

Henri Saarimaa

# **Lean-johdamisfilosofian soveltaminen yrityksen toiminnanohjauksen kehittämisessä**

MA-Tech Oy

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Henri Saarimaa

Työn nimi: Lean-johtamisfilosofian soveltaminen yrityksen toiminnanohjauksen kehittämisessä

Ohjaaja: Heikki Heiskanen

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 69

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, miten Lean-johtamisfilosofiaa voidaan soveltaa kasvuhakuisen mikroyrityksen toiminnanohjauksessa. Työn teoriaosuudella pyritään antamaan käsitys Lean-filosofiasta sekä kerrotaan toiminnanohjauksen perusteet.

Opinnäytetyö on tehty Lapualla kuljettimia valmistavan MA-Tech Oy:n toiminnanohjauksen kehittämiseen Lean-filosofian avulla. Tavoitteena on selkeyttää yrityksen tuotannonohjausta ja varastonhallintaa sekä luoda jatkuvan parantamisen kulttuuri.

Toiminnanohjausta kehitettiin layoutsuunnitelman ja varastonhallinnan avulla. Layoutsuunnitelman tehokkuutta analysointiin Maxi-MOST -työnmääritysjärjestelmällä. Analyysissa verrattiin yhden tuotteen läpimenoaikaa, joka tehostui noin 20 prosenttia aikaisempaan tuotantotilaan verrattuna. Varastonhallintaa kehitettiin visuaaliseksi ja järjestelmälliseksi. Hyllyt ja lavapaikat määriteltiin sekä suunniteltiin kanban-kaksilaatikkojärjestelmä. Jatkuvaan parantamiseen sovellettiin PDSA- ja A3-menetelmiä ja luotiin yrityksen toimintaan sopiva ongelmanratkaisumenetelmä.

Lean ei ole vain hetkellinen menetelmä tai työkalu, jolla voidaan saada nopeat ratkaisut ongelmiin ja sen jälkeen hylätä. Lean on toimintastrategia tavoitteiden saavuttamiseksi, joka pohjautuu erilaiseen ajattelutapaan johtamisessa. Lean korostaa prosesseissa tapahtuvaa virtaustehokkuutta ja pyrkii poistamaan hukan eri lajeja. Työssä kerrotut menetelmät ja työkalut eivät välttämättä sovi kaikkiin aloihin itsessään, vaan ne ovat pikemminkin Lean-ajattelun lähtökohta ja jokaisen yrityksen tulee löytää ja kehittää itselleen sopivat menetelmät. On eri asia kehittää mikroyrityksen toimintaa kuin suuryrityksen. Lean-filosofia antaa hyvät menetelmät jatkuvaan parantamiseen yrityksen prosesseissa.

Avainsanat: lean, toiminnanohjaus, laatu, tuotannonohjaus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Henri Saarimaa

Title of thesis: Lean-management philosophy in the development of enterprise resource planning

Supervisor: Heikki Heiskanen

Year: 2017                      Number of pages: 69      Number of appendices: 0

---

The purpose of the thesis was to research how the Lean -management philosophy could be utilized in manufacturing industry, where a micro business was growing to the next level. The theoretical section aimed to provide an understanding of what Lean -management really was, and described the basics of operations management.

The thesis study was applied in Lapua at MA-Tech Oy, a manufacturer of conveyors, for the development of the company's production systems with the Lean philosophy. The aim was to clarify the company's production and inventory management, and to create a culture of continuous improvement.

Operational management was developed through a layout plan and with inventory management. The efficiency of the layout plan was analyzed with Maxi-MOST job scheduling system. The analysis compared the lead-time of one product, which was increased by about 20% compared to the previous production. Inventory management was developed visually and systematically. Inventory was defined and designed to a two-box system. Continuous improvement applied PDSA and A3 methods, and created a problem-solving method for the company's operations.

Lean is not just a momentary method or tool to get quick solutions for problems, and then to be put away. Lean is an operating strategy to achieve objectives, which are based on a different way of thinking in management. Lean emphasizes the processes taking place in flow efficiency and aims to eliminate different types of losses. The theory part explained that methods and tools might not be appropriate in all areas themselves, but rather they could be a starting point for thinking. Every business will need to find and adapt a suitable methodology. It is quite another thing to develop a micro-enterprise activity than it is to develop major companies. Lean -management gives good tools for continuous improvement.

Keywords: lean, enterprise operations management, quality, production management

## SISÄLLYSLUETTELO

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLLYSLUETTELO.....	3
KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO .....	5
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET.....	7
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>9</b>
1.1 Työn tausta ja tutkimusongelma.....	9
1.2 Työn tavoitteet.....	9
1.3 Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi.....	10
1.4 Työn rajaukset.....	10
1.5 Yritysesittely .....	11
<b>2 TEORIA .....</b>	<b>12</b>
2.1 Lean .....	12
2.1.1 Toyota Motor Company.....	12
2.1.2 Toyota Production System (TPS).....	13
2.1.3 Leanin synty .....	15
2.1.4 Virtaustehokkuus ja prosessilait.....	15
2.1.5 Kaizen – Jatkuva parantaminen.....	20
2.1.6 Jidoka – Visuaalinen viestintä.....	26
2.1.7 Leanin implementoinnissa huomioitavia asioita .....	27
2.2 Toiminnan johtaminen.....	28
2.2.1 Yrityksen strategiapäätökset.....	29
2.2.2 Systeemien ja järjestelmien kehittäminen .....	29
2.2.3 Yrityksen ohjaustaso.....	30
2.3 Toiminnanohjaus.....	30
2.3.1 Tuotannonohjausprosessi .....	31
2.3.2 Tuotannon ajoitus .....	32
2.3.3 Tuotannonohjaus .....	33
2.3.4 Kanban-imuohjaus .....	35
2.3.5 JIT-toimintaperiaate .....	35

2.3.6	Valmistuksen ohjaus .....	37
2.3.7	ERP – Toiminnanohjauksen tietojärjestelmä.....	37
2.4	Varaston- ja materiaalinhallinta .....	38
2.4.1	Materiaalinohjaus.....	38
2.4.2	Materiaalivarastot.....	38
2.5	Layout .....	40
2.5.1	Tuotantolinjalayout.....	41
2.5.2	Funktionaalinen layout .....	42
2.5.3	Solulayout .....	43
2.6	Liikesarjatutkimus Maxi-MOST.....	44
3	KEHITYSMENETELMÄT .....	48
3.1	Toiminnanohjauksen kehittäminen.....	48
3.1.1	Arvovirtakuvauksen laatiminen .....	48
3.1.2	Layoutsuunnittelu & Maxi-MOST -analyysi .....	48
3.1.3	Varastonhallinta .....	49
3.1.4	Tuotannonohjaus .....	49
3.2	Jatkuva parantaminen.....	49
4	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU.....	50
4.1	Toiminnan ohjauksen kehittäminen.....	50
4.1.1	Arvovirtakaavio .....	50
4.1.2	Layoutsuunnittelu & Maxi-MOST -analyysi .....	51
4.1.3	Varastonhallinta .....	54
4.1.4	Tuotannonohjaus .....	56
4.2	Jatkuva parantaminen.....	60
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET .....	62
6	YHTEENVETO.....	64
	LÄHTEET .....	67

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Lamelli- ja hihnakuuljettimet. (MA-Tech Oy 2017.) .....	11
Kuvio 2. Kuljetinjärjestelmä. (MA-Tech Oy 2017.).....	11
Kuvio 3. Toyotan tuotantojärjestelmän talo. (Liker 2012, 81.) .....	14
Kuvio 4. Nishida-sanin pyramidi. (Modig 2013.).....	15
Kuvio 5. Resurssi- ja virtaustehokkuuden ohjaus. (Modig 2013, 21.).....	16
Kuvio 6. Vaihtelu on ylikuormituksen ja hukan juurisyy. (Torkkola 2015, 23.)...	18
Kuvio 7. Jatkuvan parantamisen prosessi. (Torkkola 2015, 114.).....	20
Kuvio 8. Demingin ympyrä PDSA. (Torkkola 2015, 40.) .....	21
Kuvio 9. A3-ongelmanratkaisumenetelmän rakenne. (Torkkola 2015, 36-37.) .	22
Kuvio 10. 5S-menetelmän vaiheet. (5S Training 2017.).....	25
Kuvio 11. Jidoka. (ROI Management Consulting AG 2017.) .....	26
Kuvio 12. Arvovirtakaavio. (Latukari 2017.) .....	27
Kuvio 13. Toiminnan johtaminen. (Kouri 2005, 349.) .....	29
Kuvio 14. Tuotantoprosessin vaiheet. (Kouri 2005, 409.) .....	31
Kuvio 15. Eteenpäin ja taaksepäin ajoitus. (Kouri 2005, 419.) .....	32
Kuvio 16. Gantt-kaavio. (Excel 2017.).....	33
Kuvio 17. Työntö- ja imuohjaus. (Kouri 2005, 423.) .....	34
Kuvio 18. JIT. (Tuotannonohjaus 2017.) .....	36
Kuvio 19. Tuotantolinjalayout. (Kouri 2005, 476.) .....	41
Kuvio 20. Funktionaalinen layout. (Kouri 2005, 477.).....	42
Kuvio 21. Solulayout. (Kouri 2005, 478.).....	43
Kuvio 22. Liikesarja. (Devcons Oy 2017.) .....	45
Kuvio 23. Kappaleen haku. (Devcons 2017.).....	46
Kuvio 24. Parannettu menetelmä. (Devcons 2017.).....	47
Kuvio 25. Arvovirtakaavio. (MA-Tech Oy 2017.) .....	50
Kuvio 26. Layoutsuunnitelma. (MA-Tech Oy 2017.).....	52
Kuvio 27. Maxi-MOST-analyysi. (Devcons Oy 2017.).....	53
Kuvio 28. Maxi-MOST -analyysin tulokset. ....	54
Kuvio 29. Nimikkeen varastotiedot. (MA-Tech Oy 2017.) .....	55
Kuvio 30. Varastopaikkaosoite ja lavakortti. (MA-Tech Oy 2017.) .....	55
Kuvio 31. Kaksilaatikkojärjestelmä. (MA-Tech Oy 2017.) .....	56

Kuvio 32. MA-Tech Oy:n valmistusprosessi.....	57
Kuvio 33. Tuotannon karkeasuunnittelu. (MA-Tech Oy 2017.) .....	57
Kuvio 34. Projektiseuranta. (MA-Tech Oy 2017.).....	58
Kuvio 35. Työmääräin. (MA-Tech Oy 2017.).....	59
Kuvio 36. Jatkuvan parantamisen taulu. (MA-Tech Oy 2017.).....	60
Kuvio 37. Jatkuva parantaminen. (MA-Tech Oy 2017.) .....	61

## KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

<b>5S</b>	5S-menetelmä on kehitetty luomaan järjestyksen ja siisteyden kulttuuri yrityksen toimintaan.
<b>A3</b>	Toyotalla kehitetty ongelmanratkaisumenetelmä, jossa ongelma kuvataan A3-kokoiselle paperille.
<b>ERP</b>	Enterprise Resource Planning. Toiminnanohjausjärjestelmä on yrityksen tietojärjestelmä, jossa hallitaan toiminnanohjauksen eri osa-alueita. Esimerkiksi myynti, tuotanto, logistiikka ja talous.
<b>Gemba</b>	Japaninkielinen sana Genchi genbutsu tarkoittaa paikan päälle menemistä sinne, missä ongelma on ilmennyt ja pyrkiä ratkaisemaan se.
<b>Jidoka</b>	Japaninkielinen sana, joka tarkoittaa käytännössä visuaalisuuden lisäämistä organisaation toimintoihin niin, että ongelmat ovat heti huomattavissa. Jokaisella työntekijällä on edellytys keskeyttää toiminta esimerkiksi konevian tai laatuvirheen sattuesssa ja korjata ongelma.
<b>JIT</b>	Just In Time. Tehdään juuri oikea määrä ja oikeaan aikaan mahdollisimman pienellä varastoinnilla.
<b>Kaizen</b>	Jatkuvan parantamisen menetelmä. Toimintaa pyritään parantamaan jatkuvasti prosesseissa.
<b>Läpimenoaika</b>	Kuvaa aikaa, joka virtausyksiköltä kuluu, kun se etenee määritelmämme prosessin alusta loppuun. Aika asiakkaan tilauksesta siihen, kunnes tuote on valmis toimitettavaksi.
<b>MRP</b>	Material Resource Planning. Materiaalin tarvelaskenta varaston hallinnassa. Laskee materiaalitarpeen tilausten perusteella.



<b>PDSA/PDCA</b>	Plan - Do - Study/Check - Act. Jatkuvan parantamisen työkalu. Laatuympyrä, joka kuvaa tiedon hankkimista testaamalla ja kokeellisesti stabiilissa tilanteessa.
<b>Prosessi</b>	Prosesseissa viedään eteenpäin virtausyksiköitä. Virtausyksikkö voi olla esimerkiksi materiaalia, ihmisiä tai informaatiota.
<b>RANK</b>	Rationalisointineuvottelukunta SAK-STK.
<b>Toimitusaika</b>	Asiakkaan tilauksesta siihen hetkeen, kun tuote on saapunut asiakkaalle.
<b>TPS</b>	Toyota Production System. Toyotan tuotantojärjestelmä on yksi syy siihen, miksi Lean on syntynyt.
<b>Virtaustehokkuus</b>	Kuvaa sitä, miten paljon virtausyksikölle tuotetaan arvoa prosessin aikana.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta ja tutkimusongelma

Myynnin kasvun myötä yrityksen toiminnanohjaus ei vastannut asiakkaiden tarpeita parhaalla mahdollisella tavalla. Jatkuva ylikuormitus ja kiire aiheutti toimitusvarmuuden, laadun ja henkilöstön hyvinvoinnin heikentymiseen. Ongelmia aiheutti resurssipuutteen vuoksi moni osa-alue, kuten varastohallinta sekä tuotannon ja projektien ohjaaminen.

Alkutilanteessa yrityksen tuotanto- ja varastotilat aiheuttivat paljon hukkaa arjen toiminnassa epäjärjestyksen vuoksi. Materiaaleille ei oltu määritelty varastopaikkoja ja hyllyillä säilytettiin paljon sinne kuulumatonta asiaa. Lavoilla ei ollut nimiketietoja ja saldoseurantaa ei ollut juurikaan käytössä.

Alkutilanteessa tuotannonohjaus ei ollut systemaattista. Työntekijöille toimitettiin viikon ensimmäisenä päivän päivitetty tilauskanta, jonka mukaan työntekijät usein itse suunnittelivat tekemänsä työt. Tämä toimintatapa oli vaikea, koska esimiehet eivät olleet tarkasti selvillä siitä, mitä tuotannossa tehdään. Ongelmat ja stressi kasaantuivat huomattavasti silloin, kun yrityksen projektimyynti alkoi kasvaa ja tulevia töitä ei pystytty toimittamaan ajallaan.

Vuoden 2016 syksyllä yrityksen projektimyynti oli kasvanut huomattavasti. Edellä mainittujen ongelmien tulemana oli henkilöstön huono tuottavuus ja laadun sekä hyvinvoinnin selkeä heikkeneminen. Vaihtelu työssä oli erittäin suurta. Reklamaatiot lisääntyivät ja toimitusvarmuus kärsi pahasti.

## 1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on tutkia, miten Lean-johtamisfilosofiaa voi soveltaa mikrokoisessa yrityksessä sekä kehittää yrityksen toiminnanohjausta kokonaisvaltaisesti, kuten laaduntuottokykyä, läpivirtausta, toimitusvarmuutta ja jatkuvaa parantamista.

### **1.3 Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi**

Tässä työssä perehdytään siihen, miten Lean-filosofiaa voidaan soveltaa toiminnan kasvaessa mikroyrityksessä kohti seuraavaa tasoa. Painotus on toiminnanohjauksen kehittämisessä.

Tavoitteiden saavuttamiseksi tärkeintä on ymmärtää alkutilan ja tavoitetilan välinen ero sekä saada koko henkilöstö mukaan muutokseen. Toimenpiteet ovat seuraavat:

- layoutsuunnitelman laatiminen uuteen tuotantotilaan
- varastonhallinnan luominen ja kehittäminen tuotantotiloissa
- tuotannonohjauksen kehittäminen
- jatkuvan parantamisen kehittäminen.

### **1.4 Työn rajaukset**

Työssä ei tutkita toiminnanohjausjärjestelmän sisäisiä toimintoja tuotannonohjauksessa ja varastonhallinnassa, kuten nimikkeiden ja rakenteiden luontia.

Työssä ei tutkita työntutkimusta sekä Maxi-MOST -liikesarjatutkimuksen käyttöjärjestelmää. Liikesarjoissa ei perehdytä nosturin tai trukin käyttöön.

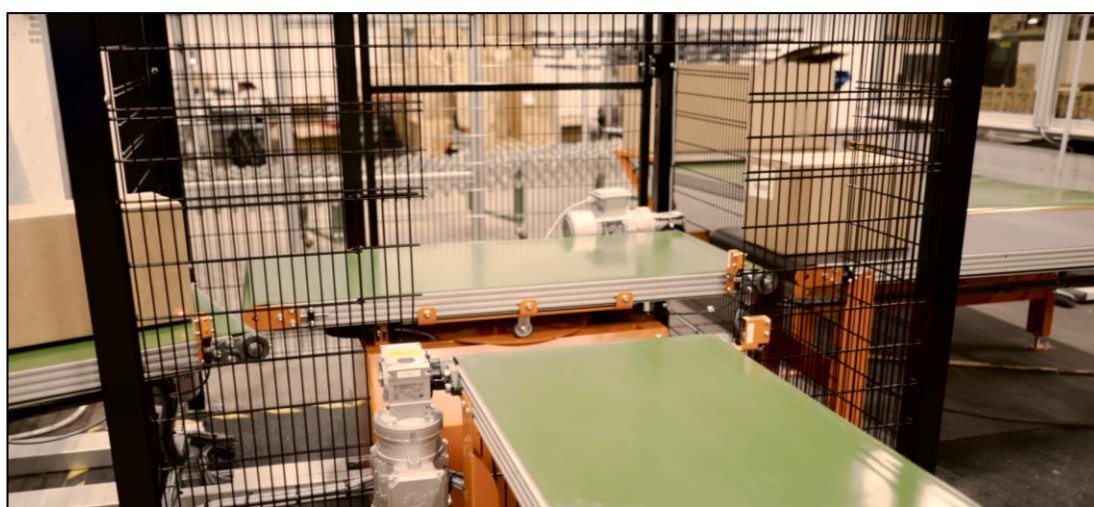
## 1.5 Yritysesittely

MA-Tech Oy on vuonna 2007 perustettu yritys, joka sijaitsee Lapualla. Alkujaan yritys perustettiin valmistamaan kuljettimia teollisuuteen Finn-Power Oy:n tarpeisiin. Vuoden 2014 omistajavaihdoksen jälkeen yritys on alkanut valmistaa enemmän projektimaisia toimituksia ja asiakaskunta on laajentunut ympäri Suomen.

Nykyään MA-Tech Oy keskittyy materiaalinkäsittelyyn ja tuotannon tehostamiseen kuljettimien sekä muiden teollisten apuvälineiden avulla. Yritys suunnittelee ja valmistaa tuotteet itse. Vuosittain valmistuu noin 500 kuljetinta (Kuvio 1), joista noin puolet on projektitoimituksia (Kuvio 2). Osa valmistettavista tuotteista käydään asentamassa oman henkilöstön voimin asiakkaan tiloihin. (MA-Tech Oy 2017.)



Kuvio 1. Lamelli- ja hihnakuljettimet. (MA-Tech Oy 2017.)



Kuvio 2. Kuljetinjärjestelmä. (MA-Tech Oy 2017.)

## 2 TEORIA

### 2.1 Lean

Lean on strategia tavoitteiden saavuttamiseksi. Se on filosofia, joka on syntynyt aikana, jolloin resurssipula oli suurimmillaan. Lean perustuu virtaustehokkuuteen ja jatkuvaan parantamiseen. Japanilaisessa autoteollisuudessa syntynyt filosofia ja sen menetelmät tavoitteiden saavuttamiseksi kerrotaan Lean-osiossa. (Modig 2013, 217.)

#### 2.1.1 Toyota Motor Company

Japanissa 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa Sakichi Toyoda perusti yrityksen nimitä Toyota Automatic Loom Works, joka myi koneistettuja kangaspuita. Vuonna 1896 Sakichi aloitti yksinkertaisilla automatisoiduilla puisilla kangaspuilla, joissa lankasukkuloita liikutettiin edestakaisin jalkapolkimien ja painovoiman avulla, mikä poisti ison osan käsityöstä. Myöhemmin Sakichi automatisoi höyryteknologian avulla puurakenteisen kutomakoneen, joka automaattisesti sammutti itsensä langan katkettua. Puurakenne kehitettiin teräsrakenteiseksi ja automaation avulla laitteet saatiin toimimaan hätkähdyttävän nopeasti. Vuonna 1924 Sakichi Toydan uusi keksintö Type G Automatic Loom -kutomakone oli aikansa maailman parhaita. Englantilainen Platt Brothers, maailman kutomateollisuuden johtaja osti miljoonalla jenillä Type G -kutomakoneiden oikeudet. Rahoja käytettiin myöhemmin Toyota Motor Companya perustaessa. 1930-luvulla Sakichi nimitti poikansa Kiichiron yhtiön osaston johtajaksi, joka ryhtyi valmistamaan teknologioita orastavalle autoteollisuudelle. (Liker 2012, 4-5.)

Vuonna 1937 Kiichiro Toyoda perusti Toyota Motor Companyn. Kiichiron aloittaessa Japanissa vallitsi suuri resurssipula ja hänen oli pakko löytää keinoja, miten saada eliminoituja kaikki tarpeettomat työvaiheet ja liikkeet pitääkseen yhtiön hengissä. Hänen ponnistelunsa johti olennaisen konseptin, JIT-tuotantomallin kehittämiseen, jossa prosessiin luodaan tehokas virtaus. Käytännössä tämä tarkoitti, että materiaaleja ja osia tuli laittaa saataville vain tarvittava määrä juuri silloin,

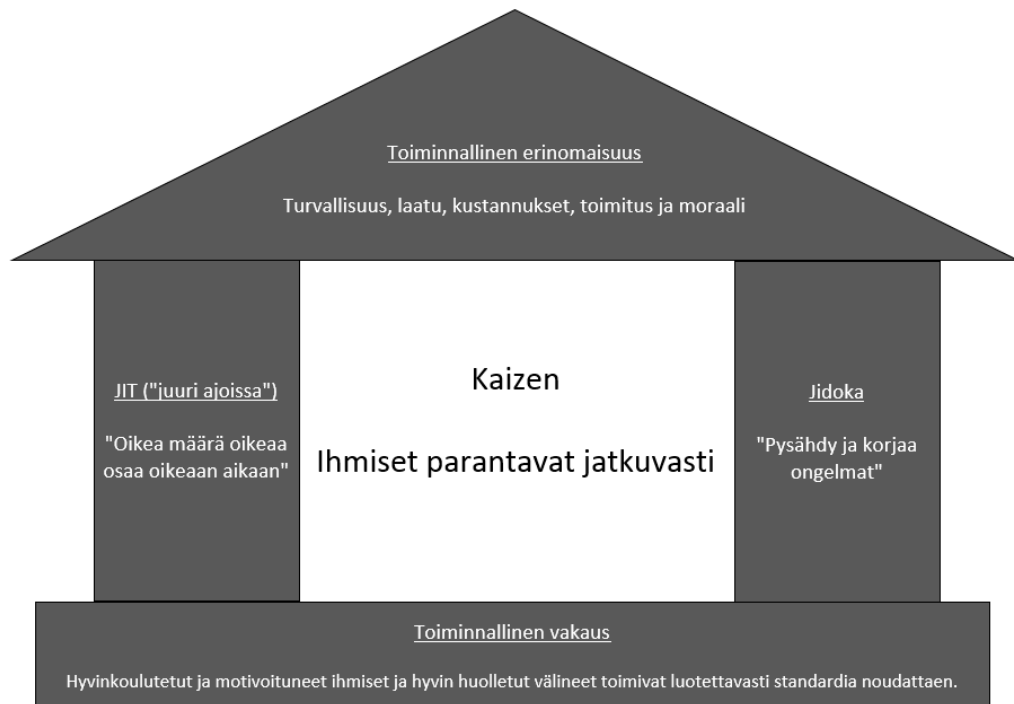
kun niitä tarvittiin. Kiichiron näkemyksen ansiosta Toyota Motor Companysta tuli merkittävä kaupallisten ajoneuvojen valmistaja Japanissa ja myöhemmin koko maailmassa. (Liker 2012, 6; Modig 2013, 70.)

### 2.1.2 Toyota Production System (TPS)

Taiichi Ohno aloitti uransa Toyota-konsernissa vuonna 1932. Hän kehitti tervettä järkeä käyttämällä ja yritykseen vahvasti sitoutumalla Toyotan tuotantofilosofiaa jatkuvasti lähes 60 vuotta. Toiminnan filosofian nimeksi muodostui Toyota Production System (TPS). Ohno hylkäsi mittakaavaedut ja suurtuotannon ja esitti kirjassaan Toyota Production System: Beyond Large Scale Production, että tuotavuutta saa aikaan virtaus: (Modig 2013, 78.)

*”Tarkastelemme asiakkaalta saadun tilauksen ja maksun saamisen välistä aikaa. Karsimme jatkuvasti arvoa tuottamattomia toimintoja, jotta pystymme lyhentämään aikataulua.”* (Modig 2013, 78.)

Toyotan tuotantojärjestelmä luo jatkuvia haasteita työntekijöille ja johtajille kehitteäkseen henkilöstöä jatkuvasti. Taiichi Ohno on kuvannut TPS:n peruseriaa- tetta joessa kulkevasta veneestä, joka virtasi kivien yli. Hän kuvaa vettä varas- tona, joka piilottaa syvällä olevat kivet. Vedenpinnan laskiessa kivet tulee esiin ja ne on poistettava, jotta vene voisi jatkaa matkaa ehjänä. Kivet merkitsevät ongel- mia (laatu- ja reklamaatio-ongelmat, viestintäongelmat ja niin edelleen) ja perin- teisessä tuotantomallissa isolla varastolla ongelmat saadaan usein peitettyä. JIT- järjestelmän ajatuksena on pienet varastot, jonka vuoksi ongelmat tulevat hel- posti esiin. Ongelmat täytyy heti korjata ja varmistaa etteivät ne toistuisi jatkossa. JIT-menetelmää täydentää visuaalisuuteen perustuva Jidoka-periaate, jossa tuo- tanto tai prosessi pysäytetään heti ongelman ilmetessä. (Liker 2012, 79-82.)

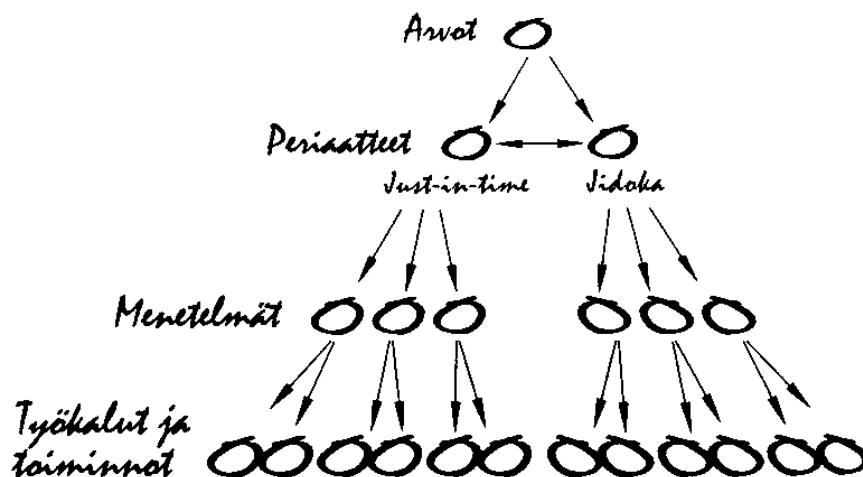


Kuvio 3. Toyotan tuotantojärjestelmän talo. (Liker 2012, 81.)

Toyotan tuotantojärjestelmää on kuvattu taloksi (Kuvio 3), millä on haluttu havainnollistaa järjestelmää, joka toimii täysipainoisesti vain, jos sen kaikki elementit toimivat yhdessä. Toiminnan kivijalkana on hyvin koulutetut työntekijät ja hyvin huolletut laitteet. Taloa kannattelevat tukipilarit ovat JIT- ja Jidoka-menetelmät. Toiminnan keskiössä on jatkuva parantaminen (Kaizen). Kun nämä kaikki elementit ovat jokapäiväisessä käytössä, se antaa mahdollisuuden tavoitella "täydellisyyttä". (Liker 2012, 79-82.)

Toyotan erikoisyksikön johtaja Nishida-san kuvaa Toyotan tuotantojärjestelmää pyramidina (Kuvio 4), jossa

- arvot (asiakkaat) kertovat, millainen organisaation on oltava
- periaatteet määrittävät, miten organisaation tulee ajatella (JIT ja Jidoka näyttävät suunnan)
- menetelmät (5S, A3) määrittävät, mitä organisaation tulee tehdä
- työkalut (visuaalisuus, taulut) määrittävät, mitä organisaation tulee käyttää. (Modig 2013, 130-141.)



Kuvio 4. Nishida-sanin pyramidi. (Modig 2013.)

### 2.1.3 Leanin synty

1980-luvulla länsimaiset tutkijat alkoivat kiinnostua Toyotan johtamismallista tutkiessaan autoteollisuuden yrityksiä. He antoivat havainnolleen nimeksi Lean ja keksivät näin uuden käsitteen. Lean nousi esille ensimmäistä kertaa vuonna 1988 John Krafcikin kirjoittamassa artikkelissa Lean-tuotantojärjestelmän riemuvoitto. Artikkelissa verrataan tuottavuustasoja ja tuotantojärjestelmiä (järeä ja hauras) eri autonvalmistajien kesken. Krafcik murskasi vanhan myytin, jonka mukaan tuottavuutta saadaan mittakaavaeduilla ja huipputekniikalla (järeä). Artikkelissaan hän osoitti, miten Toyota saavuttaa yksinkertaisella tekniikalla (hauras), pienillä varastoilla ja pienillä puskureilla hyvän tuottavuuden ja korkean laadun. Hänestä kuitenkin sana hauras oli sävyltään kielteinen ja päätti antaa tälle tehokkaalle tuotantojärjestelmälle nimen Lean. Vaikka Leanin käsite on luotu Toyotan lähtökohdista, niin Lean ja TPS ovat eri käsitteitä. (Modig 2013, 77-79.)

### 2.1.4 Virtaustehokkuus ja prosessilait

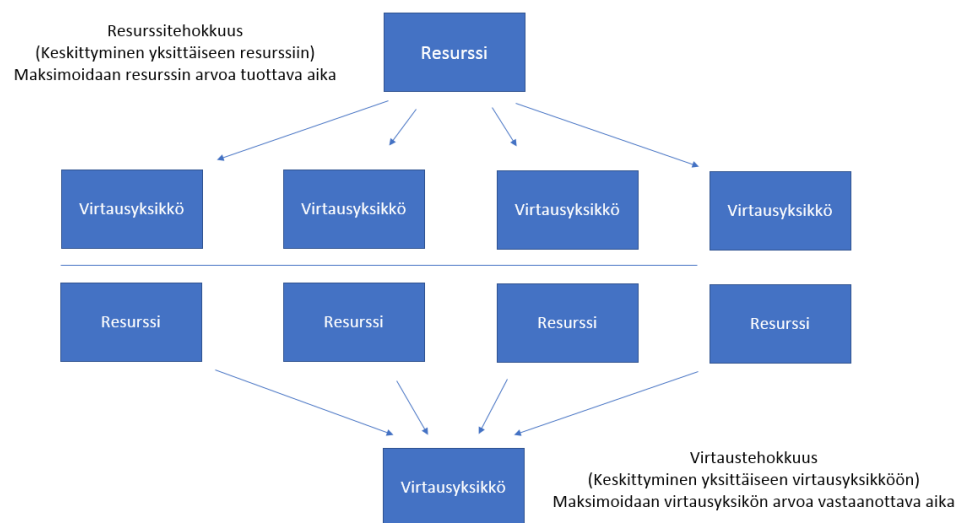
Kaikilla organisaatioilla on prosesseja. Kaikenlainen toiminta tai kehityskulku voidaan kuvata prosessina. Sana prosessi on lähtöisin latinan kielen sanoista *processus* ja *procedere*, jotka kuvaavat jonkin "eteenpäin viemistä". (Laamanen 2009, 121.) Prosesseissa viedään eteenpäin virtausyksiköitä, jolloin tämä jokin



jalostuu. Virtausyksikkö voi olla materiaalia, ihmisiä tai informaatiota. Prosessien tärkeä ominaisuus on rajojen määrittely, jonka alku ja loppu ovat itse määriteltävissä. Järjestelmän rajojen määrittelemisen on tärkeää, koska niiden kautta voit mitata läpimenoaikaa. (Modig 2013, 19)

**Virtaustehokkuus** syntyy prosessissa, joka kuvaa aikaa, jona virtausyksikkö saa mahdollisimman paljon arvoa. Virtaustehokkuudessa katsotaan sitä, miten virtausyksikkö etenee prosessin läpi. Ei niinkään, miten tehokkaasti resurssit ovat hyödynnetty. (Modig 2013, 20-21.)

**Resurssitehokkuus** on yritysten yleisin käytetty perinteinen muoto, jossa pyritään mahdollistamaan resurssien tehokas jatkuva käyttö. Resurssitehokkuus on luonnollisin lähtökohta, kun halutaan tarkastella tehokkuutta prosessissa. Päähuomion saa tuotteen tai palveluun tarvittavat resurssit, joita ovat esimerkiksi ihmiset, koneet, työkalut, tietokoneet ja liiketoimintajärjestelmät. Hyvä resurssitehokkuus tarkoittaa aikaa, jona resurssit antavat arvoa mahdollisimman paljon virtausyksikölle. (Modig 2013, 9-10.)



Kuvio 5. Resurssi- ja virtaustehokkuuden ohjaus. (Modig 2013, 21.)

Kumpikin tehokkuuden (Kuvio 5) muoto on tärkeä yritykselle. Resurssien tehokas hyödyntäminen on ensiarvoisen tärkeää, sekä tärkeää on myös täyttää tehokkaasti asiakkaiden tarpeet mahdollisimman nopeasti. Hyvän kannattavuuden ja

asiakastytyvyyden takaamiseksi tarvitaan hyvää resurssi- ja virtaustehokkuutta. (Modig 2013, 15-16.)

Prosessit toimivat tiettyjen lakien mukaan, jotka voidaan todistaa matemaattisesti. Lait pätevät riippumatta siitä, millaista virtausyksikköä käsitellään ja riippumatta siitä, miten prosessi on määritelty. On olemassa kolme erilaista lakia, joiden avulla voidaan kertoa syy prosessissa tapahtuvalle läpimenoajan kasvulle. (Modig 2013, 31.)

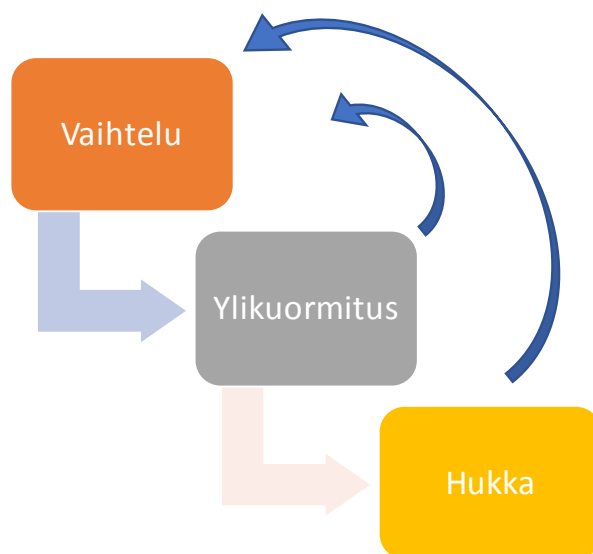
**Littlen laki.** Littlen lain mukaan läpimenoaika kasvaa sen mukaan, montako keskeneräistä virtausyksikköä prosessissa on ja miten pitkä jaksonaika on. Keskeneneräiset virtausyksiköt ovat esimerkiksi prosessissa olevat keskeneräiset työt. Jaksonaika kuvaa prosessista poistuneen kahden virtausyksikön välistä keskimääräistä aikaa.

$$\text{Läpimenoaika} = \text{keskeneräisten virtausyksiköiden määrä} \times \text{jaksonaika} \quad (1)$$

Littlen laki (1) osoittaa, että läpimenoaika kasvaa, jos käsiteltävien virtausyksiköiden määrä ja jaksonaika kasvaa. (Modig 2013, 34-35.)

**Pullonkaulojen laki.** Jokaisessa prosessissa on yksi pullonkaula, joka määrittää kokonaisuuden läpimenoajan. Prosessissa pullonkaula on se kohta, jonka eteen muodostuu jonoa. Näin ollen pullonkaulat pidentävät läpimenoaika. Prosessivaiheet ja vaihtelut aiheuttavat pullonkauloja. Prosessivaihe on esimerkiksi työvaihe, jonka muuttaminen ei ole kuitenkaan mahdollista tuotteen valmistumisen kannalta. Vaihtelua tapahtuu jokaisessa prosessissa, kuten esimerkiksi jokin työvaihe kestää kauemmin kuin toinen, tai materiaali loppuu kesken yms. Pullonkaula on tärkeää tunnistaa ja pyrkiä vahvistamaan sitä esimerkiksi lisäämällä kapasiteettia tai tehtävien siirtämistä muihin vaiheisiin. (Modig 2013, 37-39.)

**Vaihtelun laki.** Prosesseissa on aina vaihtelua, jotka voivat johtua monesta eri tekijästä. Vaihtelulla on kielteinen vaikutus yrityksen toimintaan yhdistää hyvä resurssitehokkuus ja hyvä virtaustehokkuus. Virtauksen pahimmat viholliset ovat (Kuvio 6): vaihtelu, ylikuormitus ja hukka. (Torkkola 2015, 23.)



Kuvio 6. Vaihtelu on ylikuormituksen ja hukan juurisyy. (Torkkola 2015, 23.)

**Vaihtelu (mura)**, joka tarkoittaa prosessissa tapahtuvaa epätasapainoa tai epäyhdenmukaisuutta. Esimerkiksi työntekijän työaika kuluu tulipalojen sammuttelussa tai joutuu odottamaan osan saapumista päästäkseen eteenpäin työsään. Vaihtelu prosessissa pidentää läpimenoaikaa.

**Ylikuormitus (muri)**, joka tarkoittaa ylikuormitusta prosessissa tai laitteessa tai ihmisen työkuormituksen kasvua. Henkilöstön jatkuva ylikuormitus aiheuttaa työhyvinvoinnin heikentymistä lisäämällä sairauspoissaoloja, jatkuvan parantamisen heikennystä sekä yleisen työmotivaation laskua.

**Hukka (muda)** on arvoa tuottamatonta tekemistä, josta asiakas ei ole valmis maksamaan. Niitä ei kuitenkaan pidä lähteä poistamaan summanmutikassa, vaan tutkia rauhassa prosessien eri vaiheita ja kyseenalaistaa toiminnan kulkua. Seitsemän hukkaa voidaan luokitella seuraavasti: (Torkkola 2015, 26-27.)

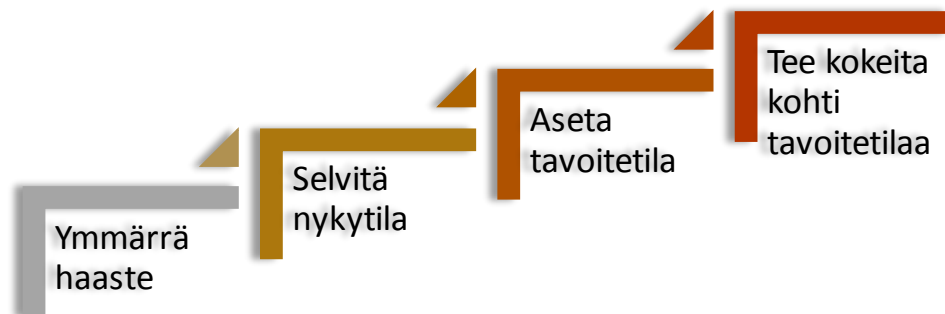
- Ylituotanto. Aiheuttaa ongelmia ja muita hukan muotoja. Ylituotannolla tarkoitetaan, että tehdään liian paljon, liian aikaisin tai varmuuden vuoksi. Seurauksia ovat pidemmät toimitusajat, turhat siirtelyt ja käsittelyt. Ylituo-

tanto voi johtua esimerkiksi väärästä priorisoinnista, jolloin tehdään kiireellisiä, ei niin tärkeitä asioita. Tärkeät, mutta ei niin kiireelliset asiat jäävät näin unholaan.

- Keskeneräinen työ. Kaikki aloitetut työt, joita ei olla saatu valmiiksi. Esimerkiksi on unohtunut tilata tuotantoon osia ja sen vuoksi työ tuotannossa on jäänyt kesken.
- Odottaminen. Työ odottaa tekijäänsä. Esimerkiksi työntekijä odottaa osaa saapuvaksi, jotta voi aloittaa työn.
- Ylimääräinen materiaalin tai työntekijän liike. Työpisteellä tarvittavat osat sijaitsevat pitkien hakumatkojen päässä huonon layout suunnittelun vuoksi. Tämä aiheuttaa hukkaa ja kasvattaa läpimenoaikaa.
- Siirtäminen. Tehtävien siirtelyä osastojen välillä. Esimerkiksi työpisteellä tehtävä työ ei ole tehokasta johtuen epäsiisteydestä, turhista liikkeistä, tavaroiden siirtelyistä tai työkalujen etsimisestä.
- Ylimääräinen työ. Ylimääräinen työ syntyy, kun tehtävään perehdyttäminen on vajavaista. Saatetaan tehdä turhia asioita, joista ei ole mitään apua. Esimerkiksi suunnittelijalle annetut projektin määrittelyt ovat vajavaisia ja väärinymmärryksen vuoksi tehdään turhaa työtä, joka joudutaan tekemään uudelleen myöhemmin.
- Virheet. Virheistä johtuva työ. Reklamaatiot. Aiheuttavat suurta vaihtelua käynnissä oleviin prosesseihin. Siksi virheettömyys prosessin alkupäässä on kaikkein tärkeintä. (Torkkola 2015, 26-27.)

### 2.1.5 Kaizen – Jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen (Kaizen) on yksi Leanin ajattelumalli, jossa jokaista prosessia ja henkilöstöä pyritään kehittämään jatkuvasti. Tavoitellaan täydellisyyttä tiedostaen, että mikään ei tule koskaan täydelliseksi. Kaizen-ajattelulla voidaan parantaa yhtiön jokaista osatekijää, kuten tuotteiden suunnittelu- ja myyntitapaa, tuotannon ja logistiikan toimintaa tai yhtiön jokaisen työntekijän suorituskykyä. Alla olevassa kuviossa seitsemän kuvataan jatkuvan parantamisen prosessia. (Liker 2012, 31.)

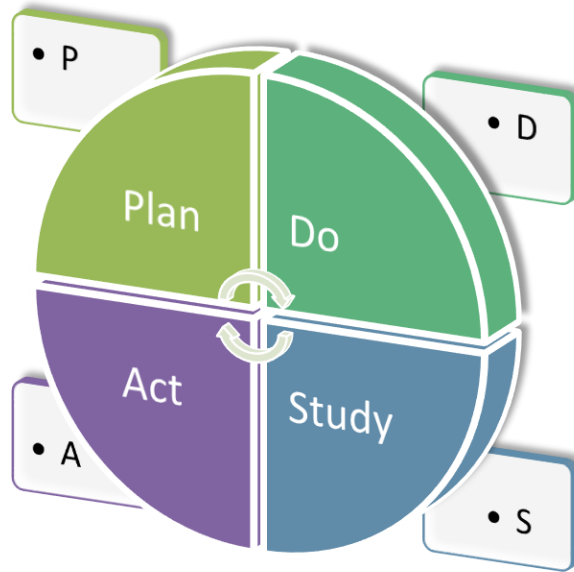


Kuvio 7. Jatkuvan parantamisen prosessi. (Torkkola 2015, 114.)

Jatkuvan parantamisen menetelmät ovat suurilta osin peräisin tri W.E. Demingin laatuympyrästä (PDCA/PDSA), joka kuvaa tiedon hankkimista testaamalla, kokeellisesti, stabiilissa tilanteessa. (Torkkola 2015, 40-42.)

#### **PDSA-sykli.**

Kokeilujen kehä (Kuvio 8) on viralliselta nimeltään PDSA-sykli tai PDCA (Plan-Do-Study-Act tai Plan-Do-Check-Act), tarkoittaa toistuvia askelia, joiden avulla toimintaa pyritään parantamaan. Menetelmän avulla saadaan luotua uutta tietoa kokeilemalla eri ratkaisuja. (Torkkola 2015, 40.)



Kuvio 8. Demingin ympyrä PDSA. (Torkkola 2015, 40.)

**Plan - Suunnittele.** Alkuvaiheessa esitetään parannusidea, jonka kelpoisuuden testaaminen pitäisi suunnitella. Suunnittelulla tarkoitetaan tavoitteen eli hypoteesin määrittelyä ja mitä kokeelta odotetaan.

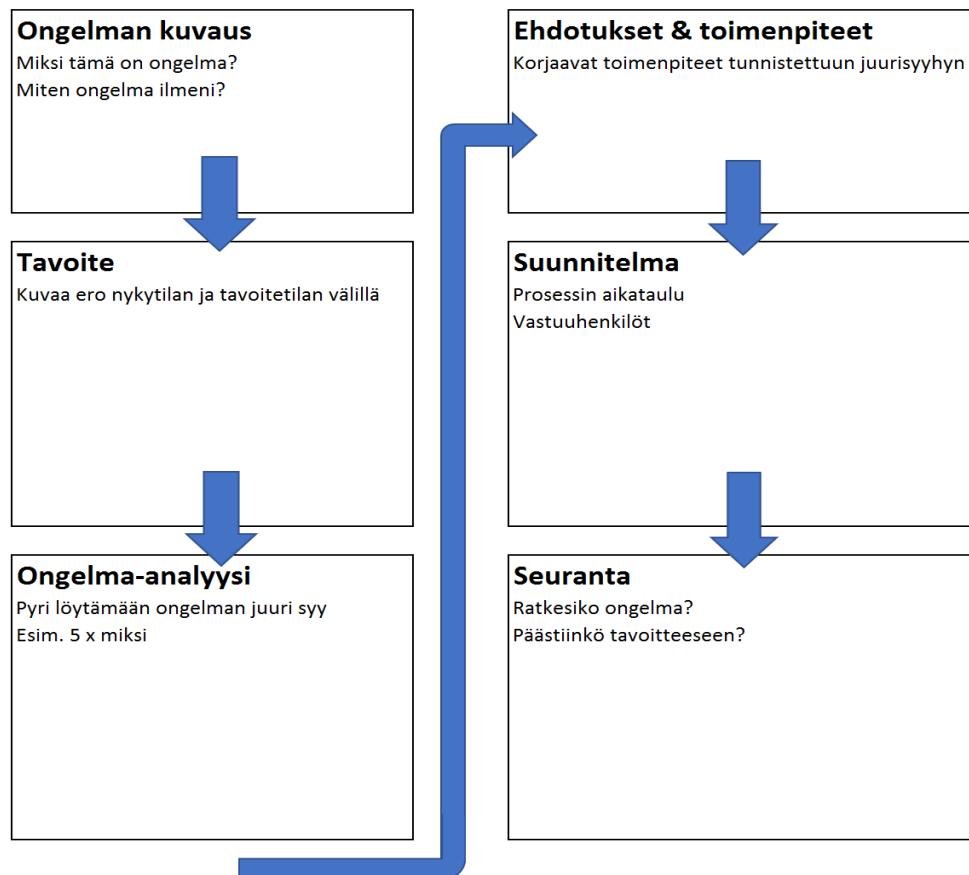
**Do - Toteuta koe käytännössä.** Pyritään toteuttamaan koe mahdollisimman pienessä mittakaavassa, jolla saadaan lisätietoa hypoteesista.

**Study - Tutki, mitä tapahtui ja mitä opittiin.** Tutkimusvaiheessa pohditaan kokeen onnistumista ja saavutettiinkö odotettu tulos vai ilmenikö uusia ongelmia.

**Act - Päätös.** Otetaanko muutokset käyttöön vai suoritetaanko uusi sykli. (Torkkola 2015, 41-42.)

### A3 – Ongelmanratkaisumenetelmä

A3-ongelmanratkaisumenetelmä (Kuvio 9) on Demingin PDSA -ympyrän mukainen kokonaissilmäys ongelmaan ja sen ratkaisemiseen. Nimensä se on saanut A3-arkista, jossa ongelmanratkaisuprosessi kuvataan. Tarkoituksena on ymmärtää nykytilanteen ja tavoitetilan välinen ero ja sen kautta tapahtuva jatkuva parantaminen. Prosessi kuvataan aina samassa järjestyksessä ja menetelmän tavoitteena on haastaa koko henkilöstö pohtimaan juurisyytä ja ratkaisua kuvattuun ongelmaan. Oikeaa vastausta haetaan niin kauan, että se löytyy. (Karjalainen 2010, 7.)



Kuvio 9. A3-ongelmanratkaisumenetelmän rakenne. (Torkkola 2015, 36-37.)

Yrityksessä koko henkilöstön ongelmanratkaisuosaaminen ja -rutiini ovat yksi Lean-johtamisfilosofian perusasioita ja A3 on siihen kehitetty käytännön työkalu. A3-menetelmä vaikuttaa helpolta ja yksinkertaiselta tavalta ja sen käyttö vaatii

hidasta ajattelua. Ongelmanratkaisumenetelmää yrityksessä on hyvä harjoittaa, koska:

- Toisto tekee ajattelumallista kollektiivisen tavan ajatella.
- Touhuamisen sijaan tehdään harvoja, mutta onnistuneita muutoksia, jotka voidaan osoittaa mittarein.
- Epäonnistuneet muutokset hylätään tietoisesti, ja ne eivät jää kuormittamaan byrokratiana organisaatiota.
- Henkilöstö sitoutuu ongelmien ratkaisuun, eikä johtajan tarvitse perustella, miksi muutos on tärkeää.
- Onnistuminen tuottaa positiivisia muutoksia ilmapiiriin.
- Ongelmista puhumisen rutiini luo turvallisen ilmapiirin ja pinnan alla ei pääse paisumaan mitään yllättävää ja suurta.
- Viestintä tehostuu koko organisaatiossa.
- Yleinen valittaminen vähenee, kun ongelmat opitaan esittämään rakentavasti.
- Muurit murtuvat, kun kehityksessä on koko henkilöstö, riippumatta organisaatorakenteesta. (Torkkola 2015, 33.)

### **10 tapaa epäonnistua jatkuvan parantamisen prosesseissa**

Torkkola (2015, 43-44) on kuvannut eri syitä, miksi ongelmanratkaisuprosessit voivat epäonnistua.

1. Hypoteesia ei mietitä eikä muotoilla rauhassa. Kärsivällisyys tai rohkeus ei riitä miettimiseen vaan lähdetään nopeasti toteuttamaan jotakin ideaa.
2. Organisaatiossa on vallitsevana mielenmalli, jossa menestys perustuu johtajien näkemykseen ja intuitioon. Silloin ei kyseenalaisteta, testata tai kokeilla.
3. Kokeilut ovat liian massiivisia ja hitaita. Pahimmillaan uuden tietojärjestelmän hankinnan kokoisia, jonka oletetaan korjaavan ongelman.



4. Oletetaan, että kaikki suorituskyvyn parannukset vaativat investointeja.
5. Oletetaan, että kokeiden pitäisi olla näyttäviä. Halvemmassa kokeilun lopputuloksesta on helpompi luopua kuin kalliin ja työlään tuloksen hylkäämisestä.
6. Ei tunnisteta systeemissä vallitsevia monimutkaisia riippuvuussuhteita. Vaikka koe onnistuu, ei voida tietää, mikä yksittäinen tekijä aiheutti muutoksen.
7. Lähtötasoa ei tiedetä, joten ei voida study-vaiheessa mitata, oliko muutos todella parempaan vai huonompaan suuntaan. Lähtötasomittaus plan-vaiheessa vie aikaa, ja henkilöstöstä tuntuu siltä, että muutos ei etene riittävällä vauhdilla.
8. Kokeilun jälkeen ei pysähdytä miettimään, mitä opittiin ja mitä tapahtui. Koe on tehty niin epäselvästi osana muuta työtä, ettei oikein edes tiedetä, joko koe päättyi.
9. Jos toivottuja tuloksia ei tule, ilmassa on jo uusia ideoita, joita lähdetään toteuttamaan. Virheet pyritään unohtamaan. Niistä ei haluta keskustella, jolloin oppimista ei tapahdu. Pahimmillaan työtä jatketaan väkisin, jotta ”hyvä” idea saadaan toteutettua, vaikka muutos pitäisi keskeyttää ja suunnitella uusi hypoteesi.
10. Onnistuneen kokeilun jälkeen ei varmisteta riittävästi, että tulokset otetaan käyttöön osaksi yhteistä toimintamallia. Osa organisaatiosta muuttaa toimintaansa ja osa jatkaa kuten ennenkin.

### **5S-menetelmä**

5S (Kuvio 10) on Japanissa kehitetty menetelmä, jonka avulla saadaan luotua järjestyksen standardointi esimerkiksi työmenetelmien toteuttamiseen. Menetelmän avulla on helpompi tunnistaa ja poistaa hukkaa.

Nykypäiväisissä yrityksissä pyritään yleiseen järjestykseen ja siisteyteen, joka antaa myös asiakkaille ja kumppaneille laadukkaan vaikutelman yrityksen toiminnasta. Tämä kaikki kuitenkin vaatii johdon sitoutumista ja ajallista panostamista erityisesti esimiehiltä ja työntekijöiltä. 5S koostuu nimensä mukaisesti viidestä eri vaiheesta (Lean Lion 2017.):

1. Lajittelu (japanikielinen vastine: Seiri). Lajittelu vaiheessa työpisteeltä poistetaan kaikki turha tavara, jolle ei ole käyttöä työn tekemisessä.
2. Järjestäminen (Seiton). Järjestetään tavaroille oikeat paikat, niin että niiden käyttö on helppoa ja nopeaa. Työpisteellä on oltava helppo kulkumahdollisuus tavaroiden noutamiseen ja käsittelymiseen.
3. Siivous (Seiso). Puhdistetaan työkalut, laitteet ja alueet. Luodaan menetelmä, miten ne pidetään aina puhtaana. Tämä koskee myös työasuja.
4. Standardointi (Seiketsu). Standardointi liittyy kuhunkin kolmeen ensimmäiseen pykälään. Kaikkein vahvimmin se liittyy kuitenkin siisteyden ja puhtauden ylläpitoon. Tärkeää on luoda siisteystaso esimerkiksi visualisoimalla, jotta sitä on helppo hallita.
5. Sitoutuminen (Sustain). Sitoutuminen tarkoittaa sitä, että otetaan tavaksi ylläpitää käyttöönotettuja menetelmiä. Tarkoitus on varmistaa jatkuvan parantamisen rutiini. Tämä on tärkein osa, sillä jos tämä ei onnistu, niin kaikki muutkin edellä olevat vaiheet epäonnistuvat. (Väisänen 2013.)

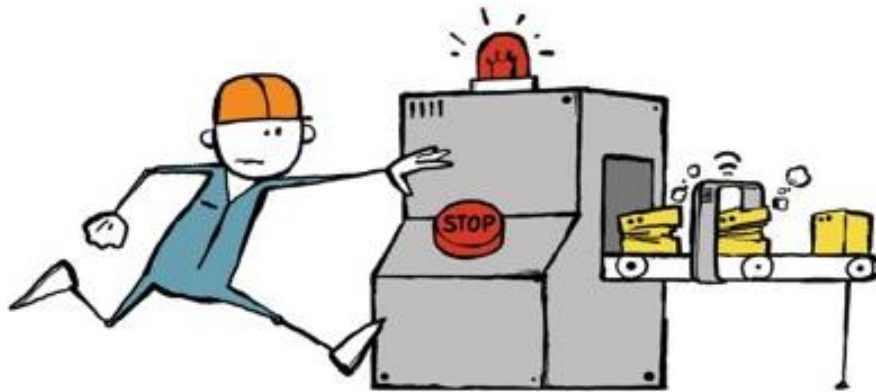


Kuvio 10. 5S-menetelmän vaiheet. (5S Training 2017.)

### 2.1.6 Jidoka – Visuaalinen viestintä

Visuaalinen viestintä (Visual Management) on yksi Lean-ajattelun perusperiaatteista. Tavoitteena on luoda johtamisjärjestelmä, jossa työn tehokkaan sujumisen kannalta olennaisen informaation saamiseksi ei tarvitse nähdä vaivaa, vaan se on nähtävissä yhdellä silmäyksellä. (Torkkola 2015, 49.)

Jidokan tavoitteena on luoda niin näkyvä ja visuaalinen organisaatio, että ongelman ilmaantuessa se huomataan helposti ja poistetaan välittömästi, jotta virtaus voi jatkua tehokkaana ja virheettömänä. Esimerkiksi tuotannossa ilmenevä konevika tai laatuvirhe huomataan ja toiminta pysäytetään. Ongelma korjataan välittömästi ja sen jälkeen toiminta voi jatkua. (Kuvio 11). (Modig 2013, 135.)

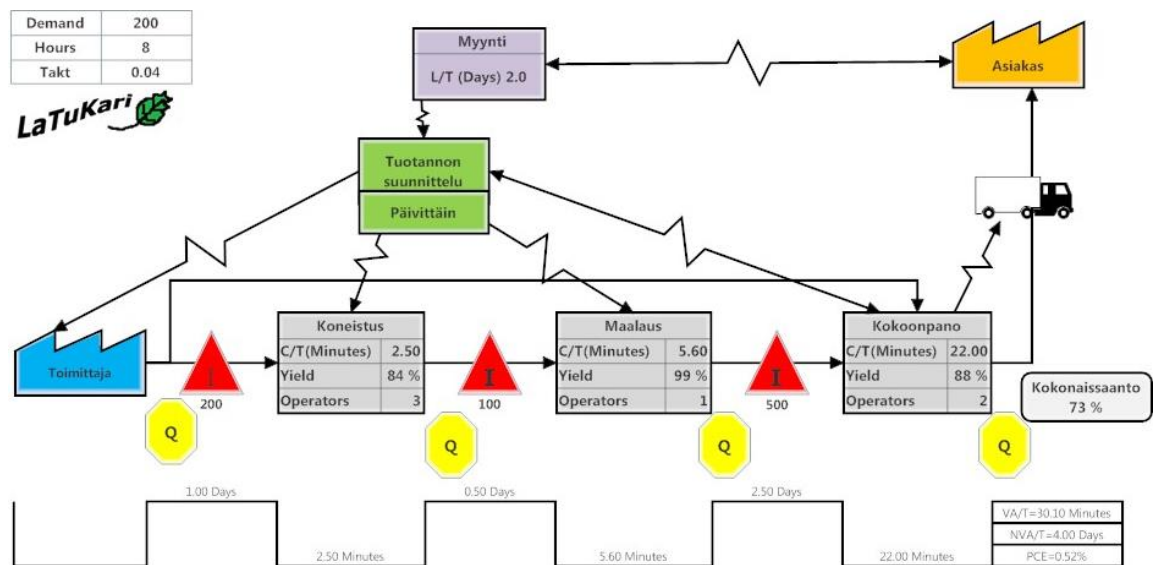


Kuvio 11. Jidoka. (ROI Management Consulting AG 2017.)

Visualisoinnilla pyritään antamaan mahdollisimman hyvä käsitys henkilöstölle tilanteesta, jotta he voivat tehdä laadukkaita päätöksiä itsenäisesti ja nopeasti. Esimerkiksi seinätaulut lisäävät läpinäkyvyyttä ja avoimuutta. Ihmisille on tärkeää seistä vierekkäin, katsoa samaan suuntaan kohti ongelmaa, jolloin sen käsitteleminen on helpompaa ja nopeampaa. Ongelmien jatkuva käsittely avoimesti luo työyhteisöön turvallisuuden tunteen, mikä taas parantaa työtyytyväisyyttä. (Torkkola 2015, 50.)

## Arvovirtakaavio

Arvovirtakaavio (Value Stream Mapping) on tärkeä visuaalinen työkalu nykytilan arviointiin. Kaavion piirtämisen edellytyksenä on tuntee nykytilanne. Arvovirtakuvaan asiakkaan näkökulmasta ja se tarkoittaa kaikkia niitä toimenpiteitä, joita tällä hetkellä tarvitaan asiakkaan tarpeen toimittamiseen. Arvovirtakuvaus (Kuvio 12) antaa mahdollisuuden nähdä yrityksen toiminta karkealla tasolla ja se auttaa näkemään prosessin monimutkaisuuden. Tavoitetilan arvovirtakuvaus visualisoi muutostavoitteen ja sen tulisi olla nykytilaa selkeämpi. (Torkkola 2015, 131-133.)



Kuvio 12. Arvovirtakaavio. (Latukari 2017.)

### 2.1.7 Leanin implementoinnissa huomioitavia asioita

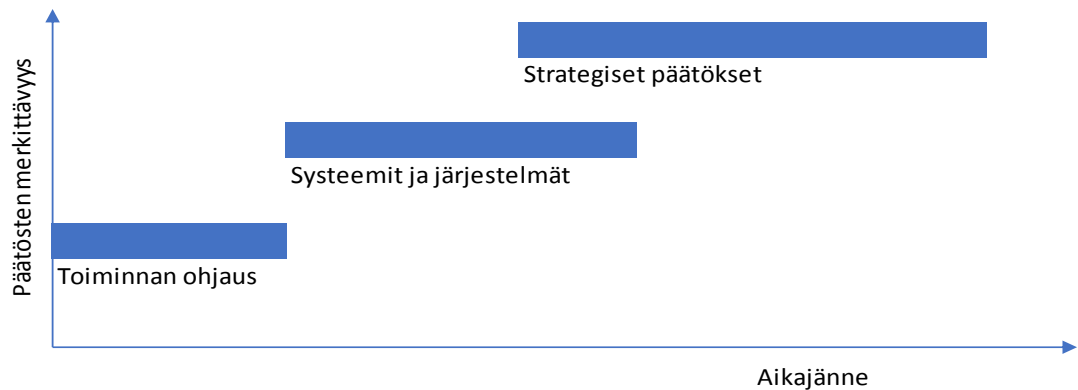
Leanin implementoinnissa eli käyttöönotossa on kolme tärkeää asiaa, jotka ovat tärkeää huomioida.

1. Ylimmän johdon näkyvä sitoutuminen.
  - Johdon täytyy omalla esimerkillään pyrkiä saavuttamaan asetettuja tavoitteita. Esimies ei voi pyytää alaisiaan sitoutumaan, jos hän ei ole sitoutunut 100 %.

- Muutoksille on annettava resursseja käyttöön, sillä muutokset eivät tapahdu päivässä.
  - Perinteisen muutos/tavoitejohtamisen tulisi muuttua enemmän valmentavaan johtamiseen, jossa pyritään kehittämään alaisten osaamista.
2. Lean ei ole pelkkä kustannustenleikkausohjelma.
- Henkilöstöä ei saada sitoutumaan pelkästään kustannusten leikkaamiseen.
  - Tehdään kasvua tekeviä hankkeita. Kaikki ei välttämättä koske pelkästään tuotantoa, vaan esimerkiksi tuotekehitystä, myyntiprosessia ja näiden rajapintoja.
3. Henkilöstön mukaan saaminen.
- Valmentava johtajuus ja aamupalaverit.
  - Gemba-kävely. Tarkoittaa johdon menemistä sinne, missä työ tai ongelma tapahtuu. Alaiset huomaavat johdon olevan kiinnostuneita heidän tekemisestä. (Vastamäki 2016.)

## 2.2 Toiminnan johtaminen

Toiminnan johtaminen (Kuvio 13) on koko yrityksen johtamista, jolla pyritään toteuttamaan yrityksen valitsemaa strategiaa sekä luomaan uusia valmiuksia ja osaamista kilpailukyvyyn kehittämiseksi. Jos esimerkiksi yritys on valinnut strategiakseen kilpailla markkinoilla alhaisilla hinnoilla, tuotannon tulee pystyä vastaamaan kustannustehokkaasta tuotannosta. Toiminnan johtamisen alue voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri tasoon: Yrityksen strategiapäätökset, systeemien ja järjestelmien kehittämien sekä toiminnanohjaus. (Kouri 2005, 349-350; Niemistö 2017)



Kuvio 13. Toiminnan johtaminen. (Kouri 2005, 349.)

### 2.2.1 Yrityksen strategiapäätökset

Strategisella tasolla tehdään pitkävaikutteisia päätöksiä, jotka vaikuttavat yrityksen linjaukseen kaikessa toiminnassa. Strategisiin päätöksiin kuuluvat esimerkiksi tavoitteiden määrittely, teknologiavalinnat ja suuret investoinnit, kuten hallin rakennus, kapasiteetin mitoittaminen sekä yrityksen ja omien yhteistyökumppaneiden tehtävien määrittely. Toiminnan johtamisen keskeisenä tavoitteena on yrityksen strategisen kyvykkyyden kehittäminen ja jokapäiväisen toiminnan tehokas toteuttaminen. (Kouri 2005, 349-350.)

### 2.2.2 Systeemien ja järjestelmien kehittäminen

Yrityksen systeemien ja järjestelmien kehittäminen on edellytys kilpailukyvyn ylläpidolle ja toiminnan kehittämiselle. Kehittäminen tapahtuu strategiavalintojen puitteissa, joiden yksittäiset päätökset eivät ole yhtä merkittäviä kuin strategisella tasolla, esimerkiksi laiteinvestoinnit, layoutmuutokset sekä laatu- ja tietojärjestelmien kehittämien tai hankinta. (Kouri 2005, 349-350.)

### 2.2.3 Yrityksen ohjaustaso

Ohjaustasolla pyritään toteuttamaan eri tehtävät mahdollisimman tehokkaasti olemassa olevien resurssien ja järjestelmien avulla. Esimerkiksi ohjaustasolla tehdään päätöksiä tuotannon suunnittelusta, materiaalinohjauksesta, toimitusajoista sekä henkilö- ja laiteresurssien käytöstä. (Kouri 2005, 350.)

### 2.3 Toiminnanohjaus

Toiminnanohjauksella tarkoitetaan yrityksen tilaus-toimitusketjun toimintojen ja tehtävien suunnittelua ja niiden hallintaa. Yrityksessä tapahtuu päivittäin satoja erilaisia suunnittelu-, valmistus- ja materiaalinkäsittelytehtäviä. Ohjaus on eri toimintoihin liittyvää suunnittelua, päätöksentekoa ja valvontaa. Toiminnanohjauksen tavoitteena on organisoida ja ohjata toimintaa siten, että yrityksen tavoitteet toteutuvat parhaalla mahdollisella tavalla. (Kouri 2005, 397.)

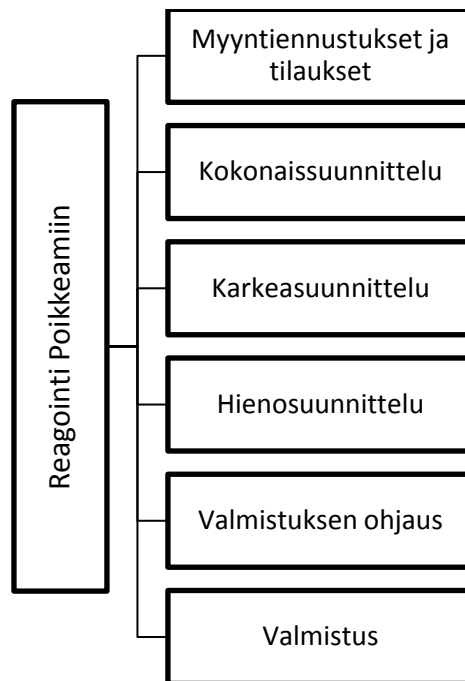
Toiminnanohjauksen tavoitteet ovat:

- kapasiteetin korkea tuottavuus. Kertoo miten tehokkaasti yrityksen keskeiset resurssit ovat käytössä.
- toimitusvarmuus. Tarkoittaa oikean tuotteen toimittamista asiakkaalle soveltavana ajankohtana ja sovitulla ehdoilla. Toimitusvarmuus ja asiakastyytyväisyys kulkevat käsi kädessä.
- vaihto-omaisuuden minimointi. Valmistusta ja materiaalitoimintoja pitää ohjata siten, että raaka-aineisiin, keskeneräisiin töihin ja lopputuotevarastoihin sitoutuu mahdollisimman vähän pääomaa.
- läpimenoaika. Tuotannon suunnittelussa on otettava huomioon myyntitilauksen ja tuotteen valmistumiseen käytettävä aika, jonka täytyy olla mahdollisimman lyhyt. Lyhyt läpimenoaika pienentää tuotantoon sitoutunutta pääomaa sekä parantaa toimitusvarmuutta ja laatua. (Kouri 2005, 402; TIEKE 2017)

Toiminnanohjauksen tehtävänä on pyrkiä näihin tavoitteisiin ohjaamalla ja organisoimalla yrityksen resurssien käyttö tarkoituksen mukaisella tavalla kaikissa prosessivaiheissa. (Kouri 2005, 402.)

### 2.3.1 Tuotannonohjausprosessi

Kuviota 14 tarkasteltaessa tuotannonohjausprosessi voidaan nähdä vaiheittain etenevänä prosessina, jonka vaiheet sisältöineen vaihtelevat toimiala- ja yrityskohtaisesti. Vaikka prosessi on näennäisesti selkeä, on hyvä tiedostaa, että ohjauksessa tapahtuu koko ajan uudelleen suunnittelua ja suunnittelutehtävien välistä koordinoitua. (Kouri 2005, 499.)



Kuvio 14. Tuotantoprosessin vaiheet. (Kouri 2005, 409.)

**Myyntiennusteet ja tilaushistoria.** Yleensä toiminnanohjauksessa käytetään lyhyen ja keskipitkän aikajänteen ennusteita. Hyväksi havaittuja menetelmiä ovat esimerkiksi aikaisemmin toteutuneiden menekkien analysointi, jossa aiemmalla menekillä voidaan ennustaa tulevaisuuden myyntiä. Toinen ennustemuoto on regressioanalyysi, joka perustuu jonkin tekijän ja tuotteen menekin väliseen yhteyteen. (Kouri 2005, 413.)



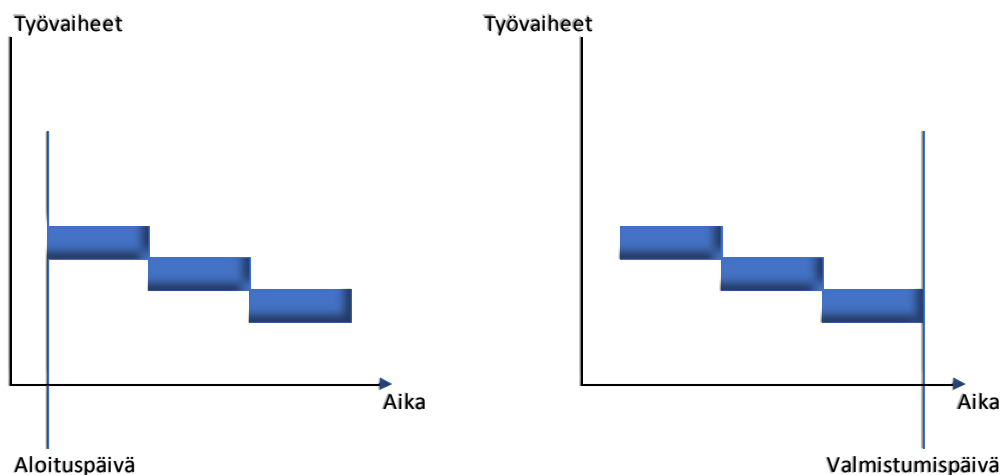
**Kokonaissuunnittelu** tarkoittaa ylimmän tason suunnittelua, jossa suunnitellaan taloutta sekä tuotannon kokonaisvolyymiä. Kokonaissuunnittelun tehtäviä ovat esimerkiksi toiminnan volyymin määrittely, varastotasojen suunnittelu sekä eri resurssien ja kapasiteetin kokonaistarpeen määrittely. (Kouri 2005, 412.)

**Karkeasuunnittelu** on kokonaissuunnittelua tarkempaa suunnittelua, joka tehdään yleensä muutaman viikon aikajänteellä. Lähtökohtana on usein tilauskanta, tuotteiden varastotilanne sekä valmistusbudjetin tavoitteet. (Kouri 2005, 415.)

**Hienosuunnittelun** tehtävänä on valmistuksen yksityiskohtainen suunnittelu, jonka tuloksena syntyy tarkka tuotantosuunnitelma tuotteiden valmistukseen. Hienosuunnittelussa pyritään tuotantoerien muodostamisella ja ajoittamisella luomaan tuotannon työjärjestys. Yleisesti pyritään hyvään toimitusvarmuuteen ja korkeaan tuottavuuteen. (Kouri 2005, 417.)

### 2.3.2 Tuotannon ajoitus

Tuotannon eri tehtävien suoritusajankohtien määrittelyä kutsutaan ajoitukseksi. Ajoitus perustuu tuotannossa tehtävien tuotteen vaihe-ajan laskentaan. Kapasiteettitarpeiden perusteella voidaan laskea, miten pitkän ajan työvaihe vaatii. Esimerkiksi, jos tuotteen kokoamisajan kesto on 16 h, ja kokoonpanon kapasiteetti on 8 h/päivä, niin kokoonpanon vaatima aika on kaksi päivää. (Kouri 2005, 418-419.) Tuotantoa voi ajoittaa eteenpäin ja taaksepäin laskennalla (Kuvio 15).

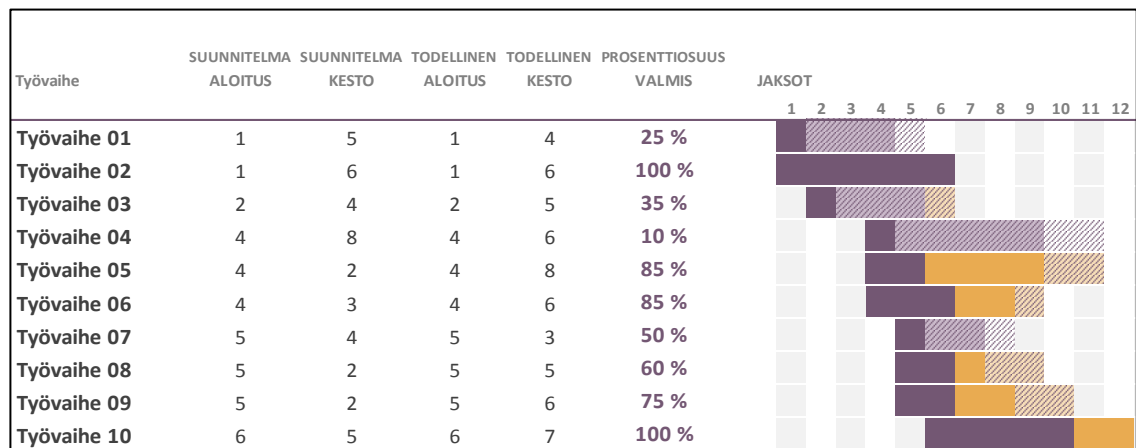


Kuvio 15. Eteenpäin ja taaksepäin ajoitus. (Kouri 2005, 419.)

Eteenpäin ajoituksessa lähtökohtana on tuotannon aloitus, johon lisätään ensimmäisen vaiheen vaatima aika. Seuraavat vaiheet ajoitetaan ensimmäisen vaiheen valmistumisajan jälkeen aina eteenpäin, kunnes kaikki vaiheet ovat ajoitettu. (Kouri 2005, 419.)

Taaksepäin ajoituksessa lähdetään vaiheaikoja laskemaan suunnitellusta valmistumisajankohdasta. Viimeisen vaiheen vaatimasta ajasta lasketaan taaksepäin jokainen vaihe omana aikanaan. Taaksepäin laskenta on yleisin menetelmä tuotannonohjauksessa. (Kouri 2005, 419.)

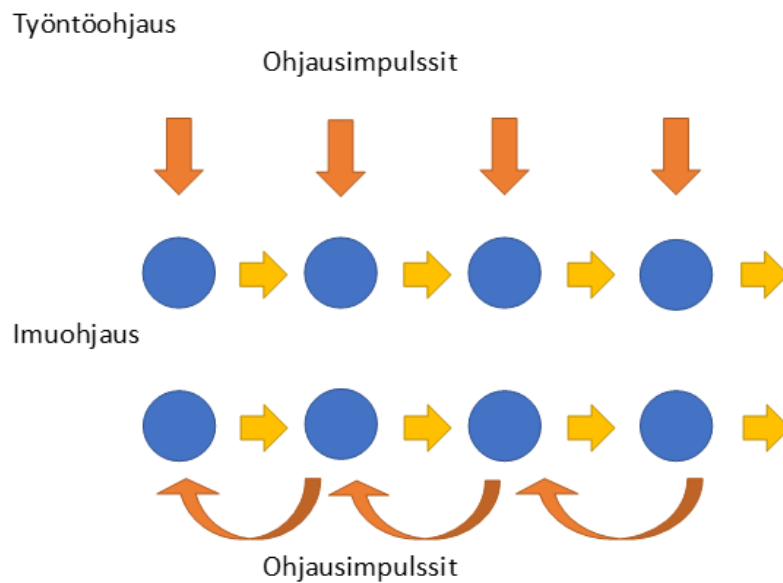
Gantt-kaavio (Kuvio 16) on visuaalinen apuväline hieno- ja karkeasuunnittelun toteuttamiseen. Eri vaihtoehtoja voidaan kokeilla havainnollisesti ja arvioida eri vaihtoehtojen keskinäistä paremmuutta. (Kouri 2005, 421.)



Kuvio 16. Gantt-kaavio. (Excel 2017.)

### 2.3.3 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjauksesta on kehitetty monia eri malleja. Yleisesti yrityksen tuotantoa ei ohjata yhdellä selkeällä tavalla, vaan eri ohjaustavoista etsitään yritykseen sopivat menetelmät, jotka määrittelevät tuotannonohjaustavan. Luvussa vertailaan työntö- ja imuohjauksen eroja (Kuvio 17).



Kuvio 17. Työntö- ja imuohjaus. (Kouri 2005, 423.)

Työntöohjauksen periaate perustuu ennalta tehtyyn tuotantosuunnitelmaan, jossa asiakkaan tarve ei niinkään ohjaa materiaalivirtaa. Edellä kuvattu hienosuunnitelmanperiaate kertoo työntöohjauksen mallista. Työntöohjaus on toimiva menetelmä, joka edellyttää hyvää suunnittelumenetelmää, hallittavissa olevaa valmistusmenetelmää, hyvää laatua ja kurinalaista toimintaa. Ongelman työntöohjauksessa aiheuttaa suunnitelmien epätäydellisyys, koska valmistus ei aina kykene toimimaan suunnitelmien mukaisesti. (Kouri 2005, 422; Tuotannonohjaus 2017)

Imuohjauksen periaate perustuu minimivarastoon, jossa tuotteet valmistetaan asiakkaan tarpeen mukaisesti. Materiaalin siirto tapahtuu ainoastaan silloin, kun se "imetään" seuraavasta vaiheesta. Imuohjaus on helpointa toteuttaa materiaalivirroissa silloin, kun menekki on tasaista ja varastojen täydennys on mahdollista toteuttaa nopeasti. Imuohjauksessa vaaditaan tuotteen lyhyt läpimenoaika sekä virheetön laatu. Poikkeama laadussa voi pysäyttää muutoin koko prosessin. Käytännössä imuohjaus voidaan toteuttaa kanban-ohjauskorttien avulla, jossa kortti antaa luvan valmistaa kortissa määritetyn määrän. Ilman korttia ei ole lupa valmistaa. (Kouri 2005, 422-423; Tuotannonohjaus 2017)

### 2.3.4 Kanban-imuohjaus

Kanban on Toyotan tuotannossa alun perin syntynyt menetelmä, jossa sana kanban tarkoittaa korttia. Kanban on alun perin supermarketin hyllytysjärjestelmä, jossa kaupan asiakas hakee tuotteet hyllyltä haluamallaan hetkellä pienissä erissä. Hyllytysprosessi huolehtii varaston täydennyksestä kysynnän toteutuksen jälkeen. Tyhjä hyllypaikat on helppo tunnistaa. (Torkkola 2015, 63.)

Tuotannossa voidaan käyttää kanban-imuohjausta, jossa korteilla ohjataan tuotteiden valmistuksia. Esimerkiksi rajallinen korttien määrä on rajoitin sille, miten monta keskeneräistä työtä saa olla yhtä aikaa valmistuksessa. (Torkkola 2015, 63). Tuotanto-kanbanin hyödyt:

- Kanban luo edellytyksiä laadun paranemiselle paljastamalla toiminnan heikkoudet nopeasti.
- Ongelman ratkaisu nopeutuu, joka pakottaa jatkuvaan parantamiseen.
- Tuotannon kontrollointi on helpompaa.
- Keskeneräisen työn määrää on rajoitettu. (Torkkola 2015, 63.)

### 2.3.5 JIT-toimintaperiaate

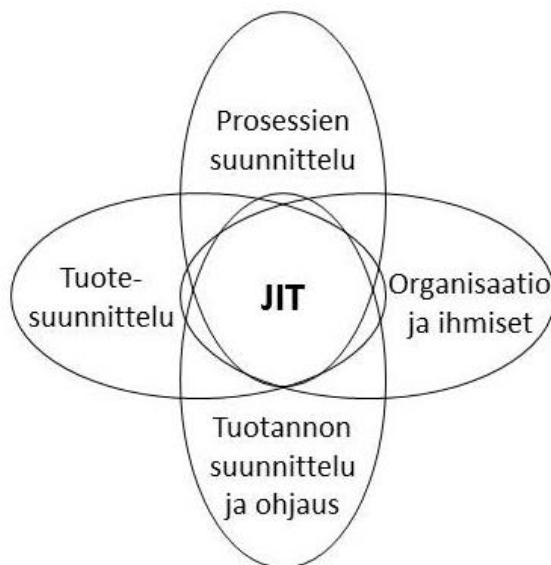
Japanissa Toyota Motor Corporationissa syntynyt tuotantomalli Just-In-Time on osoittautunut laajalla alueella perinteisempiä toimintamalleja paremmaksi. Ajatuksena on luoda tuotantoon selkeä virtaus poistamalla kaikki turhat varastot ja tuottamalla vain sitä, mitä asiakas tarvitsee. JIT-tuotannon tunnusmerkkejä ovat korkea laatu ja tuottavuus, pieni sitoutunut pääoma ja nopea läpimenoaika. (Kouri 2005, 428; Modig 2016, 70-71)

JIT-toimintamallin perustana on selkeä tuotanto, jossa tuotannon layout, tuotannonohjaus ja materiaalivirrat on järjestetty selkeäksi ja tehokkaaksi. Layout-ratkaisua kehitetään tuotteen työnkulun mukaisesti, mikä mahdollistaa turhien väli-

varastojen poistamisen. Materiaalivirta tuodaan lähelle tuotantoa, jolloin haku-  
matkat minimoidaan ja tuotteelle saadaan näin mahdollisimman lyhyt läpimeno-  
aika. (Kouri 2005, 428.)

Laajasti ymmärrettynä JIT (Kuvio 18) vaikuttaa yrityksen moniin toiminnan osa-  
alueisiin, kuten:

- tuotesuunnittelu: Tuotteiden valmistusmenetelmät
- prosessien suunnittelu: Eräkokojen ja keskeneräisten töiden pienentäminen
- ihmiset: Moniosaaminen, työnkierto ja joustavuus
- tuotannon suunnittelu ja ohjaus: Imuohjaus ja tuotannon tasapainotus. (Tuotannonohjaus 2017.)



Kuvio 18. JIT. (Tuotannonohjaus 2017.)

Tuotteiden valmistus alkaa tilauksesta ja toimitus on välittömän tarpeen perusteella, Just-In-Time. Tuotanto perustuu kanban-imuohjaustapaan, jossa on kiinnitettävä erityistä huomiota korkeaan laatuun, asetusaikojen minimointiin ja tuotannon yleisrakenteeseen. (Kouri 2005, 428; Karrus 2005, 79.)

### 2.3.6 Valmistuksen ohjaus

Valmistuksen ohjaamiseen kuuluvat tehtävät ovat työn yksityiskohtainen suunnittelu, työnjakelu, työtehtävien ohjaaminen, valvonta ja raportointi. Useimmiten valmistuksen ohjaus perustuu työmääriin, joista työntekijä voi nähdä alkavan työvaiheen tai valmistettavan tuotteen, osatarpeen sekä mittakuvat. Työmääräimet ovat yleensä tulostettavissa yrityksen tietojärjestelmästä. (Kouri 2005, 426.)

### 2.3.7 ERP – Toiminnanohjauksen tietojärjestelmä

Enterprise Resource Planning (yrityksen resurssien suunnittelu). ERP-järjestelmien ideana on tietojenkäsittelyn ja toiminnanohjauksen pitkälle viety integrointi. Järjestelmässä on yrityksen yhteinen tietokanta, joka mahdollistaa tiedon läpinäkyvyyden koko organisaatiolle. Kaikki pääsevät käsiksi reaaliaikaiseen tietoon. (Kouri 2005, 430.)

Nykyiset toiminnanohjausjärjestelmät ovat pitkälti kehittyneet materiaalitavetta laskevien järjestelmien pohjalta. Toiminnanohjausjärjestelmät ovat nykyään moduulipohjaisia, joita voivat olla esimerkiksi

- tuotannonohjaus
- myynti ja markkinointi
- varastonhallinta
- ostotoiminta
- taloushallinto. (Sääksvuori 2002, 66.)

Toiminnanohjausjärjestelmän eri moduuleissa hoidetaan kyseisen toiminnan osa-alueen päivittäisiä operatiivisia asioita, kuten nimikkeiden ja rakenteiden seuranta, asiakastietoja, tilauksia, tilauskantaa, varastosaldoja, toimitettuja tuotteita, laskutusta, ostotilauksia ja niin edelleen. (Sääksvuori 2002, 66.)

## **2.4 Varaston- ja materiaalinhallinta**

Varastonhallinnan tavoitteena on hallita yrityksen eri varastotasoja. Hallinnassa otetaan huomioon varastointi- ja ohjauksekustannukset sekä palvelutasovaatimukset. Varastonhallinnan avulla ohjataan

- materiaalien ja tuotteiden siirtely
- tavarantoimitus ja hyllytys
- keräily, pakkaus ja toimitus. (Varastonhallinta 2017.)

### **2.4.1 Materiaalinohjaus**

Materiaalinohjauksen kannalta toiminnanohjauksen ytimessä on materiaalien tarvelaskenta eli MRP (Materials Requirements Planning, materiaalitilavesuunnittelu). Tämänhetkiset ERP-järjestelmät ovat pidemmän kehityskaaren tulos, jotka ovat kehittyneet pitkälti materiaalitilavesuunnittelun pohjalta. (Materiaalinohjaus 2017; Sääksvuori 2002, 66.)

Materiaalitilavesuunnittelu perustuu toimitusmääristä ja tuoterakenteista johdettuihin materiaalitilavesuunnitteluun ja erien sovitukseen tehtaan tuotantokapasiteettiin. Materiaalien saatavuus tuotantoon tarvittavina määrinä pyritään varmistamaan etukäteen, jotta tuotanto saadaan liikkeelle aikataulun mukaisesti. Kapasiteettitarve pyritään ennakoimaan tarkasti, jotta erä saadaan sovitettua tuotantoon. (Karrus 2005, 78-79.)

### **2.4.2 Materiaalivarastot**

Materiaalivarastot ovat lähes välttämättömiä kaikille yrityksille. Varastojen avulla yritys voi turvata toimitusvarmuutta sekä saavuttaa etuja materiaalihankinnassa. Yleensä suuremmat ostoerät mahdollistavat ostomäärään perustuvat alennukset ja samalla tuoteyksikkökohtaiset rahtikustannukset laskevat. (Varastonohjaus 2017.) Varastot ovat merkittävä kustannustekijä yritykselle, sillä niihin sitoutuu

merkittävästi pääomaa, varastointi ja materiaalin käsittely aiheuttavat paljon kustannuksia. Taloudellisinta varaston toiminta on silloin, kun turhaa puutetta ei esiinny, mutta myöskään liikoja varmuusvarastoja ei kerääny. (Kouri 2005, 445)

Varastoja voidaan luokitella eri toimintojen mukaan:

- puskurivarastot. Toimituskykyä turvaavat varastot. Monesti yrityksen tuotantoprosessin läpäisy aika on pidempi kuin asiakkaan toimitusaikavaatimukset. Tällöin yrityksen on pidettävä materiaalia varastossa, jotta voidaan pitää yllä toimituskykyä ja palvelutasoa.
- varmuusvarastot. Varmuusvarastolla turvataan palvelutaso kysynnän vaihdellessa. Turhaa varmuusvarastoa ei tule pitää, koska se lisää sitoutuneen pääoman määrää.
- välivarastot. Keskeneneräisten tuotteiden välivarastointi eri vaiheiden välillä. Välivarastoja on sitä enemmän, mitä systeemissä on vaiheita. Turhista välivarastoista tulee pyrkiä eroon, koska ne sitovat paljon yrityksen pääomaa ja hidastavat läpimenoaika.
- reklamaation varalta pidettävät varastot. Toiminnan ja valmistuksen laatuvirheet peitetään helposti ylimääräisellä varastoinnilla, jonka vuoksi reklamaatioiden juurisyyt jäävät usein selvittämättä. Nämä varastot pitää poistaa ja keskittyä korjaamaan tapahtuneet virheet. (Kouri, 446-447)

Varastointitarpeet aiheutuvat yleensä asiakkaiden toimitusaikavaatimuksista. Ostotilausten saapumiseen kuluva aika on usein pidempi kuin asiakkaiden toimitusvaatimukset, joten kilpailuedun säilyttämiseksi tiettyjä materiaaleja on hyvä varastoida. Tällöin yrityksen on käytettävä puskurivarastoja pitääkseen yllä riittävän nopeaa toimituskykyä. Puskurivarastot määritellään yrityksen haluaman palvelutason perusteella. (Kouri 2005, 447-448.)



## 2.5 Layout

Layoutsuunnitelma on tilasuunnittelua, jossa pyritään mahdollisimman tehokkaaseen ja joustavaan ratkaisuun yrityksen toiminnan kannalta. Layoutsuunnittelu kertoo esimerkiksi, miten tuotantotila on järjestetty varastojen, laitteiden ja kulureittien kannalta. Tilasuunnitelmaan yleisesti vaikuttavia tekijöitä ovat joustavuus, työn sujuvuus ja olosuhteet, turvallisuus, varastonhallinta, siisteyden ja järjestyksen helppo ylläpito, laajennusmahdollisuudet, visuaalisen ohjauksen tuki, kaluston käyttö, yrityksen ulkonäkö, hukan poisto ja kannattavuus. Layoutsuunnittelu vaikuttaa osin suoraan ja osin prosessisuunnittelun kautta myös tuotteiden suunnitteluun ja ajoitukseen. (Karrus 2005, 141-142.)

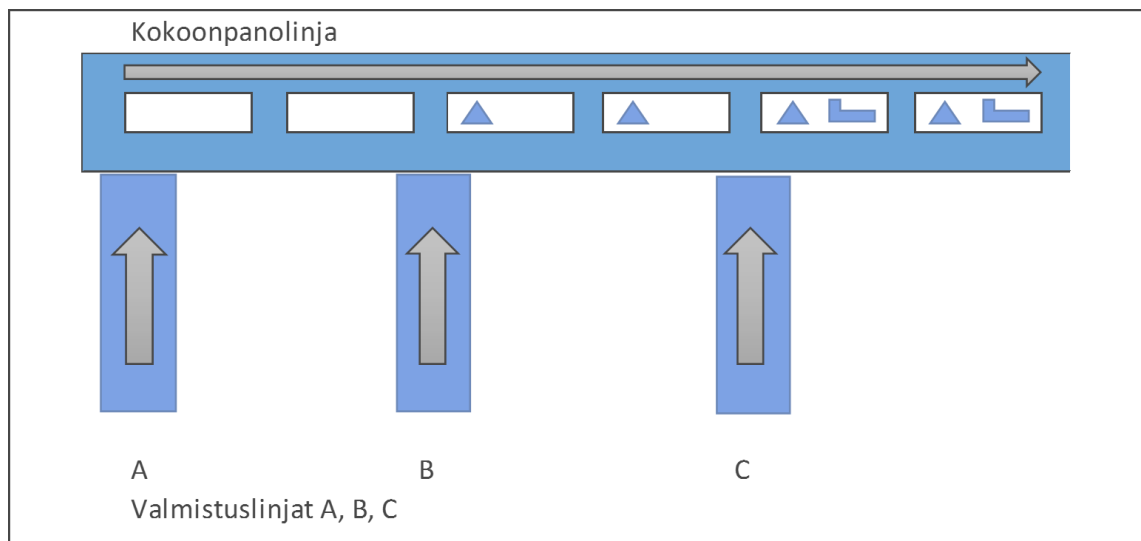
Systemaattinen layoutinsuunnittelu alkaa tiedustelulla tuotannon toiminnasta, jonka avulla saadaan kuvattua materiaalin ja toimintojen riippuvuudet. Kuvauksen avulla voidaan määritellä olemassa olevan tilan tarve ja mahdollinen riippuvuus muista toiminnoista. Tuotannon layout on yleensä kompromissi, koska kaikkien toimijoidensuhteen optimaalista ratkaisua ei ole yleensä löydettävissä. Layouttyyppi valitaan yleensä tuotevalikoiman laajuuden ja tuotettavien määrien perusteella. Kouri (2005) kuvaa hyvän layoutin ominaisuuksia seuraavasti:

- Selkeä layoutin materiaalivirta.
- Layout on helposti ja joustavasti muutettavissa.
- Materiaalien siirtotarve on mahdollisimman pieni.
- Kuljetusmatkat ovat lyhyet.
- Erityisosaamista vaativa valmistus on keskitetty samaan paikkaan.
- Tehtaan sisäisten palvelujen sijoitus käyttöpaikan lähelle.
- Materiaalin vastaanotto ja lähetys ovat tehokasta.
- Sisäinen kommunikaatio on helppoa.
- Eri valmistusvaiheiden erityistarpeet on otettu huomioon.
- Työturvallisuus ja -tyytyväisyys on otettu huomioon. (Kouri 2005, 482.)

Tuotantolaitteiden ja työnkulun sijoittelun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmeen eri päätyyppiin: tuotantolinjalayoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja solulayoutiin. (Kouri 2005, 475-479.)

### 2.5.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayoutissa (Kuvio 19) laitteet, koneet ja materiaalin virtaus kokoonpanolinjalle ovat työnkulun mukaisessa järjestyksessä. Tuotantolinjalayout mahdollistaa tehokkaan tuotannon, jossa voidaan hyödyntää automatiikkaa sekä mekaanisia kuljettimia. Linja voi olla pakkotahtinen, kuten autoteollisuudessa tai vapaatahtinen, jossa tuotanto on järjestetty linjamaisesti, mutta materiaalin siirtyminen työpisteestä toiseen ei ole pakkotahtista. Pakkotahtinen linja sopii suurelle volyymille samankaltaista tuotetta, mutta on joustamaton erilaisille tuotteille. Vapaatahtinen linja on joustavampi tuotteiden vaihtelussa. (Kouri 2005, 475; Tuotannon layout 2017.)

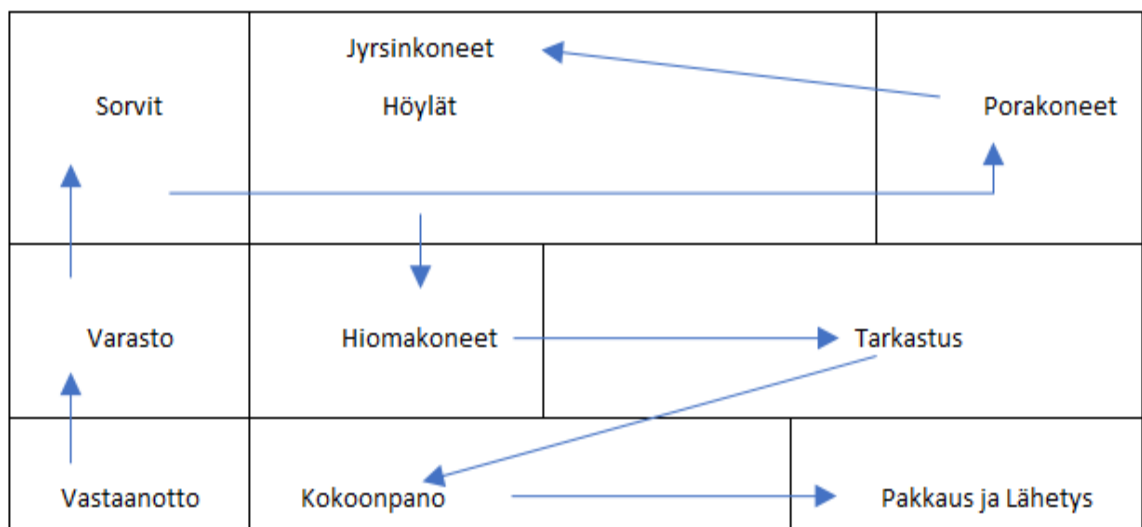


Kuvio 19. Tuotantolinjalayout. (Kouri 2005, 476.)

## 2.5.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa (Kuvio 20) koneet ja työpaikat ovat ryhmitelty samankaltaisuuden perusteella. Esimerkiksi sorvaus, hitsaus, kokoonpano ja pakkaus ovat omia osastojaan. Tällainen layout mahdollistaa erilaisten tuotteiden valmistuksen, mutta vaatii tarkan tuotannonohjauksen, koska materiaalivirrat ovat monimutkaiset ja läpimenoajat saattavat olla usein pitkiä. (Kouri 2005, 476-477; Tuotannon layout 2017)

Tuotannonohjaus perustuu eri vaiheiden jonottavien töiden järjestelyyn ja oikea-aikainen siirto pisteestä toiseen voi olla hankalaa. Myös välivarastoja syntyy helposti työvaiheiden väliin, mikä tekee laadunhallinnasta vaikeaa. Funktionaalisen layoutin toteutus on helppo ja halpa tuotantolinjaan verrattuna. Erilaisten tuotteiden valmistaminen sekä kapasiteetin kasvattaminen ovat helpompaa funktionaalisisessa layoutissa, mutta tuottavuus on heikompaa verrattuna tuotantolinjalayoutiin. (Kouri 2005, 476-477; Tuotannon layout 2017.)



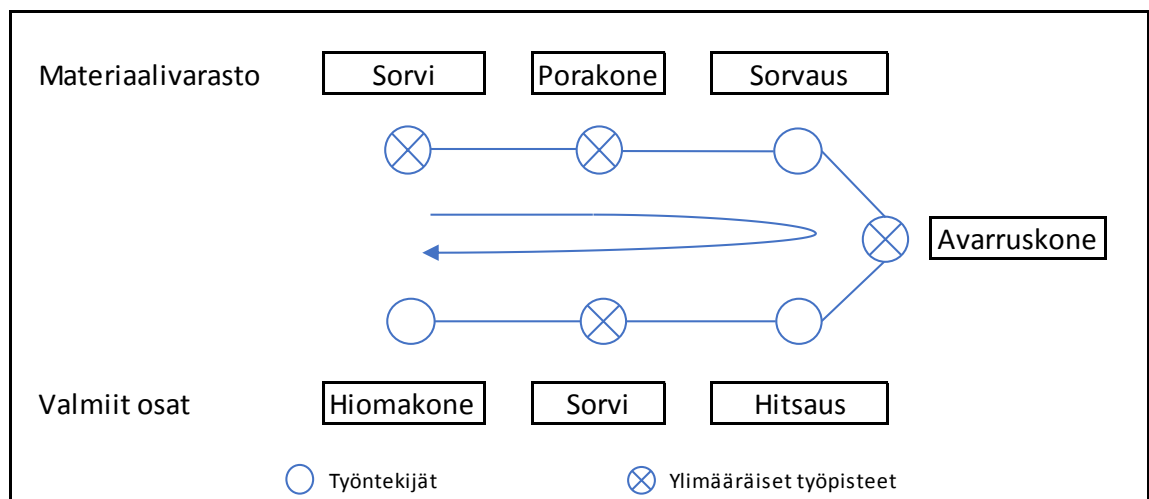
Kuvio 20. Funktionaalinen layout. (Kouri 2005, 477.)

### 2.5.3 Solulayout

Solulayout (Kuvio 21) soveltuu pienvolyymiseen tuotantoon, jossa yksi solu sisältää tuotteen tai puolivalmisteen tekemiseen vaaditut toiminnot. Solulayout on eräänlainen välimuoto tuotantolinjasta ja funktionaalisesta layoutista. (Kouri 2005, 477.)

Läpimenoaika soluissa on lyhyempi funktionaaliseen layoutiin verrattuna ja materiaalivirta on selkeämpää. Solulayout mahdollistaa tuotteiden joustavan valmistuksen ilman välivarastoja. Asetusajat ovat lyhyet siirryttäessä tuotteesta toiseen. Tuotannonohjaus on helppoa, koska solu muodostaa vain yhden kuormituspisteen. Eri valmistusvaiheiden suorittaminen peräkkäin samalla alueella parantaa laadunhallintaa. Virheiden havaitseminen ja korjaaminen ovat helpompaa ja nopeampaa. Solulayout on joustavampi kuin tuotantolinja ja tehokkaampi kuin funktionaalinenlayout oman tuoteryhmänsä puitteissa. (Kouri 2005, 477-478.)

Soluvalmistusta tutkittaessa on huomattu työntekijöiden motivaation ja tuottavuuden kasvu. Solussa työskentelevä ryhmä vastaa tehtäviensä suunnittelusta ja suorittamisesta itsenäisesti. Työntekijät voivat itse vaikuttaa työnjakoon ja tehtävien kierrättämiseen yleisesti tiiminvetäjän johdolla. (Kouri 2005, 478.)



Kuvio 21. Solulayout. (Kouri 2005, 478.)

## 2.6 Liikesarjatutkimus Maxi-MOST

Liikesarjatutkimus perustuu analyyttiseen liikesarjatutkimukseen. Työn sisältö eritellään hyvin pieniin osiin, että niihin kuuluva aika on vakio. Määrityksen avulla voidaan tarkastella tuotantoon liittyviä aikoja työmenetelmissä. Tärkeimpiä näistä ovat toimitusaika, läpimenoaika ja työvaiheaika, joita kaikkia voidaan selvittää ja lyhentää tutkimuksesta saatujen tietojen avulla. (Ahokas 2011, 4-7.)

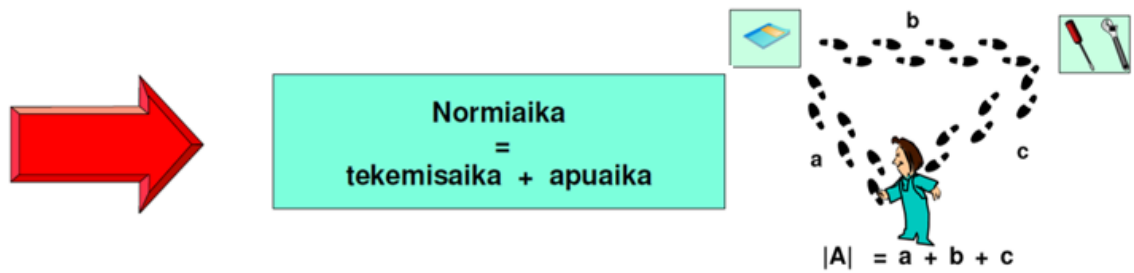
Maxi-MOST on liikesarjatutkimuksen Excel -pohjainen tehokas työkalu, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi uuden layoutsuunnitelman yhteyteen, ennen varsinaista käytännön toteutusta. MOST perustuu erittäin tarkkaan työn analysointiin, jossa työvaiheet kuvataan mahdollisimman yksiselitteisesti. Laskennan avulla on mahdollista selvittää tavaroiden ja varastojen sijaintipaikkoja, sekä huomata niiden vaikutus tuotteen läpimenoaikaan. (Devcons 2017.)

MOST-liikesarja käyttää muuttujien alaindekseinä edeltä käsin määriteltäviä aikarvoja, jotka on valittu sellaisesta lukusarjasta, joka täyttää tietyn tarkkuusvaatimuksen määrittelyllä pituisella tasoittumisjaksolla. Arvojen valintakriteerit ovat käytännössä helposti todettavia ominaisuuksia tai mittoja. Menetelmän tarkkuus perustuu seuraaviin tosiasioihin:

- Yksittäisen työvaiheen analyysissä sallitaan tietty virhe, joka on tapauksesta riippuen joskus ylöspäin ja joskus alaspäin.
- Laskettaessa työvaiheita yhteen tehdyt virheet kompensoivat toisiaan, eli summa on tarkempi kuin yksittäiset yhteenlasketut luvut. (Devcons 2017.)

MOST-analyysi laskee normiajan (Kuvio 22), joka tarkoittaa ammattitaitoisen työntekijän keskinkertaista työnsuoritusta. Normiaika koostuu analyysin laske-  
tusta tekemisajasta ja apuajasta. (Devcons 2017.)

Apu-aika koostuu elpymisajasta (elpymiseen tarvittava aika määritellään työn raskautavuuden mukaan RANK'in taulukolla) sekä päivävakiosta, joka tarkoittaa toimintoja, jotka eivät niinkään sisälly tekemisaikaan, mutta ovat välttämättömiä työolosuhteiden ylläpitoon (esim. siivous tai terien teroitus). (Devcons 2017.)



Kuvio 22. Liikesarja. (Devcons Oy 2017.)

**Kappaleen käsittely -liikesarja (A B P).** Kuvataan kappaleen tai kohteen siirtäminen paikasta tai asemasta toiseen. Esimerkiksi osan hakemista hyllystä työpöydälle tai tavaran siirtämistä toiselle puolen työpistettä. (Devcons 2017.)

**Työkalun käyttö -liikesarja (A B T).** Kuvataan toimenpiteitä, joissa käytetään työkalua tai käsiä/sormia työkalun tapaan. Esimerkiksi kiintoavaimella paikalleen kiristäen kahdeksan M8-ruuvia. (Devcons 2017.)

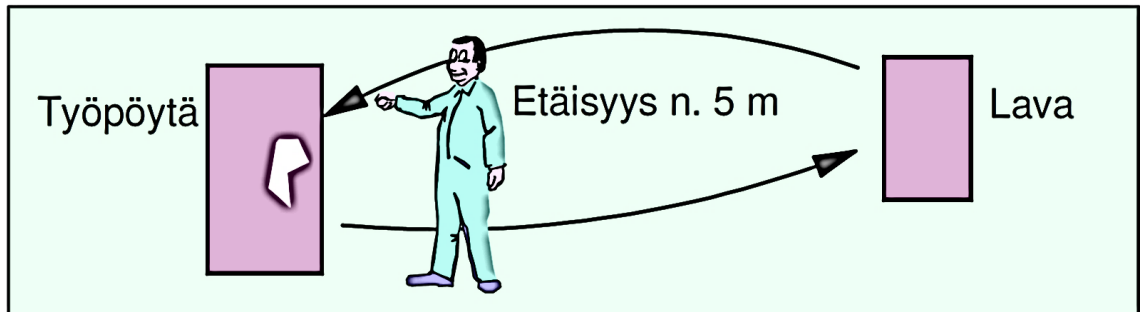
**Koneen käyttö -liikesarja (A B M).** Voidaan analysoida laitteen tai koneen käyttöön liittyvät toiminnot, kuten vipujen, kytkinten ja painonappien käyttö, terien tai työkalujen vaihto sekä työstettävien kappaleiden kiinnitys ja irrotus. (Devcons 2017.)

**Nosturin käyttö -liikesarja (A T K T P T A).** Kuvataan toimenpiteitä, joilla siirretään kuorma käsin tai konevoimalla. Esimerkiksi siltanosturien kaltaiset. (Devcons 2017.)

**Trukin käyttö -liikesarja (A S T L T L T A).** Kuvataan toimenpiteitä kappaleiden siirrossa, joka tehdään trukin tai lavavaunun avulla. (Devcons 2017.)

**Esimerkki a)**

Kappaleen käsittelyn liikesarjan esimerkki (Kuvio 23). Osa haetaan lavalta työpöydälle; lava on viiden metrin päässä lattialla. (Devcons 2017.)



Kuvio 23. Kappaleen haku. (Devcons 2017.)

Analysoitaessa ohjelma kirjoittaa muuttujien alaindeksiin luvun, joka ilmaisee muuttujan menetelmätasoa ja on samalla sen aika-arvo. Tulokseksi saadaan:

$$A_3 B_1 P_1 \quad (2)$$

$A_3$  – Henkilö hakee osan lavalta työpöydälle, matka 10 m.

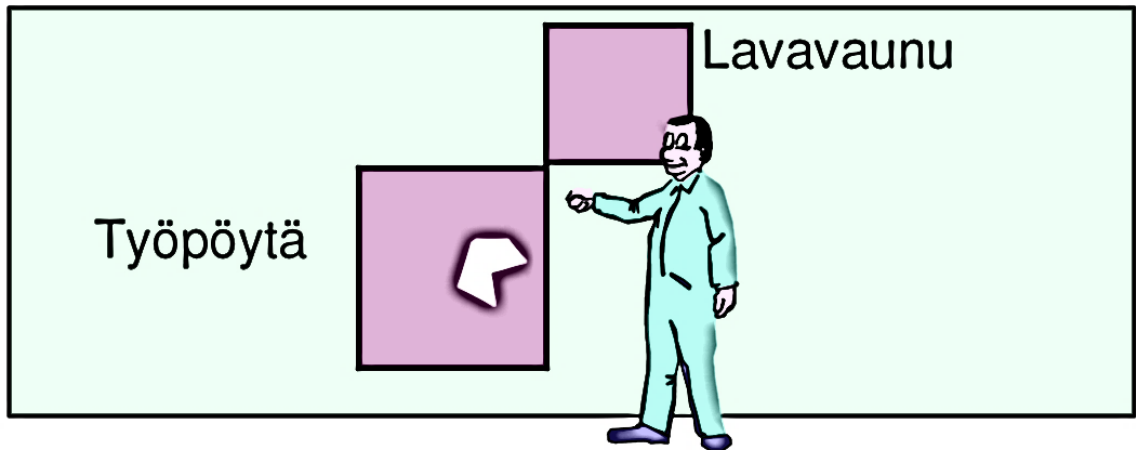
$B_1$  – Henkilön kehon liikkeet pystysuunnassa.

$P_1$  – Osan haltuunotto ja sijoittaminen.

Kun lausekkeen (2) alaindeksit lasketaan yhteen, saadaan kyseisen toimenpiteen työmäärä millitunteina (1mh = 3,6 sekuntia):  $3+1+1=5$  mh (18 s) (Devcons 2017.)

**Esimerkki b)**

Analyysin tuloksen myötä voidaan pohtia, miten työtä saataisiin tehostettua ja poistettua turhia vaiheita. Työmenetelmää on mahdollista parantaa esimerkiksi hakumatkojen minimoimisella ja ergonomiiaa parantamalla (Kuvio 24). (Devcons 2017).



Kuvio 24. Parannettu menetelmä. (Devcons 2017.)

Analysoitaessa tehtyjä muutoksia tulokseksi saadaan  $A_0 B_0 P_1 = 1 \text{ mh (4 s)}$



## **3 KEHITYSMENETELMÄT**

### **3.1 Toiminnanohjauksen kehittäminen**

Yrityksen toiminnanohjausta kehitetään virtaustehokkaammaksi ja selkeämmäksi prosessiksi. Työtehtävien, työskentelytilojen, varaston ja tuotannonsuunnittelun menetelmät vaikuttavat merkittävästi tuotteiden läpimenoaikaan, laatuun ja kustannustehokkuuteen. Tavoitteena on hukan poistaminen prosesseista.

Toiminnanohjauksen kehittämisen askeleet ovat

- layoutinsuunnittelu uuteen tuotantotilaan
- varastonhallinnan selkeyttäminen ja järjestelmällisyyden luonti
- tuotannonohjauksen kehittäminen
- jatkuvan parantamisen kehittäminen.

#### **3.1.1 Arvovirtakuvauksen laatiminen**

Arvovirtakuvauksen laatiminen, jonka avulla voidaan nähdä nykytilanne ja ongelmakohdat kokonaisprosessissa. Kuvaus tehdään asiakkaan näkökulmasta ja siinä kuvataan kaikki yrityksen prosessivaiheet. Prosessi alkaa asiakkaasta ja päättyy siihen, kun tuote on toimitettu asiakkaalle.

#### **3.1.2 Layoutsuunnittelu & Maxi-MOST -analyysi**

Layoutsuunnittelussa pyritään löytämään tehokas ratkaisu, joka takaa työn sujuvuuden ja materiaalivaraston helpon käytön. Hakumatkat ja materiaalien säilytyspaikat määräytyvät käyttötarpeiden mukaan. Suunnittelussa käytetään Solidworks 3D-ohjelmaa, jonka avulla saadaan luotua oikeat mittasuhteet tilansuunnittelussa.

Tuotteen läpimenoajan analysointiin käytetään Maxi-MOST -työnmääritysjärjestelmää, jolla voidaan laskea uuden layoutsuunnitelman mahdollistama läpimenoaika.

### **3.1.3 Varastonhallinta**

Varastonhallintaa kehitetään visuaaliseksi ja tehokkaaksi. Tavarankäytön tulee olla nopeasti saatavissa ja helposti löydettävissä.

Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään (ERP) luodaan hyllypaikat ja hälytysrajat. Varastohyllyihin ja lavoihin merkitään ERP:ssä olevat osoitteet ja nimikkeen tarkat tiedot.

Varastoitaville materiaaleille suunnitellaan kanban-kaksilaatikkojärjestelmä varmistamaan varaston riittävyystaso.

### **3.1.4 Tuotannonohjaus**

Tuotannonohjaus yrityksessä perustuu imuohjaustapaan, jossa prosessi käynnistyy asiakkaan tilauksesta. Tavoitteena on ensisijaisesti luoda visuaalisesti selkeä tuotannosuunnittelu Excel-ohjelman avulla, joka auttaa ohjaamaan työtä Just-In-Time -periaatteella.

## **3.2 Jatkuva parantaminen**

Toiminnan kehittäminen vaatii jatkuvaa parantamista ja koko henkilöstön tahtoa parantaa toimintaa jokaisella osa-alueella.

Tavoitteena on luoda selkeä jatkuvan parantamisen kulttuuri yrityksen toimintaan, jonka avulla osataan tunnistaa ja ratkaista hukkan muotoja prosesseissa. Jatkuvan parantamisen yhdeksi työkaluksi kehitetään yritykselle toimiva ongelmanratkaisumenetelmän sovellus, jonka avulla saadaan henkilöstön parannusideat tehokkaasti käyttöön.

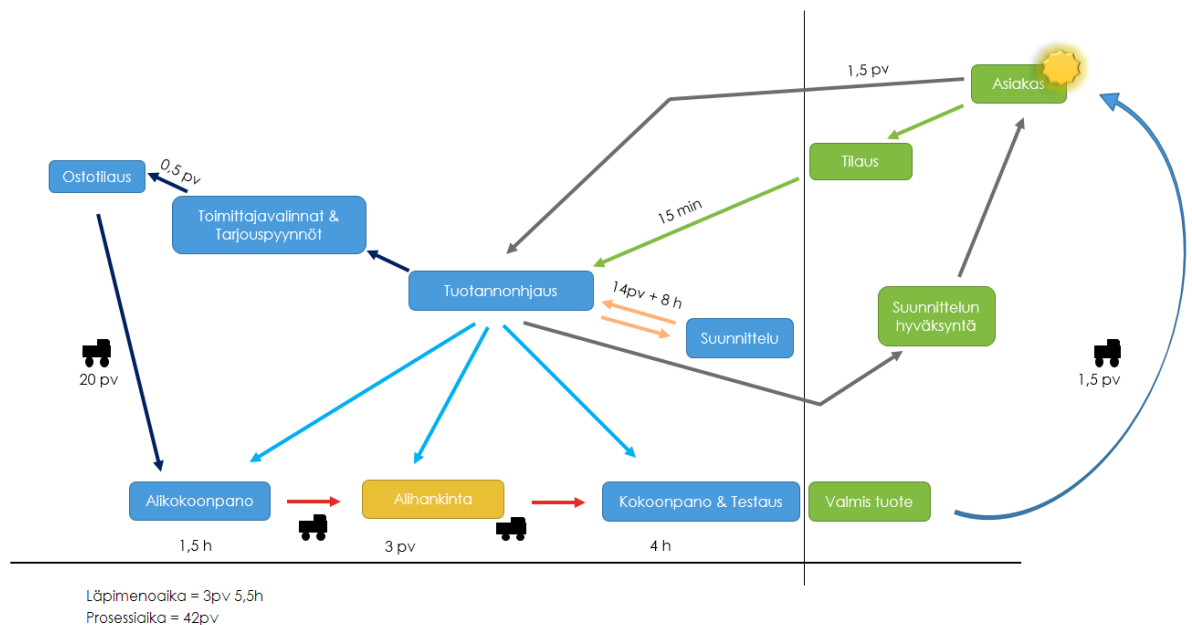
## 4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

### 4.1 Toiminnan ohjauksen kehittäminen

Yrityksen toiminnanohjausta kehitettiin virtaustehokkaammaksi ja selkeämmäksi prosessiksi. Työtehtävien, työskentelytilojen, varaston ja tuotannosuunnittelun menetelmät vaikuttavat merkittävästi tuotteiden läpimenoaikaan, laatuun ja kustannustehokkuuteen. Tavoitteena oli hukkan poistaminen prosesseista.

#### 4.1.1 Arvovirtakaavio

Tässä työssä laadittiin arvovirtakuvaus (Kuvio 25), jonka avulla voidaan nähdä nykytilanne ja ongelmakohdat kokonaisprosessissa. Prosessi alkaa asiakkaasta ja päättyy siihen, kun tuote on toimitettu asiakkaalle.



Kuvio 25. Arvovirtakaavio. (MA-Tech Oy 2017.)

Arvovirtakaavio on luotu yhden projektitoimituksen prosessista. Kaaviossa oleva pystyviivan oikealle puolelle sijoittuvat vihreät ruudut ovat asiakkaan näkemä

kuva yrityksen toiminnasta. Siniset ruudut ovat taas yrityksen sisäisiä toimintoja, joilla palvellaan asiakkaan tarpeita.

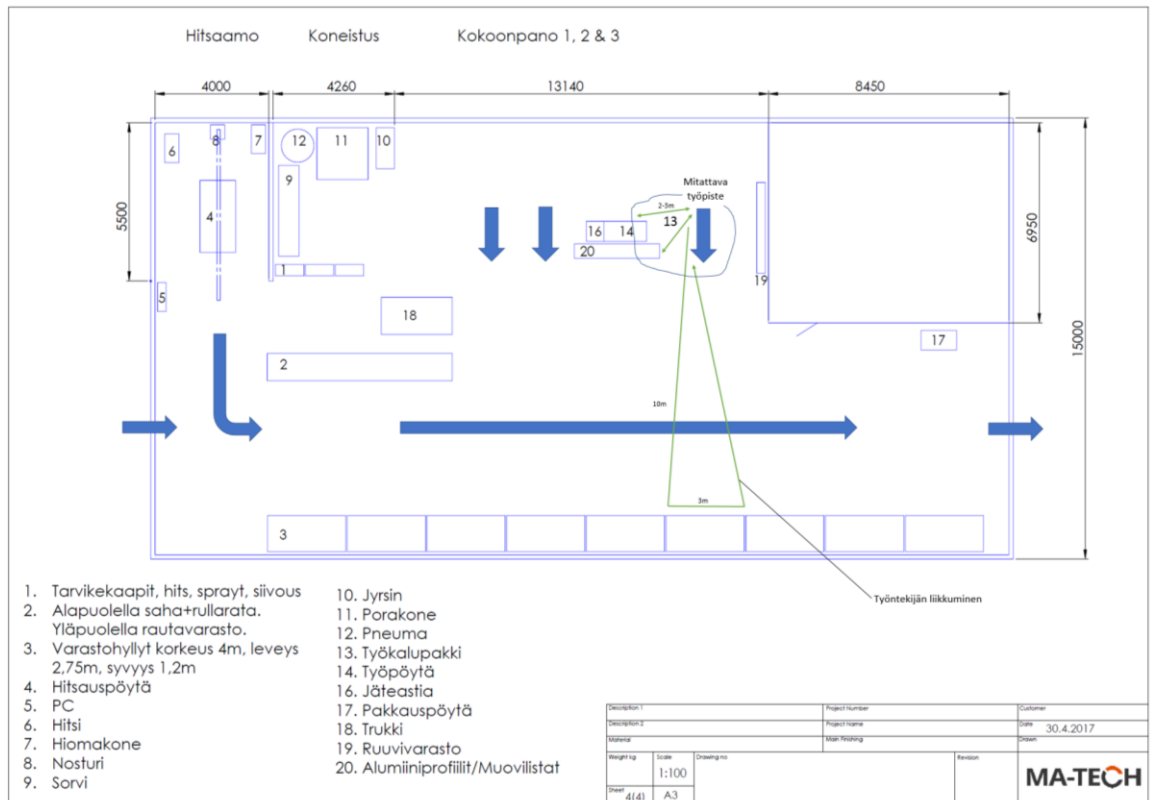
Kuvauksesta voidaan huomata esimerkiksi prosessissa piilevät pullonkaulat, joita ovat suunnittelun alkaminen 14 päivän kuluttua asiakkaan tilauksesta sekä osto-tilausten saapuminen 20 päivää. Nämä kaksi toimintoa pidentävät huomattavasti prosessin läpimenoaikaa. Tuotannon läpimenoaika taas on suhteellisen pieni verrattuna prosessin muihin vaiheisiin ja siksi on erittäin tärkeää prosessin ensimmäisestä vaiheesta tehdä 100-prosenttista laatua.

Turhan kiireen luominen tuotantoon aiheuttaa laatuun paljon negatiivisia asioita. Laatua on vaikea tehdä kiireessä ja siksi on tärkeää parantaa prosessia heti alkupäässä varmistamalla tuotteen selkeä määrittely suunnittelua varten. Tarkat projektien määrittelytiedot lyhentävät pullonkaulaa suunnittelun alkaessa sekä suunnittelu ja ostotilaukset saadaan aiemmin valmiiksi. Prosessin läpimenoaikaa saadaan näin lyhennettyä.

#### **4.1.2 Layoutsuunnittelu & Maxi-MOST -analyysi**

Tuotannon layout suunniteltiin funktionaaliseksi layoutiksi (Kuvio 26) osittain, koska tuotteet ja työvaiheet voivat vaihdella huomattavasti. Tuotteiden valmistus on yleensä pienissä sarjoissa tai yksittäiskappaleina. Kokoonpanopisteet suunniteltiin solutyypisiksi. Layout antaa mahdollisuuden tarvittaessa joustavaan toimintaan. Layoutsuunnittelun vaiheet olivat

- tilantarpeen määrittely. Hitsaamon, koneistuksen, työpisteiden ja varastoinnin tilantarve.
- työpisteet suunniteltiin siten, että ne ovat on turvalliset työntekijöille ja mahdollisille vierailijoille.
- osien keräily -menetelmä. Materiaalin hakumatkoja pyrittiin minimoimaan keräyksellä.



Kuvio 26. Layoutsuunnitelma. (MA-Tech Oy 2017.)

## Maxi-MOST -analyysi

Analyysi toteutettiin ALUMI-kuljettimen läpimenoajan laskennalla. Ensimmäinen vaihe oli kerätä tuotteen työvaiheet MOSTiin. Työvaiheita kirjattiin 66 vaihetta. Samalla saatiin tietoon nykyisessä tuotantotilassa tehdyn tuotteen läpimenoaika.

Kuviossa 27 on Maxi-MOSTin käyttöjärjestelmä. Vasemmalla kuvataan työvaiheet ja oikealle puolelle järjestelmä antaa muuttujien alaindeksit sekä vaiheen vaatiman ajan millitunteina. MOST laskee tarkan läpimenoajan rivien loppusummassa.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Kappale														
Työkalu														
Kone														
Nosturi														
Trukki														
Tuote ALUMI	Laatija:HS													Piir.no:
Kuvaus: Uusi layout	Pvm:30.04.2017													
Jigien haku ja asettaminen kokoonpanosteelle, matka 2m	Indeksit										(krt)		yht.	
	A	B	P											
	1	0	3										2	8
	A	B	P											
	3	0	3										1	6
	A	B	T											
	0	0	10										1	10
	A	B	P											
	3	0	3										1	6
	A	B	P											
	0	0	3										2	6
	A	B	P											
	3	0	1										4	16
	A	B	T											
	1	0	3										8	32
	A	B	P											
	0	0	16										1	16
	A	B	P											
	1	0	3										1	4
	A	B	T											
	10	0	81										1	91
	A	B	P											
	0	0	3										2	6
	A	B	P											
	1	0	1										2	4
	A	B	T											
	0	0	6										1	6
	A	B	T											
	1	0	16										1	17
	A	B	P											
	0	0	6										1	6
	A	B	T											
	1	0	42										1	43
	A	B	T											
	1	0	3										2	8
	A	B	T											
	1	0	42										1	43
	A	B	P											
	1	0	6										1	7
	A	B	T											
	1	0	67										1	68
	A	B	T											
	1	0	16										1	17
	A	B	P											
	1	0	16										1	17
	A	B	P											
	0	1	3										1	4
	A	B	P											

Kuvio 27. Maxi-MOST-analyysi. (Devcons Oy 2017.)

Analyysissa käytetyt indeksit selittävät seuraavat toiminnot:

**A** – siirtymiset vaakasuunnassa laskettuna yhteen koko liikesarjan aikana.

**B** – kehon liikkeet pystysuunnassa, sekä kulkemiset ovista, aukoista ja tikkaista tai vastaavista liikesarjan aikana yhteensä.

**P** – kappaleen haltuunotot ja sijoittamiset uusiin paikkoihin liikesarjan aikana yhteensä.

**T** – työkalujen haltuunotto, käyttö ja poislaittaminen sisältäen tarvittavat valmistelutoimet, kuten hylsy- tai teränvaihdot. (Devcons 2017.)

Kappale	Työkalu	Kone	LOPPUSUMMA	Opastus
Nosturi	Trukki			
Nykyinen layout	Laatija:HS	Piir.no:		
Tuote ALUMI NW200 CC2800	Pvm:20.04.2017			
LOPPUSUMMA ON			1895	sek. min. 6822 113,7
APUAIKA MUKANA (1,18)				134,166
TUNTIA				2,2361

Kappale	Työkalu	Kone	LOPPUSUMMA	Opastus
Nosturi	Trukki			
Uusi layout	Laatija:HS	Piir.no:		
Tuote ALUMI NW200 CC2800	Pvm:30.04.2017			
LOPPUSUMMA ON			1517	sek. min. 5461,2 91,02
APUAIKA MUKANA (1,18)				107,404
TUNTIA				1,7901

Kuvio 28. Maxi-MOST -analyysin tulokset.

Ylläolevassa kuviossa 28 nähdään analyysistä saadut tulokset. Tuloksia vertaillessa huomataan uuden layoutsuunnitelman tehokkaampi tuotteen läpimenoaika. Ero on noin 27 min. Tehokkuus muodostuu uudessa tuotantotilassa lyhempiin materiaalin hakumatkoihin. Vanhassa tuotantotilassa materiaalin haku oli osittain ulkoa, joka lisäsi työhön paljon ylimääräistä aikaa, kun huomioon otettiin myös ulkovaateiden pukeminen ja riisuminen sekä ovista kulkeminen.

#### 4.1.3 Varastonhallinta

Materiaalivarastot suunniteltiin visuaalisesti selkeiksi ja mahdollisimman vähän hukkaa vieväksi (tavaran tulee olla helposti saatavissa ja nähtävissä). Varaston toteuttamisen vaiheet olivat seuraavat:

- Yrityksentoiminnanohjausjärjestelmään (ERP) luodaan hyllypaikat ja hälytysrajat.
- Varastohyllyihin ja lavoihin merkitään ERP:ssä olevat osoitteet ja nimikkeen tarkat tiedot.

Toiminnanohjausjärjestelmään (ERP) syötettiin nimikekohtaiset varastopaikat ja hälytysrajat, jotka merkitään myös tuotantotilojen varastohyllyihin (Kuvio 29).

The screenshot shows the ERP system interface for warehouse management. The main data entry form includes the following fields:

- Nimiketiedot:** Tuotekoodi (PL00016\_C), Nimike (MOOTTORINPIDIKE), Lisänimike (RAL9011).
- Varastopaikat:** Varasto (1 VARASTO-01), Hyllytyyppi (<Oletus>).
- Edellinen tapahtumapäivä:** 4. 4. 2017
- Edellinen tulopäivä:** 22. 7. 2016
- Edellinen ottopäivä:** 4. 4. 2017
- Edellinen inventointisaldo:** 57,00
- Edellinen inventointipäivä:** 9. 2. 2017
- Hälytysraja:** 20,00
- Riitto päivinä:** 0
- Tulossa:** 0,00
- Menossa:** 6,00
- Valmistumassa:** 0,00

Below the form is a table titled "Hyllyt" (Shelves):

Hylly	Saldo	Hälytysraja	Hyllytyyppi
B2-11	39,00	20,00	Kiinteät hyllypaikat

Kuvio 29. Nimikkeen varastotiedot. (MA-Tech Oy 2017.)

Hyllyihin merkittiin varastopaikkaosoitteet (Kuvio 30), joiden avulla materiaalin löytäminen ja ohjaaminen oikealle paikalle on helpompaa. Lavat merkittiin lavakortilla, josta näkee koodin, hyllypaikan ja hälytysrajan.



Kuvio 30. Varastopaikkaosoite ja lavakortti. (MA-Tech Oy 2017.)



Visuaalisella materiaalin ohjauksella pyritään luomaan mahdollisuus ennakoida materiaalin loppuminen ennen sen loppumista. Käyttöön suunniteltiin kanbantyylinen kaksilaatikkojärjestelmä (Kuvio 31), jossa kummassakin laatikossa on kortti, josta näkee nimikkeen tiedot (koodi, nimike, määrä ja viivakoodi).

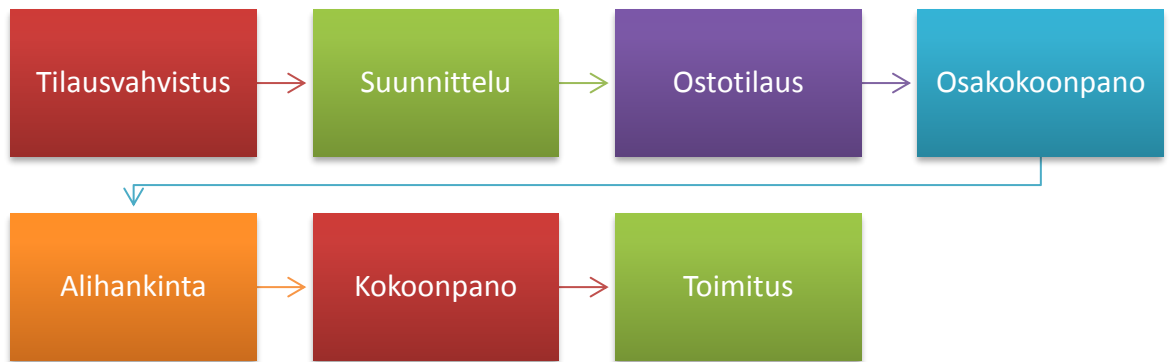
Kun laatikko on tyhjä, otetaan seuraava täysinäinen laatikko käyttöön. Tyhjästä laatikosta jäänyt kortti välitetään ostajalle, joka tekee uuden tilauksen. Systemin avulla materiaalin yhtäkkistä loppumista voidaan vähentää ja inventointisaldoja on helpompi päivittää.



Kuvio 31. Kaksilaatikkojärjestelmä. (MA-Tech Oy 2017.)

#### 4.1.4 Tuotannonohjaus

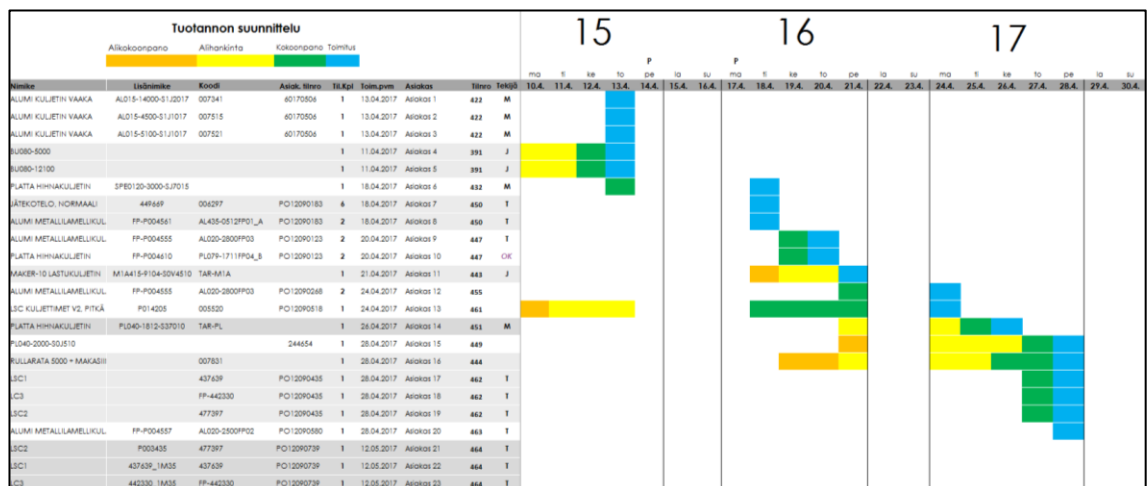
Yrityksellä on ns. vakiotuotteita ja projektituotteita, jotka määrittelevät läpimenoaikaa. Vakiotuotteita pystytään toimittamaan varmemmin, koska niiden ohjaus on selkeämpää ja tuotteen valmistusaika on tiedossa. Projektituotteissa joudutaan huomioimaan suunnittelukapasiteetti, pidemmät aikavälit ostotoimituksissa ja usein tuotannon pidempi valmistusaika. Kuviossa 32 kuvataan MA-Tech Oy:n valmistusprosessi.



Kuvio 32. MA-Tech Oy:n valmistusprosessi.

Tuotannonohjaus muutettiin johdettavaksi systeemiksi, jossa työntekijä ei niinkään enää suunnittele työjonoaan itsenäisesti, vaan se tapahtuu johdetusti esimiehen suunnittelun kautta.

Tuotannon karkeasuunnitteluun (Kuvio 33) kehitettiin manuaalinen Gantt-tyylinen Excel-taulukko, johon syötetään tilauskanta ERP-järjestelmästä. Visuaalinen ohjaus on helposti ymmärrettävissä sekä muunnettavissa. Taulukko näyttää tilanteen päivätarkkuudella, joka riittää alkuvaiheessa töiden suunnitteluun.



Kuvio 33. Tuotannon karkeasuunnittelu. (MA-Tech Oy 2017.)

Kaaviossa oranssi väri tarkoittaa alikokoonpanoa, joka voi olla esimerkiksi hit-sausta. Keltainen väri tarkoittaa alihankinta vaihetta, esimerkiksi maalausta. Vihreä väri kokoonpanoa ja sininen toimituspäivää.

Projektien läpivientiin kehitettiin samantyylinen Excel-taulukko (Kuvio 34), jonka avulla nähdään prosessin läpivienti ja käynnissä olevat vaiheet.

Projektien vaiheet														
Nimike	Lisänimike	Koodi	Til.Kpl	Toim.pvm	Asiakas	Tilno	Määrittely	Suunnittelu	Hyväksyntä	Ostot	Osa KP	Alihankinta	KP	Valmis
ALUMI KULJETIN VAAKA	AL015-1400-S1J2017	007341	1	07.04.2017	Asiakas 1	422								
ALUMI KULJETIN VAAKA	AL015-4500-S1J1017	007515	1	07.04.2017	Asiakas 2	422								
ALUMI KULJETIN VAAKA	AL015-5100-S1J1017	007521	1	07.04.2017	Asiakas 3	422								
BU080-5000			1	11.04.2017	Asiakas 4	391								
BU080-12100			1	11.04.2017	Asiakas 5	391								
PLATTA HIHNAKULJETIN	SPE0120-3000-SJ7015		1	14.04.2017	Asiakas 6	432								
MAKER-10 LASTUKULJETIN	M1A415-9104-S0V4510	TAR-M1A	1	21.04.2017	Asiakas 7	443								
PLATTA HIHNAKULJETIN	PL040-1812-S37010	TAR-PL	1	21.04.2017	Asiakas 8	451								
PLATTA HIHNAKULJETIN	PL040-2000-S0J510		2	28.04.2017	Asiakas 9	449								
RULLARATA 5000 + MAKASIINI			1	28.04.2017	Asiakas 10	444								
MAKER-10 LASTUKULJETIN	M1A420-1909-S0V72010	7,8m mattoa	1	15.05.2017	Asiakas 11	466			Lähetetty					
MAKER-10 LASTUKULJETIN	M1A415-2017-S1010	10m mattoa	1	17.05.2017	Asiakas 12	465								
RULLARATA			1	19.05.2017	Asiakas 13									
RULLAKULJETIN	5800 mm	007148	14	29.05.2017	Asiakas 14	435				Tarjous				
RULLAKULJETIN	6200 mm	005601	1	29.05.2017	Asiakas 15	435								
SIVUSIIRTO			1	29.05.2017	Asiakas 16	435								
PLATTA HIHNAKULJETIN	PL015-0500-S02010		5	16.06.2017	Asiakas 17	454								
MAKER-30 LASTUKULJETIN	M3A640-6230-S3TV010	TAR-M3A	1	30.06.2017	Asiakas 18	445								
MAKER-10 LASTUKULJETIN	M1A420-0710-V010	TAR-M1A	1	06.09.2017	Asiakas 19	440								
KETJUJULJETIN	LEVY 1+1		1	06.09.2017	Asiakas 20	440								
KETJUJULJETIN	TANKO		1	06.09.2017	Asiakas 21	440								

Kuvio 34. Projektiseuranta. (MA-Tech Oy 2017.)

Valmistuksen ohjauksessa otettiin käyttöön työmääräin (Kuvio 35) sekä projekti-toimituksessa työkuvat, joka määrittelevät valmistettavan tuotteen. Työmääräin tulostuu yrityksen ERP:stä. Mukana tulee osaluettelo sekä työohjeet.

<b>TYÖMÄÄRÄIN</b>					
		<b>Numero</b>	<b>Päiväys</b>		
		464	3.4.2017		
		<b>Toimitustapa</b>			
<b>Toimitus:</b>	78	<b>Toimitusehto</b>		DDU	
		<b>Toimitusaika</b>		12.5.2017	
		<b>Myyjä</b>		Henri Saarimaa	
		<b>Viitteemme</b>			
<b>Laskutus:</b>	78	<b>Tilausnumeronne</b>			
		<b>Viitteenne</b>			
		<b>Tilausmerkki</b>			
		<b>Yhteyshenkilö</b>			

Pos	Koodi	Nimike	Määrä	Yks	Työnumero
4.0	AL435-0512FP01_A	ALUMI METALLILAMELLIKULJETIN FP-P004561	2,00	kpl	
4.1	AL00066_B	JALKA 45' NW350 RAL5015	2,00	kpl	
4.2	G00080	PYÖRÄ B-PPN 80G 70079	4,00	kpl	
4.3	G01008.02	VAIHDEMOOTTORI 0,25KW / 35R/MIN A18	2,00	kpl	
4.4	AL00075_B	KANSIPELTI NW350 RAL5015	2,00	kpl	
4.5	SC01014-V	ALUMIINIPIFIILI SC2TM - NOSTAVA, UUSI PFIIFIILI	2,00	kpl	
4.6	SC01014-O	ALUMIINIPIFIILI SC2TM - NOSTAVA, UUSI PFIIFIILI	2,00	kpl	
4.7	004535	LATTARAUTA 3X16, S235	2,00	m	
4.8	SC00036.C347	VÄLITUKI L347 RAL9011	6,00	kpl	
4.9	SC02034_C	SUISTO NW350 RAL5015	2,00	kpl	
4.10	SC02032_C.VAS	SUISTO RAL5015	2,00	kpl	
4.11	SC02032_C.OIK	SUISTO RAL5015	2,00	kpl	
4.12	500080	SUOJALETKUN KIINNIKE PACC21	4,00	kpl	
4.13	SC01037.2900	LIUKULISTA L=2900	16,00	kpl	
4.14	AL00065_A	KANSIPELTI RAL5015	2,00	kpl	
4.15	500170	KYTKENTÄKAAPELI 5,7M "FP"	2,00	kpl	
4.32	E001001	KAB02040415/25K MTW 4G1,5mm2 90C 600V	11,80	m	
4.32	3005	LIITIN HG21-SM-PG13 SUORA M	2,00	kpl	
4.32	3002	KAAPELILIITIN 4NAP. UROS PG13 BINDER	2,00	kpl	

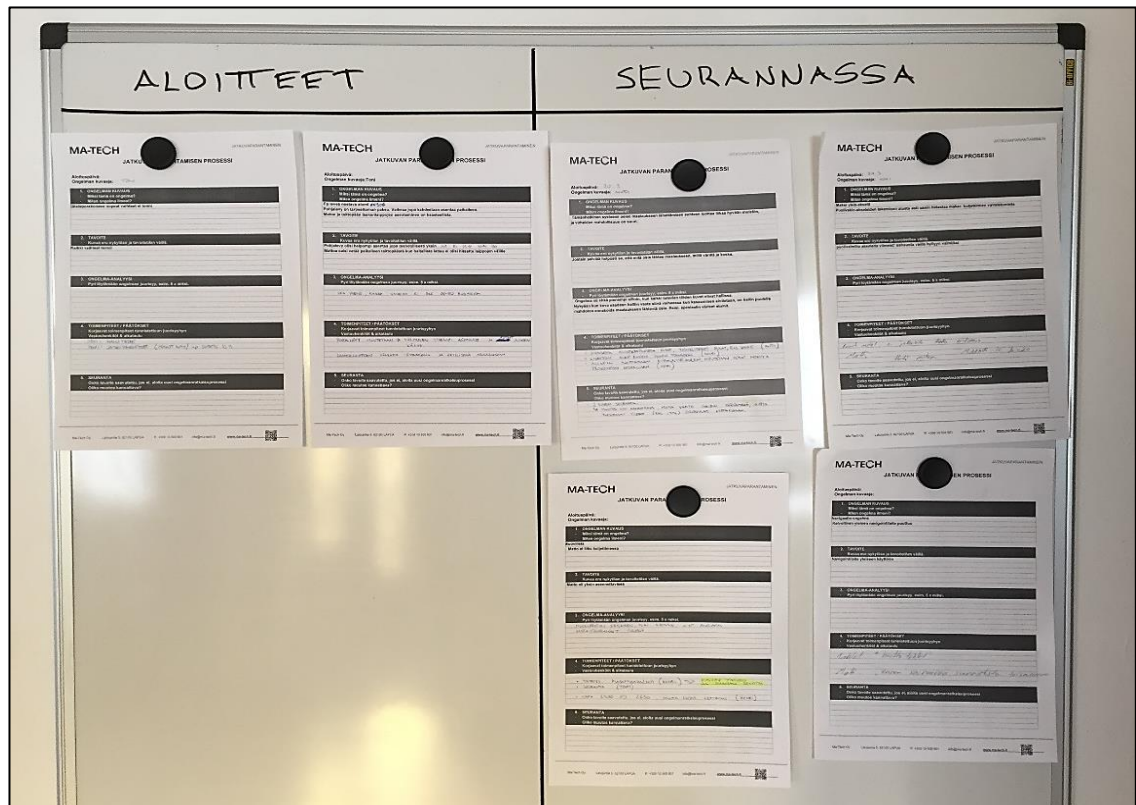
  

MA-Tech Oy Latojantie 5 62100 Lapua	0105057901 info@ma-tech.fi www.ma-tech.fi	VAT Kotipaikka Y-tunnus	FI21632699 Lapua 2163269-9
---	---	-------------------------------	----------------------------------

Kuvio 35. Työmääräin. (MA-Tech Oy 2017.)

## 4.2 Jatkuva parantaminen

Käytäntöön otettiin jatkuvan parantamisen taulu (Kuvio 36), johon työntekijät voivat tulostaa esitetyt lomakkeet. Lomakkeessa kuvataan ongelma, nykytila ja tavoitetila. Palaverissa käydään kohdat läpi ja määrätään vastuuhenkilöt toimenpiteiden saavuttamiseksi. Ongelman ratkettua lomake otetaan pois taululta ja arkistoidaan.



Kuvio 36. Jatkuvan parantamisen taulu. (MA-Tech Oy 2017.)

Lomakkeen (Kuvio 37) nimeksi tuli Jatkuvan parantamisen prosessi, joka on PDSA-syklin ja A3-menetelmän tyylinen työkalu, jossa kuvataan A4-paperille ongelman lähtökohdat, nykyinen ja tavoitetila sekä pyritään löytämään ongelman juurisyy.

Ongelman kuvaajan täytyy tehdä mahdollisimman selkeä kuvaus ongelmasta, sekä selventää nykytila ja tavoitetilan välinen ero. Muut vaiheet käydään yhdessä henkilöstön kesken palaverissa ja pyritään löytämään toimenpiteet ongelman selvittämiseksi.

## JATKUVAN PARANTAMISEN PROSESSI

**Aloituspäivä:**

**Ongelman kuvaaja:**

- 1. ONGELMAN KUVAUS**
- Miksi tämä on ongelma?
  - Miten ongelma ilmeni?


- 2. TAVOITE**
- Kuvaa ero nykytilan ja tavoitetilan välillä.


- 3. ONGELMA-ANALYYSI**
- Pyri löytämään ongelman juurisyy, esim. 5 x miksi.


- 4. TOIMENPITEET / PÄÄTÖKSET**
- Korjaavat toimenpiteet tunnistettuun juurisyyhyn
  - Vastuuhenkilöt & aikataulu


- 5. SEURANTA**
- Onko tavoite saavutettu, jos ei, aloita uusi ongelmanratkaisuprosessi
  - Oliko muutos kannattava?




Kuvio 37. Jatkuva parantaminen. (MA-Tech Oy 2017.)

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Tämän työn tavoitteena oli tutkia miten Lean-johtamisfilosofiaa voi soveltaa mikrokokoisessa yrityksessä ja kehittää toiminnanohjausta kokonaisvaltaisesti.

Työssä suunniteltiin layout yrityksen uuteen tuotantotilaan. Suunnittelun tavoitteena oli tehostaa ja helpottaa työntekoa. Maxi-MOST -analyysistä saadut tulokset näyttivät layoutsuunnittelun toteutuneen erittäin hyvin ja tuotteen valmistusaika lyheni noin 27 minuuttia. Työtehoa saadaan helposti lisättyä, kun materiaalin hakumatkoja ja sijoituspaikkoja suunnitellaan ja pyritään poistamaan turha liike. Uutta tuotantotilaa olisi hyvä kehittää 5S-menetelmän mukaisesti ja suunnitella työpisteet siten, että järjestyksen ja siisteyden ylläpito standardoituisi yrityksen kulttuuriin.

Työssä kehitettiin varastonhallintaa luomalla hylly- ja lavapaikat tuotantotiloissa ja ERP:ssä sekä kaksilaatikkojärjestelmä. Varastonhallinnan kehittäminen onnistui erittäin hyvin. ERP:ssä luotiin hyllykartta, jonka avulla nähdään, missä materiaali sijaitsee ja paljonko saldo on. Hyllyt ja lavat ovat merkitty, mikä nopeuttaa etsimistä ja inventointia todella paljon. Kaksilaatikkojärjestelmän avulla on mahdollista vähentää osapuutteiden syntymistä.

Tuotannonohjausta kehitettiin systemaattisemmaksi. Työt suunnitellaan ja siirretään tuotantoon järjestelmällisesti yksi työ kerrallaan. Alkutilanteessa työntekijöille toimitettiin tilauskanta viikon alussa, jonka mukaan he tekivät työjärjestelyt. Haastattelujen perusteella uusi tuotannonohjaus oli onnistunut. Työntekijät saavat keskittyä olemassa olevaan työhön, eikä heidän tarvitse vastata suunnittelusta. Parannusehdotuksia tuli myös esiin haastatteluissa. Alihankintaan lähtevän materiaalin keräily ja alikokoonpano pitäisi suunnitella ja ajoittaa paremmin. Tuotannosuunnittelua kehitettiin haastattelujen perusteella siten, että tarvittavat tiedot olisivat riittävän ajoissa tuotannossa.

Toiminnanohjauksen kehittäminen oli erittäin laaja jatkuvan parantamisen prosessi, joka alkoi kiireen ja kaaoksen keskellä. Lähtökohtana oli Lean-johtamisfilosofian tutkiminen ja sen soveltaminen mikrokokoisessa yrityksessä. Ensimmäinen vaihe oli visuaalisuus toimitettavista tuotteista (yksirivinen gantt-kaavio). Se

auttoi näkemään prosessivaiheet ja keskittymään ”kerralla valmiiksi” ajatteluun. Vaikka menetelmä oli hyvin yksinkertainen, sen avulla huomattiin visuaalisuuden tärkeys ja helppous kohti jatkuvaa parantamista.

Lean-johtamisfilosofia on strategia tavoitteiden saavuttamiseksi, joka korostaa prosesseissa tapahtuvaa virtaustehokkuutta ja jatkuvaa parantamista. Jatkuva parantaminen luo virtaustehokkuutta ja auttaa poistamaan arvoa tuottamatonta toimintaa prosesseista asiakkaan näkökulmasta. Jatkuvan parantamisen kulttuuri yrityksessä vaatii koko henkilöstön, niin johdon kuin työntekijöidenkin sitoutumisen. Lean ei ole tarkoitettu pelkästään suurten teollisten yritysten käyttöön, vaan sen soveltamista voi käyttää kaikkiin organisaatioihin alasta ja koosta riippumatta. Leania ei voi kopioida, vaan jokaisen on löydettävä omat menetelmät virtaustehokkuuden parantamiseksi omassa toimintaympäristössään.

Työ oli erittäin mielenkiintoinen ja antoi mahdollisuuden ymmärtää Lean-filosofiaa syvällisemmin ja sen soveltamista toiminnanohjauksen kehittämisessä. Yrityksessä on tapahtunut selkeä kehitys koko toiminnanohjauksessa. Laatu, toimitusvarmuus sekä hyvinvointi paranivat jatkuvan parantamisen kautta. Ongelmiakin havaittiin kehityksen jälkeen edellä mainituissa asioissa, mutta niiden käsittely jatkuvan parantamisen kautta on nyt systemaattisempaa ja tehokkaampaa. Koko henkilöstön ollessa mukana jatkuvassa parantamisessa mahdollistetaan toiminnan jatkuva kehitys.



## 6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, miten Lean-johtamisfilosofiaa voidaan hyödyntää toiminnanohjauksen kehittämisessä teollisuutta valmistavan mikroyrityksen kasvaessa seuraavalle tasolle.

Opinnäytetyö on tehty Lapualla kuljettimia valmistavan MA-Tech Oy:n toiminnanohjauksen kehittämiseen Lean-filosofian avulla. Tavoitteena on selkeyttää yrityksen tuotannon- ja varaston ohjausta ja luoda jatkuvan parantamisen kulttuuri. Kehittämisessä käytetään ja sovelletaan Lean-menetelmien työkaluja yrityksen toimintaympäristöön sopiviksi.

Myynnin kasvun myötä yrityksen toiminnanohjaus ei vastannut asiakkaiden tarpeita parhaalla mahdollisella tavalla. Jatkuva ylikuormitus ja kiire aiheutti toimitusvarmuuden, laadun ja henkilöstön hyvinvoinnin heikentymiseen. Ongelmia aiheutti moni osa-alue, kuten varastonhallinta sekä tuotannon ja projektien ohjaaminen.

Alkutilanteessa yrityksen tuotanto- ja varastotilat aiheuttivat paljon hukkaa arjen toiminnassa. Materiaaleille ei oltu määritelty varastopaikkoja ja hyllyillä säilytettiin paljon sinne kuulumatonta asiaa. Lavoilla ei ollut nimiketietoja ja saldoseurantaa ei ollut juurikaan käytössä. Yrityksen tuotannonohjaus ei ollut systemaattista. Työntekijöille toimitettiin viikon alussa päivitetty tilauskanta, jonka mukaan työntekijät usein itse suunnittelivat tekemänsä työt. Tämä toimintatapa oli vaikea, koska esimiehet eivät olleet tarkasti selvillä mitä tuotannossa tehdään. Ongelmat ja stressi kasaantuivat huomattavasti silloin, kun yrityksen projektimyynti alkoi kasvaa vuoden 2016 syksyllä ja tulevia töitä ei pystytty toimittamaan ajallaan. Edellä mainittujen ongelmien tulemana oli henkilöstön huono tuottavuus ja laadun sekä hyvinvoinnin selkeä heikkeneminen, joka kuvastui kireällä ilmapiirillä. Vaihtelu työssä oli erittäin suurta. Reklamaatiot lisääntyivät ja toimitusvarmuus kärsi pahasti.

Työn tavoitteena on tutkia, miten Lean-johtamisfilosofiaa voi hyödyntää mikrokoisessa yrityksessä sekä kehittää yrityksen toiminnanohjausta kokonaisvaltaisesti, kuten laaduntuottokykyä, läpivirtausta, toimitusvarmuutta ja jatkuvaa parantamista. Tavoitteiden saavuttamiseksi tärkeintä on ymmärtää alkutilan ja tavoitetilan välinen ero, sekä motivoida henkilöstö mukaan muutokseen. Toimenpiteet ovat layoutsuunnitelman laatiminen uuteen tuotantotilaan, varastonhallinnan luominen ja kehittäminen tuotantotiloissa, tuotannonohjauksen kehittäminen ja jatkuvan parantamisen luominen yrityksen kulttuuriin.

Yrityksen toiminnanohjausta kehitettiin virtaustehokkaammaksi ja selkeämmäksi prosessiksi. Työtehtävien, työskentelytilojen, varaston ja tuotannonsuunnittelun menetelmät vaikuttavat merkittävästi tuotteiden läpimenoaikaan, laatuun ja kustannustehokkuuteen. Tavoitteena oli hukan poistaminen prosesseista.

Työssä laadittiin arvovirtakuvaus, jonka avulla voidaan nähdä nykytilanne ja ongelmakohdat kokonaisprosessissa. Prosessi alkaa asiakkaasta ja päättyy siihen, kun tuote on toimitettu asiakkaalle. Kuvauksesta voidaan huomata esimerkiksi prosessissa piilevät pullonkaulat, joita ovat suunnittelun alkaminen 14 päivän kulluttua asiakkaan tilauksesta sekä ostotilausten saapumiseen 20 päivää. Nämä kaksi toimintoa pidentävät huomattavasti prosessin läpimenoaikaa. Tuotannon läpimenoaika taas on suhteellisen pieni verrattuna prosessin muihin vaiheisiin ja siksi on erittäin tärkeää prosessin ensimmäisestä vaiheesta tehdä 100-prosenttista laatua. Turhan kiireen luominen tuotantoon aiheuttaa laatuun paljon negatiivisia asioita. Laatua on vaikea tehdä kiireessä ja siksi on tärkeää parantaa prosessia heti alkupäässä varmistamalla tuotteen selkeä määrittely suunnittelua varten. Tarkat projektien määrittelytiedot lyhentävät pullonkaulaa suunnittelun alkaessa sekä suunnittelu ja ostotilaukset saadaan aiemmin valmiiksi. Prosessin läpimenoaikaa saadaan näin lyhennettyä.

Työssä tehtiin layoutsuunnitelma yrityksen uuteen tuotantotilaan. Suunnittelun tavoitteena oli tehostaa ja helpottaa työntekoa. Maxi-MOST -analyysistä saadut tulokset näyttivät layoutsuunnittelun toteutuneen erittäin hyvin ja tuotteen valmistusaika lyheni noin 20 prosenttia. Työtehoa saadaan helposti lisättyä, kun materiaalin hakumatkoja ja sijoituspaikkoja suunnitellaan ja pyritään poistamaan turha liike.

Materiaalivarastot suunniteltiin visuaalisesti selkeiksi ja mahdollisimman vähän hukkaa vieväksi (tavaran tulee olla helposti saatavissa ja nähtävissä). Hyllyihin merkittiin varastopaikkaosoitteet, joiden avulla materiaalin löytäminen ja ohjaaminen oikealle paikalle on helpompaa. Lavat merkittiin lavakortilla, josta näkee koodin, hyllypaikan ja hälytysrajan. Visuaalisella kaksilaatikkojärjestelmällä pyritään luomaan mahdollisuus ennakoida materiaalin loppuminen ennen sen loppumista.

Tuotannonohjausta kehitettiin systemaattisemmaksi. Työt suunnitellaan ja siirretään tuotantoon järjestelmällisesti yksi työ kerrallaan. Tuotannon ja projektien aikataulutukseen kehitettiin manuaalinen gantt-tyylinen Excel-taulukko, johon syötetään tilauskanta ERP-järjestelmästä.

Jatkuvan parantamisen prosessia kehitettiin ja käytäntöön otettiin jatkuvan parantamisen taulu, johon työntekijät voivat tulostaa esitöydetyn lomakkeen. Lomakkeessa kuvataan ongelma, nykytila ja tavoitetila. Palaverissa käydään kohdat läpi ja määrätään vastuuhenkilöt toimenpiteiden saavuttamiseksi. Ongelman ratkettua, lomake otetaan pois taululta ja arkistoidaan. Lomakkeen nimeksi tuli Jatkuvan parantamisen prosessi, joka on PDSA-syklin ja A3-menetelmän tyylinen työkalu, jossa kuvataan A4-paperille ongelman lähtökohdat, nyky- ja tavoitetila sekä pyritään löytämään ongelman juurisyy.

Lean-johtamisfilosofia on strategia tavoitteiden saavuttamiseksi. Lean korostaa prosesseissa tapahtuvaa virtaustehokkuutta ja jatkuvaa parantamista. Jatkuva parantaminen luo virtaustehokkuutta ja auttaa poistamaan arvoa tuottamatonta toimintaa prosesseista. Jatkuvan parantamisen kulttuuri yrityksessä vaatii koko henkilöstön sitoutumisen.

## LÄHTEET

5S Training 2017. [Verkkosivu]. 5S Training. [Viitattu 30.4.2017]. Saatavissa: <https://www.5straining.com/>

Ahokas, P., Tiihonen, J. Neuvonen, J. & Suikki, M,2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. [Verkkojulkaisu]. Teknologiateollisuus Ry. [Viitattu 19.4.2017]. Saatavana: [http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file\\_attachments/tyomarkkinat\\_kannustava\\_palkkaus\\_palkkaustapoja\\_tyontutkimuksen\\_menettelytavat.pdf](http://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyomarkkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf)

Devcons. 2017. Maxi-MOST työn määritysjärjestelmä. [Verkkokirja]. Espoo: Oy Devcons Ab [Viitattu 20.4.2017]. Saatavana Oy Devcons Ab. Vaatii käyttöoikeuden.

Karjalainen, E. 2010. Ymmärrä Lean ja Six Sigma oikein. [Verkkojulkaisu]. Lahti: Quality Knowhow Karjalainen Oy. [Viitattu 09.04.2016]. Saatavana: <http://www.gk-karjalainen.fi/files/2313/1183/8382/ymmrrleansixsigmaoi-kein2.pdf>

Karrus, K.E. 2005. Logistiikka. 3.-5. painos. Porvoo: WSOY.

Kouri, I., Uusi-Rauva, E., Haverila, M., J. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Johtamistekniikka Oy.

Laamanen, K. & Tinnilä, M. 2009. Prosessijohtamisen käsitteet. Espoo: Teknologiateollisuus Oy.

Latukari. 2017. [Verkkosivu]. Latukari Oy. [Viitattu 21.4.2017]. Saatavissa: <http://www.latukari.fi/arvovirta---value-stream.htm>

Lean Lion 2017. [Verkkosivu]. Lean Lion Oy. [Viitattu 15.4.2017]. Saatavissa: <https://www.leanlion.com/miksi-lean/>

Liker, J., K. & Convis, G., L. 2012. Toyotan tapa Lean -johtamiseen (Alkup. Toyota way to Lean leadership). Hämeenlinna: Readme.fi Oy.

MA-Tech Oy. 2017. [Verkkosivu]. MA-Tech Oy. [Viitattu 2.3.2017]. Saatavissa: <http://www.ma-tech.fi/keita-me-olemme>

Materiaaliohjaus. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Logistiikan Maailma. [Viitattu 4.3.2017]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Toiminnanohjausj%C3%A4rjestelm%C3%A4>

- Modig, N. & Åhlström, P. 2013. Tätä on Lean. 6. painos. Tukholma: Rheologica Publishing.
- Niemistö, K. 2017. MSK Group Oy. Talousjohtaja. Haastattelu 5.3.2017.
- ROI Management Consulting AG. 2017. [Verkkosivu]. ROI Management Consulting AG. [Viitattu 30.4.2017]. Saatavissa: <http://www.lean-fabrika.cz/userfiles/image/Autonomation.jpg>
- Sääksvuori, A. & Immonen, A. 2002. Tuotetiedonhallinta-PDM. Helsinki: Talentum Media Oy.
- TIEKE. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Tietoyhteiskunnan Kehittämiskeskus Ry. [Viitattu 4.3.2017]. Saatavissa: <http://www.tieke.fi/display/julkaisut/Toimitusvarmuus>
- Toiminnanohjausjärjestelmä. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Logistiikan Maailma. [Viitattu 4.3.2017]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Toiminnanohjausj%C3%A4rjestelm%C3%A4>
- Torkkola, S. 2015. LEAN – Asiantuntijatyön johtamisessa. Helsinki: Talentum Media Oy.
- Tuotannon layout. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Logistiikan Maailma. [Viitattu 18.3.2017]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannon-layout/>
- Tuotannonohjaus. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Logistiikan Maailma. [Viitattu 9.3.2017]. Saatavissa: [http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT\\_\(Just-in-time\)\\_ja\\_imuohjaus#Imuohjaus](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT_(Just-in-time)_ja_imuohjaus#Imuohjaus)
- Varastohallinta. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Logistiikan Maailma. [Viitattu 4.3.2017]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/varastohallintajarjestelmat/>
- Varastonohjaus. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Suomen Kuljetusopas. [Viitattu 2.3.2017] Saatavissa: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/varastonohjaus/>
- Vastamäki, P. 3.10.2016. Nämä ovat tärkeimmät asiat Lean implementoinnissa. [Verkkojulkaisu]. Lean Lion Oy. [Viitattu 15.04.2017]. Saatavana: <https://www.leanlion.com/caset/>
- Väisänen, J. 15.3.2013. Viiden ässän kehitystyökalu. [Verkkojulkaisu]. Lahti: Quality Knowhow Karjalainen Oy. [Viitattu 15.04.2017]. Saatavana: <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-aessaen-kehitystyökalu/>