalla ensiksi aiheeseen ja etsimällä sopivia teorioita, joita yrityksen antamaan tehtävänkuvaukseen voisi hyödyntää. Insinööriyön alkaessa ei varsinaista sisällystä työlle ollut, vaan se rakentui samaa tahtia sen edetessä.

Tehokkuutta ja laatua vähentäviä hukkatyyppejä pyrittiin kartoittamaan tekemällä kenttätyötä yritysryhmittymän eri yrityksissä. Kenttätyö koostui työntekijöiden mielipiteiden kartoituksesta prosesseja kohtaan, tutkimalla tuotantovälineitä ja -tiloja sekä hankkimalla raportteja toiminnanohjausjärjestelmästä. Prosessiin liittyvissä yrityksissä toteutettiin työhön liittyen pienimuotoinen laatu- ja tehokkuusseuranta vuoden 2012 helmikuussa. Nykytilakartoituksen avulla pyrittiin löytämään valmistuksen suurimpia puutteita ja etsimään keinoja niiden poistamiseen sekä vahvistamaan ennestään tehokkaita prosessinosia.

Ryhmittymän yrityksistä saatujen tulosten pohjalta laadittiin tuotantoyksikkökohtainen arvio teoriaosuuden tärkeimpien oppien mukaan. Näiden löytyneiden heikkouksien pohjalta laadittiin koonti kehitysehdotelmista, joita yritysryhmittymän yrityksissä voitaisi ottaa käyttöön parantamaan tuoteperheen kannattavuutta.

### 6.2 Arvio

Kokonaisuudessaan olen tyytyväinen työn lopputulokseen. Työn pohjalta voi realistisesti ajatella, että siinä on joitain kohdeyritykselle hyödyllisiä kehityskohteita. Työn tuloksia on helppo hyödyntää myös muiden ryhmittymään kuuluvien yritysten toiminnoissa, ja osa kehitysehdotelmista parantaa sivutuotteena myös joidenkin muiden toimintojen tehokkuutta. Vaikka kehitysehdotuksia ei yrityksissä otettaisikaan käyttöön, oli työstä paljon hyötyä minulle. Työn tekeminen antoi uusia näkökulmia tutkia valmistusmenetelmiä ja prosessien analysointia.

Insinööriyön aihe oli erittäin mielenkiintoinen koko valmistusprosessin ja ryhmittymän eri yritysten toimintojen kartoittamisen osalta. Vaikeaa työn tekemisessä oli löytää motivaatiota tehdä kerralla isompia kokonaisuuksia, vaikkakin aihe itsessään oli mielenkiintoinen. Vaikeaa oli istua alas ja kirjoittaa useampaa sivua yhdellä kertaa, vaan työ eteni kerrallaan aina noin 0,5

– 1 sivua. Helppointa työssä taas oli nykytilan analysointi ja kehitysehdotelmien laatiminen; nykytilan analysointi oli helppoa johtuen yritysryhmittymän eri yritysten työntekijöiden yhteistyöhalusta. Loppujen lopuksi työn tekeminen oli positiivinen kokemus, vaikkakin se valmistui hieman alkuperäisestä aikataulusta jäljessä.

## Lähteet

Arvoketju. 2012. Verkkodokumentti. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Arvoketju>>. Luettu 14.2.2012.

Eklund, Irina. Kekkonen, Heidi. 2011. Toiminnan kannattavuus. WSOYpro Oy, Helsinki

Just-In-Time. 2012. Verkkodokumentti. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Just-In-Time>>. Luettu 26.3.2012.

Kajaste, Veikko. Timo, Liukko. 1994. Lean-toiminta. Tammer-Paino Oy, Tampere.

Kupari. 2012. Verkkodokumentti. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Kupari>> . Luettu 21.4.2012.

Lean. 2012. Verkkodokumentti. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Lean>>. Luettu 14.3.2012.

Lean ja logistiikka – Imuohjaus. 2012. Verkkodokumentti.

<[http://www.teconomark.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39&Itemid=48&limitstart=6](http://www.teconomark.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=39&Itemid=48&limitstart=6)>. Luettu 14.2.2012

Omakustannehinta. 2012. Verkkodokumentti.

<<http://www.talousosaaminen.fi/glossary.aspx?top=4&lang=fi>>. Luettu 10.2.2012.

Prosessinkehittäminen. 2012. Verkkodokumentti.

<<http://fi.wikipedia.org/wiki/Prosessinkehittäminen>>. Luettu 16.4.2012

Tuominen, Kari. 2010. Lean – kohti täydellisyyttä. WS Bookwell Oy, Juva.

Tuominen, Kari. 2010. Lean käytännössä. WS Bookwell Oy, Juva.

Tuotannonohjaus. 2012. Verkkodokumentti. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/Tuotannonohjaus>>. Luettu 14.2.2012.

## **XY-yleisliittimien valmistusvaiheet**

Liitteenä olevassa taulukossa on esitetty FirmaA:n XY-yleisliittimien kaikkien komponenttien valmistusprosessit vaihe vaiheelta. Taulukko esittelee myös tuotteiden rakenteet ja ottaa huomioon yritysryhmittymän ulkopuolelta ostettavat osat. Taulukon "P" -sarakkeet tarkoittavat työvaiheen suorittavaa yritystä ryhmittymän sisällä. "A" tarkoittaa FirmaA:n yksikköä 1, "B" tarkoittaa FirmaB:tä, kun taas merkki "C" tarkoittaa FirmaC:tä, ja "F" FirmaA:n yksikköä 2. Työvaiheet, jotka eivät mahtuneet taulukon ensimmäiselle sivulle, jatkuvat seuraavalta.

Tuote	Komponentit	Kpl	Materiaalin tyyppi	Vaihe 1	P	Vaihe 2	P	Vaihe 3	P
XY 1,5-35A / 5	1535-1 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 1	C
	1535-1/5 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M6*20	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 1,5-35B / 5	1535-1 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 1	C
	1535-1/5 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M6*16	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 1,5-35C / 5	1535-2 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 1	C
	1535-1/5 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M6*12	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 1,5-35D / 5	1535-2 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 1	C
	1535-2/5 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M6*12	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 6-50 / 5	650 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 2	C
	Mutteri Kalei M6	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	650/5 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M6*16	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 6-50 / 6	650 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 2	C
	Mutteri Kalei M6	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	650/6 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M6*16	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 6-50 / 8	650 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 2	C
	Mutteri Kalei M6	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	650/8 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Manuaalipur.	A	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M6*16	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 16-95 / 8	1695 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Sangan hits.	C
	Mutteri Kalei M8	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	1695/8 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M8*20	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 35-150 / 6	35150 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 2	C
	Mutteri Kalei M8	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	35150/6 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M8*20	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 35-150 / 8	35150 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 2	C
	Mutteri Kalei M8	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	35150/8 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M8*20	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 35-150 / 10	35150 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 2	C
	Mutteri Kalei M8	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	35150/10 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Levytyö	F	Levynpurku	F	Manuaalipur.	A
	Ruuvi DIN913M8*20	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 50-185T / 8	50185T Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Hitsausrobotti 2	C
	Mutteri Kalei M8 / M	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	50185T/8 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M8*18	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 95-240 / 10	95240 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Vleinen hitsaus	F
	Mutteri Kalei M10	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	95240/10 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Manuaalipur.	A	Rumputinalinja	A	-	-
	Ruuvi DIN913M10*25	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 95-240R / 10	95240 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Vleinen hitsaus	F
	Mutteri Kalei M10	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	95240R/10 Liitinkisko	1	Raakamateriaali	Pyörösaaha	A	Manuaalipur.	F	Särmäys	F
	Ruuvi DIN913M10*25	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 2x(25-95) / 8	2x2595 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Vleinen hitsaus	F
	Mutteri Kalei M8	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	2x2595/8 Liitinkisko	1	Ostettava aihio	Rumputinalinja	A	-	-	-	-
	2x2595 Painin	1	Ostettava aihio	Rumputinalinja	A	-	-	-	-
	Ruuvi DIN913M8*25	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 2x(35-120) / 10	2x35120 Kehys	1	Raakamateriaali	Manuaalipur.	A	Särmäys	F	Manuaalipur.	A
	Mutteri Kalei M8	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	2x35120/10 Liitinkisko	1	Cu-profiili	Pyörösaaha	A	Koneistus	A	Manuaalipur.	A
	2x35120 Painin	1	Raakamateriaali	Levytyö	F	Levynpurku	F	Hydraulipöytä	A
	2x35120 Ruuvi	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
XY 2x(50-185) / 8	2x50185 Kehys	1	Raakamateriaali	Auto.pur.linja	C	Osiennesulaite	C	Vleinen hitsaus	F
	Mutteri Kalei M10	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	2x50185/8 Liitinkisko	1	Ostettava aihio	Rumputinalinja	A	-	-	-	-
	2x50185 Painin	1	Ostettava aihio	Rumputinalinja	A	-	-	-	-
XY 2x(95-240) / 10	Ruuvi DIN913M10*35	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	2x95240 Kehys	1	Raakamateriaali	Manuaalipur.	A	Särmäys	F	Vaakapuristin	F
	Mutteri Kalei M10	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-
	2x95240/10 Liitinkisko	1	Ostettava aihio	Koneistus	A	Rumputinalinja	A	-	-
	2x95240 Painin	1	Ostettava aihio	Koneistus	A	Katkaisusaha	A	Rumputinalinja	A
DIN913M10*40	1	Osto-komponentti	-	-	-	-	-	-	

