

Pekka Aho

**MAASELÄN KONEEN TUOTANNON TEHOSTAMINEN JA
KEHITTÄMINEN LEANIIN TUKEUTUEN**

Opinnäytetyö
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Syyskuu 2011



TIIVISTELMÄ

Yksikkö Tekniikka ja liiketalous, Kokkola	Aika Syyskuu 2011	Tekijä Pekka Aho
Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Maaselän Koneen tuotannon tehostaminen ja kehittäminen Leaniin tukeutuen		
Työn ohjaaja KTT Pekka Nokso-Koivisto		Sivumäärä 50 + 1 Liite
Työelämäohjaaja Insinööri Pekka Poikkimäki, MBA Tuomo Tiitto		
<p>Opinnäytetyötutkimus tehtiin Haapajärvellä toimivalle Maaselän Kone Oy:lle. Yrityksen päätuotteita ovat Hakki Pilke -polttopuukoneet sekä niihin kuuluvat lisävarusteet. Yrityksen myyntialue ulottuu ympäri maailman.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia yrityksen tuotannossa tapahtuneiden kokoonpanomuutosten kannattavuutta. Yrityksessä oli tehty strateginen päätös siirtymisestä Lean-tuotantoon. Muutostoimenpiteet oli aloitettu muuttamalla loppukokoonpano kokoonpanopaikasta kokoonpanolinjaksi. Muutoksen kannattavuutta selvitettiin tutkimalla yleisimpien polttopuukoneiden kokoonpanon läpäisyajoja. Lopuksi selvitettiin myös yleisimpien polttopuukoneiden koko tuotannon kiertokulun läpäisy aika.</p> <p>Työn tuloksena koostettiin Excel-pohjaiset diagrammit ja kaaviot tutkituista läpäisyajoista. Tutkimuksessa selvitettiin myös työntekijöiden mielipiteet kokoonpanomuutoksesta sekä jatkotoimenpiteet sitä varten, miten kokoonpanolinjaa voidaan edelleen kehittää.</p> <p>Tutkimustulosten perusteella voitiin todeta, että loppukokoonpanomuutos oli onnistunut. Läpäisy aika oli pienentynyt huomattavasti. Koko tuotannon kiertokulun läpäisy aika kuitenkin ilmoitti, että tuotannonvirtausta hidastavia tekijöitä löytyi. Voidaan kuitenkin todeta, että ensimmäiset askeleet kohti tehokasta Lean-tuotantoa on otettu.</p>		
Asiasanat Lean, läpäisy aika, kokoonpano, metalliteollisuus, tuotannon kehitys		

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	Date September 2011	Author Pekka Aho
Degree programme Automation Engineering		
Name of thesis Enhancement and development of Maaselän Kone's production based on Lean		
Instructor Pekka Nokso-Koivisto		Pages 50 + 1 Appendix
Supervisor Pekka Poikkimäki Tuomo Tiitto		
<p>This thesis project was made for Maaselän Kone Oy which is located in Haapajärvi. The main products of company are the Hakki Pilke firewood processors and accessories. The company's products are exported globally.</p> <p>The purpose of the research was to study the recent assembly modifications of the company. The company had made a strategic decision to move to Lean production. The modifications had been started from the final assembly station by moving over to line assembly. The lead times for the most common firewood processors were compared to examine the viability of the modifications. Finally, the most common machines lead times were studied in the whole plant.</p> <p>Based on the analysis, Microsoft Excel diagrams were compiled that consisted of the lead time results. Also, views of assembly line's employees about assembly modification were explored in this research. The employees also shared their thoughts about how to develop the assembly line further.</p> <p>The results of this study indicate that the modifications of final assembly were successful. The lead time was shortened considerable. On the other hand, lead time of the entire production line indicated that there were some production bottlenecks. However, it can be said that the first step towards Lean production had been taken.</p>		

Key words

Lean production, lead time, assembly, metal industry, development of production

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT**

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 MAASELÄN KONE OY	2
3 TUOTANNON KULMAKIVET	5
3.1 Teollisen tuotannon kehitys	5
3.2 Kokoonpano – tuotannon ydin	6
3.2.1 Kokoonpanopaikka	7
3.2.2 Kokoonpanosolu	7
3.3 Prosessi ja ydinprosessi	8
3.4 Kapasiteetti ja kuormitus	8
3.5 Läpäisy aika	10
3.6 Henkilöstö	11
3.7 Tuotannon tavoitteet	12
3.8 Tuotantostrategia	13
4 LEAN	14
4.1 TPS – Lean-toiminnan perusta	15
4.2 Hukkienn tunnistaminen	17
4.3 Leanin työkalut	19
4.3.1 5S	20
4.3.2 Kanban	21
4.3.3 Kaizen	23
4.3.4 Tiimityöskentely	24
4.3.5 Lean Six Sigma	25
4.4 Lean-toimintaan siirtyminen	27
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	28
5.1 Tutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet	29
5.2 Tutkimusta edeltävä selvitystyö	29
5.3 Tuotannon kiertokulku Valimotiellä	30
5.4 Kokoonpanojärjestely	31
5.4.1 Paikkakokoonpano	32
5.4.2 Linjakokoonpano	33
5.5 Tutkimuksessa käytetty havaintomateriaali	34
5.6 Kellotuksen toteutus	34
6 TUTKIMUSTULOKSET	36
6.1 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti	36
6.2 Kokoonpanon tutkimustulokset	37
6.2.1 Paikkakokoonpano	37
6.2.2 Linjakokoonpano	39
6.2.3 Kokoonpanon työntekijöiden mielipiteet muutoksesta	41
6.2.3 Muut tulokset	42
6.3 Läpäisy aika Valimotien tehtaassa	42

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	46
LÄHTEET	49
LIITTEET	
LIITE 1. Kysely linjakokoonpanon toimivuudesta	

1 JOHDANTO

Lyhyet läpäisyajat ja sen myötä nopeat toimitusajat ovat tuotannollisen yrityksen kannalta tärkeitä seikkoja. Yrityksen tulee keskittyä vain olennaiseen ja karsia kaikki turha ja arvoa tuottamaton työ pois. Toiminnan on keskityttävä ainoastaan siihen, mistä asiakas on valmis maksamaan. Tätä kautta yrityksen kilpailukyky markkinoilla kohoaa ja toiminnan kannattavuus paranee.

Maaselän Kone Oy on Haapajärvellä toimiva yritys, jonka päätuotteita ovat polttopuukoneet. Tuotteiden päämarkkina-alueet sijaitsevat Euroopassa, mutta tuotteita myydään ympäri maailman. Syyskuussa 2010 yritys teki strategisen päätöksen, jonka mukaan tuotantoa alettiin ajaa kohti Lean-tuotantoa. Syynä tähän oli liian pitkät läpäisyajat. Tuotteen valmistamiseen kuluva aika oli liian pitkä. Tuotannon tehostaminen aloitettiin loppukokoonpanon tehostamisella. Määrällisesti eniten koneita tuottava paikkakokoonpano muutettiin linjakokoonpanoksi lokakuussa 2010.

Opinnäytetyössä tutkitaan kokoonpanomuutoksen läpäisyajojen muutosta Lean-tuotannon näkökulmasta. Vanhasta ja uudesta kokoonpanomallista muodostetaan kellotuksen pohjalta koostetut diagrammit. Diagrammit ilmoittavat loppukokoonpanon läpäisyajan kahden yleisimmän polttopuukoneen osalta. Kokoonpanossa tutkitaan tehtaan kolmesta loppukokoonpanoalueesta määrällisesti eniten koneita tuottavaa kokoonpanoa. Lopuksi selvitetään myös koko tuotannon läpäisy aika Maaselän Koneen lopputuotannon tehtaassa.

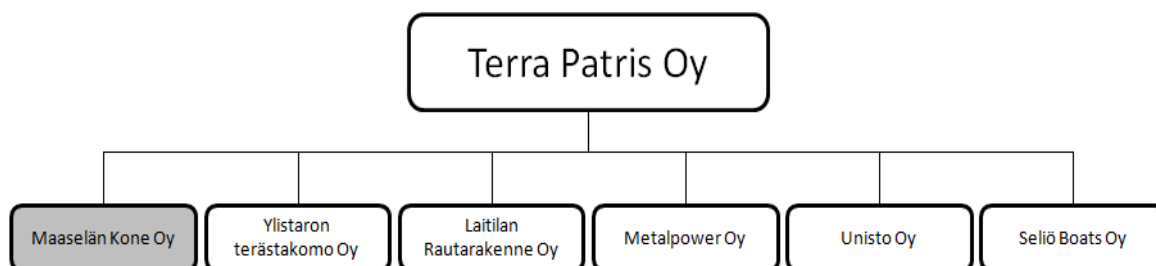
Tutkimuksen tavoitteena on selvittää loppukokoonpanon muutoksen kannattavuutta. Tutkimuksen tarkoituksena on antaa kuva siitä, kannattaako yrityksen muihin loppukokoonpanopisteisiin tehdä sama muutos. Tutkimuksen avulla pyritään myös selvittämään muita mahdollisia kehitystoimenpiteitä koneiden läpäisyajojen lyhentämiseksi sekä tätä kautta tuotannon tehostamiseksi. Tutkimuksen keskeisimpänä tutkimusongelmana on tutkia ja selvittää, onko Maaselän Koneen tuotanto tehostunut ja kehittynyt nojautuen Lean-tuotantoon.

2 MAASELÄN KONE OY

Maaselän Kone Oy on Haapajärvellä, Pohjois-Pohjanmaalla toimiva metalliteollisuusyri-
tys. Yritys on perustettu vuonna 1983, ja se on koko toimintansa ajan keskittynyt maa- ja
metsätaloustekniikan valmistukseen ja markkinointiin. Yrityksen keskeisin toiminta-ajatus
on suunnitella, valmistaa ja markkinoida teknisesti yksinkertaisia ja toimintavarmoja työ-
koneita maa- ja metsätaloustöiden tarpeisiin. (Maaselän Kone Oy 2011.)

Maaselän Koneen päätuotteita ovat polttopuukoneet ja rehunjakovaunut sekä näiden lisä-
varusteet. Yhtiön valmistamiin tuotteisiin kuuluvat myös pienkuormaajat. Polttopuukonei-
den puolella tuotemerkkinä on Hakki Pilke ja rehunjakovaunuissa Varmo/VarmoLift. (Ter-
ra Patris 2011.)

Vuonna 2000 Maaselän Kone siirtyi Terra Patris -konsernin omistukseen. Emoyhtiö sijait-
see Tampereella, ja se toimii kaikkiaan neljällä liiketoiminta-alueella. Tytäryrityksiä kon-
sernilla on kuvion 1 mukaisesti yhteensä kuusi, joista Maaselän Kone on henkilöstömääräl-
tään ja liikevaihdoltaan suurin. (Terra Patris 2011.) Vuonna 2010 Maaselän Koneen liike-
vaihto oli 14,5 miljoonaa euroa (Tiitto 2011).



KUVIO 1. Maaselän Kone Oy kuuluu Terra Patris -konserniin (Terra Patris 2011.)

Suomessa Maaselän Koneen tuotteiden markkinoinnista vastaa yksinoikeudella Kesko.
Kaikki tuotteet ovat saatavilla helposti lähimmästä K-maatalouskaupasta tai niiden yhteis-
työyrittäjästä. Ulkomailla Maaselän Koneelta löytyy maakohtaisia maahantuojia useista
eri maista. Kaikkiaan yrityksen tuotteita viedään yli 30 maahan. (Maaselän Kone Oy
2011.) Suurimmat vientimaat ovat Ruotsi ja Norja (Tiitto 2011).

Maaselän Koneen tuotantotilat sijaitsevat Haapajärven keskustan tuntumassa. Tuotantohalleja on kaksi, joista alkutuotanto tapahtuu Rajakadulla sijaitsevissa tiloissa ja lopputuotanto kuviossa 2 esiintyvässä Valimotien hallin tiloissa. Yrityksen palveluksessa työskentelee yhteensä noin 150 työntekijää. (Maaselän Kone Oy 2011.)



KUVIO 2. Valimotien halli

Kuviossa 2 kuvattu Maaselän Koneen Valimotien rakennus on valmistunut 2000-luvun vaihteessa. Valimotien hallissa ovat tuotannon loppukokoonpano ja lähetys sekä vuonna 2006 käyttöön otettu korkean pintakäsittelyn laadun takaava maalaamo. Valimotiellä sijaitsevat myös toimistot ja varaosamyynti. (Maaselän Kone Oy 2011.)

Kuviossa 3 kuvattu Hakki Pilke 2X S+ on Maaselän Koneen myydyimpiä klapikoneita. 2X-klapikone on erityisen suosittu etenkin kotimaan markkinoilla, mutta sitä myydään myös jonkin verran ulkomaille. Pitkästi yli 10 vuotta markkinoilla olleet 2X-klapikoneet ovat käyttäjäkokemusten ja -palautteen myötä jalostuneet vaativienkin omatarvevalmistajien helppokäyttöiseksi tehokoneeksi. (K-Maatalous 2011.)



KUVIO 3. Hakki Pilke 2X S+

Kuviossa 3 esiintyvä 2X-klapikone odottaa lähettämön edustalla pakkausta, jonka jälkeen se on valmis lähetettäväksi asiakkaalle. Hakki Pilke 2X S+ (konemalli 10543) oli toinen tämän opinnäytetyön tutkittavista koneista.

3 TUOTANNON KULMAKIVET

Tuotanto on yrityksen toiminto, jossa tuotannontekijät muutetaan hyödykkeiksi. Teollinen tuotanto tarkoittaa, että tuotanto tapahtuu teollisuusyrityksessä tarkoituksenmukaisissa tiloissa. Tuotannon pyrkimyksenä on korkea tuottavuus. Tuotannon mahdollistamiseksi tarvitaan tuotannontekijöitä, joita ovat työ, pääoma ja materiaali. Työ koostuu työntekijöiden työpanoksesta, pääoma yrityksen tuotannon rakentamiseen vaadittavista investoinneista ja materiaali yrityksen tuotteisiin vaadittavista fyysisistä resursseista. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 351–352; Kilpeläinen 2011.)

3.1 Teollisen tuotannon kehitys

Teollisen tuotannon katsotaan alkaneen teollisesta vallankumouksesta Englannin tekstiiliteollisuudessa 1700-luvun puolivälissä. Vajaan 300 vuoden aikana teollistuminen on edennyt huimaa vauhtia. Tuotantoajattelusta on havaittavissa kolme selkeästi eriävää tuotantomuotoa: ammattilaistuoanto, massatuotanto ja täsmätuotanto. (Miettinen 1993, 9; Kilpeläinen 2011.)

Ammattilaistuoanto on teollisen tuotannon vanhin tuotantomuoto. Ammattilaistuoannon aikaan yritykset olivat pieniä ja yrittäjät hallitsivat kaikki yrityksen toimivaiheet. Yrityksissä vallitsi luovuus, ja yrittäjät osallistuivat samalla tuotekehitykseen ja tuotantoon. Ammattilaistuoannon aikakautena avainsanoja olivat ammattitaito, tekijän teknologinen monitaitoisuus ja ammattiylpeys. Ammattilaistuoannon suurin ongelma oli heikko tuottavuus, minkä seurauksena tuotteiden hinta muodostui korkeaksi. (Haverila ym. 2009, 359; Kilpeläinen 2011.)

Ajan kuluessa tuotantomäärät alkoivat nousta ja tätä kautta isompien yritysten toiminta muuttui tehokkaammaksi. Alkoi massatuotannon aikakausi. Massatuotannon toimintamallin katsotaan syntyneen 1800-luvulla ase-teollisuudessa, kun Euroopan valtiot tilasivat suuria asemääriä teollisuusyrityksiltä. Massatuotannon läpimurron katsotaan tapahtuneen 1900-luvun alussa. Massatuotannolle oli tyypillistä, että tuotteen rakennetta ja osia pelkistettiin. Samoja pelkistettyjä osia käytettiin useammassa tuotteissa. Työkalut kehitettiin juuri

aiottuun työhön sopiviksi, mutta toisenlaisiin tehtäviin ne soveltuivat huonosti. Massatuotannon periaatteena oli paljon tuotteita, vähän valinnanvaraa. (Kilpeläinen 2011; Haverila ym. 2009, 359.)

Massatuotannon aikakaudella työ pyrittiin pilkkomaan mahdollisimman pieniin osiin. Suurin mahdollinen tehokkuus voitiin saavuttaa pitkälle viedyllä työvaihekohtaisella erikoistumisella. Taylorismista lähtenyt periaatetta sovellettiin ensimmäisen kerran autoteollisuuden yhdysvaltalaisen Henry Fordin johdolla. Ford standardisoi osien ja komponenttien mitoituksen ja valmistuksen. Työtehtävät jaettiin pienempiin osiin, jolloin tuotannonvalmistusmenetelmät nopeutuivat huomattavasti. Syntyi kokoonpanoliukuhhoja, joissa tuotteet siirtyivät kuljettimen siirtäminä työasemalta toiselle. Työvoima ei tarvinnut välttämättä minkäänlaista pohjakoulutusta. Massatuotannon merkittävimpänä ongelmana oli joustamattomuus tuotteen muutoksille. Esimerkiksi Fordin tuotantolaitokset valmistivat ainoastaan yhtä tuotetta. Toisena merkittävänä ongelmana oli tuotteen laadun hallinta. Pitkälle viety erikoistuminen ja kapea-alaiset työnkuvat hämärsivät laatuvaruutta, ja syntyi laadunhallinnallisia ongelmia. (Haverila ym. 2009, 360; Kilpeläinen 2011.)

Massatuotannon myynnillinen huippu saavutettiin vuonna 1955 (Womack, Jones & Roos 1990, 43). 1960-luvulla massatuotannon periaatteet alkoivat olla vanhentuneita senhetkiseen kilpailutilanteeseen. Laajentuneiden tuotevalikoimien myötä Japanissa kehitetty Just-In-Time- eli JIT-tuotanto alkoi syrjäyttää massatuotannon ideologiaa. JIT-tuotannossa tuotteita valmistettiin vain välittömän tarpeen mukaan. Tuotteiden eräkokoja pienennettiin huomattavasti. Sen seurauksena tuotteiden laadunhallinta parani, läpäisyajat pienenevät ja pystyttiin reagoimaan nopeasti muuttuviin asiakastarpeisiin. JIT-tuotannon pohjalta kehittyi kolmas merkittävä tuotantomuoto, Lean Production -tuotantomalli. Uusi tuotantomalli pohjautui laadun, tuotekehityksen, tuotannon, markkinoinnin ja kaiken muun täydellisen hallintaan. (Haverila ym. 2009, 361; Kilpeläinen 2011; Miettinen 1993, 52.) Lean-tuotannosta kerrotaan enemmän neljännessä luvussa.

3.2 Kokoonpano – tuotannon ydin

Tehtaan osavalmistus ja kokoonpano muodostavat tuotannon ydinjärjestelmän. Enimmillään kokoonpanotyön osuus tuotteen kokonaistyöajasta voi olla jopa 40 %. Kokoonpano

vaatii myös suuren osan tuotantotiloista. Lisäksi se sitoo paljon pääomaa keskeneräiseen tuotantoon ja varastoihin. Itse kokoonpanotyön sisältö käsittää osien ja komponenttien liikkuttelua, liittämistä ja sovittamista sekä tarkastamista. Näistä vain liittäminen kohottaa tuotteen jalostusarvoa. Muu työ aiheuttaa pääsääntöisesti vain aikaviiveitä ja kustannuksia. Toisaalta ilman näitä toimintoja kokoonpano ei kuitenkaan ole mahdollista. Niiden osuus on kuitenkin pyrittävä saamaan mahdollisimman pieneksi. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 19, 111.)

Kokoonpano voidaan järjestää joko paikkakokoonpanoksi tai linjakokoonpanoksi. Osien ja komponenttien saaminen mahdollisimman lähelle paikkaa, jossa ne asennetaan tuotteeseen, on kokoonpanojärjestelyn kannalta olennaisia kysymyksiä. (Lapinleimu ym. 1997, 112.)

3.2.1 Kokoonpanopaikka

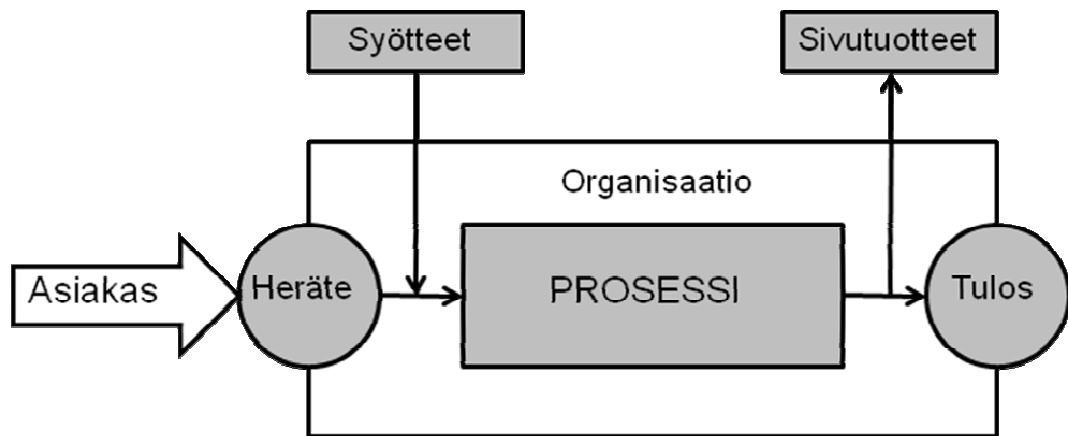
Kokoonpanopaikka soveltuu pienerätuotantoon. Kokoonpano hoidetaan tuotteen koon mukaan yhden henkilön toimesta tai työryhmänä. Työ voi olla jaettu ammattialoittain, esimerkiksi mekaaninen kokoonpano, hydrauliiikan kokoonpano ja sähkötyöt. Tällöin kuitenkin työn joustavuus ja työn tuottavuus saattavat kärsiä täysin tasa-arvoiseen ryhmään verrattaessa. (Lapinleimu ym. 1997, 112.)

3.2.2 Kokoonpanolinja

Kokoonpanolinjalla käsiteltävät materiaalit kulkevat suoraviivaisesti työvaiheelta toiselle jatkuvana virtana. Kokoonpanolinja voidaan järjestää kahdella tavalla. Henkilöstön työ voi olla jaettu vaiheisiin, tai henkilöstö voi toimia ryhmänä ja vastata tuoteyksikön kokoonpanosta ja laadusta alusta loppuun. Vaiheisiin jaettu kokoonpanolinja soveltuu suurten erien valmistukseen ja joukkotuotantoon. Ryhmien voimalla toimivassa kokoonpanolinjassa työryhmä kulkee tuotteen mukana ja suorittaa kaikki kokoonpanovaiheet. Tuotteen valmistuttua ryhmä kuittaa tuotteen valmistuneeksi ja palaa linjan alkuun, jossa se aloittaa uuden tuoteyksikön kokoonpanon. Tämän tyylinen järjestelmä soveltuu hyvin erätuotantoon. (Lapinleimu ym. 1997, 112; Miettinen 1993, 112.)

3.3 Prosessi ja ydinprosessi

Prosessi on eri tapahtumista muodostuva ketju, jolla tuotetaan markkinoille esimerkiksi jokin tuote. Tuotannossa prosessi tarkoittaa toimintaa tuotteen tai palvelun aikaansaamiseksi. Prosessi käynnistyy asiakkaan tekemästä herätteestä. Prosessiin tuodaan syötteitä, kuten esimerkiksi energiaa, raaka-aineita ja työvoimaa. Näiden vaikutuksesta muodostuu prosessi, josta syntyy tuloksena lopputuotteita. Lopputuloksen lisäksi saattaa syntyä sivutuotteita, kuten jätteitä. Prosessien suorituskykyä arvioidaan asiakkaan näkökulmasta. (Tuurala 2010; Hannus 1994, 41.) Kuvio 4 kuvaa prosessin toimintaketjua.



KUVIO 4. Prosessin periaate (Tuurala 2010.)

Ydinprosessit ovat yrityksen ja sen avainsidosryhmien toimintaa läpileikkaavia toimintaketjuja. Ne voidaan jakaa kahteen ryhmään: suoraan asiakkaalle arvoa tuottaviin ydinprosesseihin ja varsinaista toimintaa tukeviin ydinprosesseihin. Usein ydinprosessit koostuvat joukosta pienempiä prosesseja eli aliprosesseja. (Tuurala 2010; Hannus 1994, 41.)

3.4 Kapasiteetti ja kuormitus

Kapasiteetti kertoo tuotantoyksikön enimmäissuorituskyvyn aikayksikössä. Metalliteollisuudessa käytetään monesti kapasiteettiyksikkönä tuntia/viikko. Nettokapasiteetti kertoo todellisen käytössä olevan kapasiteetin. Se voi olla selvästi pienempi kuin teoreettinen maksimikapasiteetti. Yleisesti se on 50–90 % teoreettisesta maksimikapasiteetista. Kapasi-

teettii laskevat erilaiset häiriöt, kuten konerikot, huoltotyöt, materiaalipuutteet ja työntekijöiden poissaolot. Tavoite on, että kapasiteetti on mahdollisimman tarkkaan ja tasaisesti käytössä. (Haverila ym. 2009, 399–400; Miettinen 1993, 38.)

Yrityksen on osattava suhteuttaa kapasiteetti suhteessa kysyntään. Kapasiteettia laajennetaan usein portaittain, sillä pienikin lisäys vaatii lisäinvestointeja ja kestää yllättävän pitkiä aikoja. Kapasiteetin suunnittelu on tehtävä vähintään kuukausien aikavälillä. Muutenkin laajennuksen ajankohta ja suuruus kannattaa harkita tarkasti, sillä se vaatii aina jonkin asteisia katkoksia tuotannossa. (Haverila ym. 2009, 366; Lapinleimu 1997, 203.)

Kuormitusryhmä tarkoittaa jotain kokonaisuutta, jonka kapasiteettia ja kuormitusta tarkastellaan samana kokonaisuutena. Kuormitusryhmät määritellään ohjaustarpeiden perusteella. Esimerkiksi metalliteollisuudessa seurataan monesti kokonaiskapasiteettia eli kokonaisuutantomäärää. Kokonaiskapasiteetin hallinta perustuu työpisteiden kapasiteettiin sekä suunniteltavien töiden kuormitukseen. Kuormituksella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon suunniteltu tuotanto kuormittaa kapasiteettia. Kuormitus on siis käytössä oleva nettokapasiteetti. Se ilmoittaa, miten varattu jokin kuormitusryhmä on tietynä ajanjaksona. Jonkin työvaiheen viikkokuormitus voi olla vaikkapa 60 h. Kuormitussuhde ilmoittaa tietyn ajanjakson suhteellisen kuormituksen käytettävissä olevaan maksimikapasiteettiin nähden. (Haverila ym. 2009, 399–400; Miettinen 1993, 38.) Kuviossa 5 on esimerkki kuormitussuhteen laskemisesta.

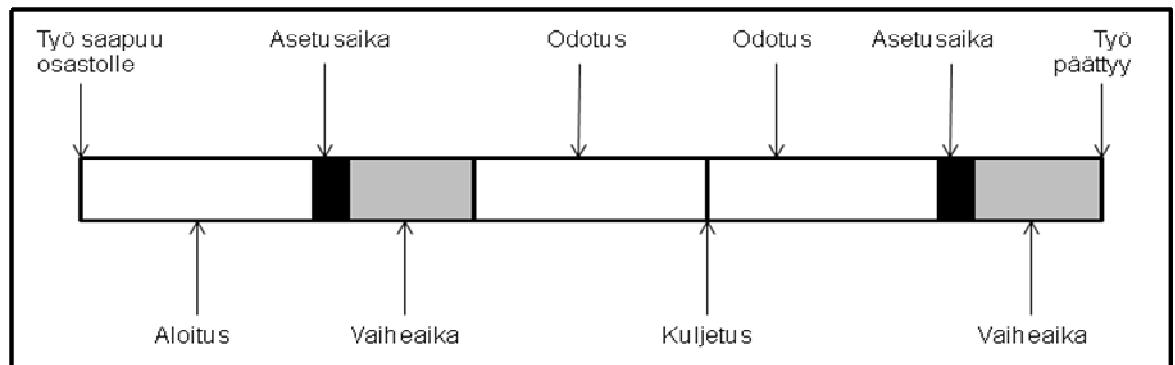
$$\frac{\text{Kuormitus} \times 100 \%}{\text{Kapasiteetti}} = \text{kuormitussuhde} = \frac{60 \text{ h} \times 100 \%}{80 \text{ h}} = 75 \%$$

KUVIO 5. Kuormitussuhteen laskeminen (Haverila ym. 2009, 400.)

Mikäli kuormitus on kuvion 5 mukaisesti 60 h ja kapasiteetti 80 h, kuormitussuhteeksi saadaan 75 %. Saadun tuloksen pohjalta voidaan päätellä, että kuormitusta kyseisellä työpisteellä voitaisiin lisätä. Näin ollen koko työlinjan ja sitä kautta yrityksen tulos voisi parantua. Mitä lähempänä kuormitussuhde on 100 %:a, sitä tehokkaampaa on toiminta (Haverila yms. 2009, 400).

3.5 Lämpäisy aika

Lämpäisy aika tarkoittaa jonkin tuotteen valmistukseen vaadittavaa aikaa. Lämpäisy aika tai samaa tarkoittava läpimeno aika voi käsittää koko tilauksen suunnitteluineen, hankintoi-
neen ja valmistuksineen. Se voidaan määritellä myös tilauksen osakokonaisuudelle, kuten osavalmistukselle tai kokoonpanolle. Läpimeno ajasta ei ollut juurikaan puhetta ennen JIT:n syntymistä, mutta nykyään se on yksi käytännöllisimpiä Lean-tuotannon mittareita. Yleensä suurin osa läpisy ajasta on odotusaikaa, työvaiheet muodostavat vain pienen osan kokonais ajasta, kuten kuvio 6 havainnollistaa. Mitä enemmän on työvaiheita, sitä pitempi on odotusaika. (Haverila ym. 2009, 401; Lapinleimu ym. 1997, 53–54; Wilson 2009, 73.)



KUVIO 6. Tyypillinen tuotteen rakenteellinen läpisy aika (Haverila ym. 2009, 401.)

Lyhyt läpisy aika on merkki hyvin toimivasta, joustavasta ja tehokkaasta tuotantojärjestelmästä. Lyhyt läpisy aika luo mahdollisuuden lyhyisiin toimitusaikoihin, mikä puolestaan nostaa yrityksen kannattavuutta. Lyhyet läpisy ajat vähentävät keskeneräiseen tuotantoon sidottua pääomaa, parantavat laatua ja toimitusvarmuutta sekä helpottavat kapasiteetin suunnittelua. (Haverila ym. 2009, 401–402; Lapinleimu 1997, 55.)

Koneiden ja laitteiden kuormitusastetta tavoitellaan yleensä korkeammaksi valmistamalla vakiotuotteita suurina sarjoina. Turhat asetusajat eli tuotantoerän aloittamista edeltävät toimenpiteet, kuten työkalujen, kiinnittimien ja ohjelmien vaihto saadaan karsittua pois, ja tuottavuus paranee. Toisaalta pitkät sarjat edellyttävät suuria varastoja ja tuotteiden tasaista menekkiä. Lyhyinä sarjoina valmistettavat erikoisversiot puolestaan laskevat kuormitusastetta runsaiden asetusten vuoksi. (Haverila ym. 2009, 403–406.)

Valmistuksen näkökulmasta tilanne on toinen. Mitä suurempia valmistuserät tuotantoprosessissa ovat, sitä pidempiä ovat läpäisyajat. Eri työvaiheiden väliset odotusajat kasvavat, ja sitä kautta läpäisyajat ja ylimääräisen varastoinnin tarve kasvaa. Turhien välivarastojen poisto eri työvaiheiden välillä saattaa nopeuttaa huomattavasti läpäisyaikaa ja pienentää lisäksi varastoinnin aiheuttamia välillisiä kustannuksia. Työvaiheiden välisiä odotusaikoja saadaan lyhennettyä myös pienentämällä vaiheiden välisiä kuljetuseriä lyhentämällä vaiheketjuja. Tuotantolaitoksen materiaalivirtojen selkeyttäminen ja työpisteiden peräkkäinen sijoittaminen poistavat turhat kuljetukset samoin kuin työnohjauksen ja suunnittelun vaatima aika. Kaikki nämä vaikuttavat suoraan läpäisyajojen lyhenemiseen. (Haverila ym. 2009, 406; Lapinleimu 1997, 56–57.)

Läpäisyajojen lyhentäminen on yksi Lean-tuotannon avainasioita yrityksen rahoitusvirran kehittämiseksi. Läpäisyajojen lyhentäminen vaikuttaa huomattavasti tuotteiden ja toiminnan laatuun. Valmistuksen virheet ja häiriöt tulevat nopeasti esille, jolloin niihin on helppo puuttua. Toisaalta häiriöt voivat pysäyttää nopeasti koko tuotantoprosessin. Henkilöstö kiinnittää huomion toiminnan virheiden karsimiseen ja ennaltaehkäisyyn, sillä virheet vaikuttavat nopeasti koko tuotantoon. Toiminnan laatu paranee läpäisyajojen lyhenemisen myötä ja tuottavuus kehittyy. Virheiden ja ongelmien aiheuttamat kustannukset pienenevät huomattavasti. Selkeä materiaalivirta vähentää suunnittelun ja ohjauksen tarvetta, ja työntekijät pystyvät keskittymään valmistustehtäviin, koska toiminnan organisointi on tehokasta ja selkeää. (Haverila ym 2009, 407; Wilson 2009, 74.)

3.6 Henkilöstö

Osaava henkilöstö on avainasia yrityksen menestymiseen. Yrityksen toiminnalliset tavoitteet voidaan saavuttaa vain ammattitaitoisen henkilöstön voimin. Ammattitaitoinen ja motivoitunut henkilöstö pystyy nostamaan yrityksen menetelmätasoa jatkuvin parannuksin. Yrityksen on menestyäkseen selvitettävä myös se keskeinen kysymys, millaista taitoa ja millaista osaamista se tarvitsee menestyäkseen markkinoilla. (Haverila ym. 2009, 111; Lapinleimu ym. 1997, 185.)

Henkilöstön valinnat ovat yrityksen näkökulmasta tärkeä strateginen alue. Valintaprosessi saattaa olla useamman kuukauden mittainen tapahtumaketju, joka vie paljon aikaa yrityk-

sen henkilöstöltä. Työnantajan on tärkeä tietää tarkasti, millaiseen tehtävään työntekijöitä ollaan palkkaamassa ja millaisia vaatimuksia työn kuva käsittää. Työhön kohdistuvissa vaatimuksissa on hyvä käyttää apuna henkilöstöä, joka tekee ko. työtä. Monesti työntekijän työpanoksesta saadaan lopullinen näyttö vasta itse työtilanteessa. Epäonnistunutta valintaa on vaikea alkaa paikata myöhemmin. (Haverila ym. 2009, 114; Muller 2009, 2–3.)

Henkilöstön pitäminen yrityksessä koostuu monista asioista ja toimenpiteistä, kuten palkkauksesta, työaikakysymyksistä, työeduista, työturvallisuudesta, palautejärjestelmästä, työtovereista ja työskentelyilmapiiristä. Merkittävin yksittäinen seikka voidaan kiteyttää itse työnkuvaan. Kiinnostava ja merkityksellinen työnkuva motivoi työntekijää ja vaikuttaa suoraan tuotantoon. Henkilöstölle on motivaation kannalta tärkeää tietää yrityksen tavoitteet ja oma merkityksensä siinä. Kun työntekijä tietää, mitä tehdä, milloin tehdä ja miten tehdä, se luo tuotannolle edellytykset pyöriä sujuvasti. Henkilöstön viihtyvyydestä ja motivaatiosta huolehtiminen on tärkeää, sillä suuri henkilöstövaihtuvuus tulee yritykselle kalliiksi ja tämän lisäksi huonontaa yrityskuvaa. (Haverila ym. 2009, 116–118; Wilson 2009, 156.)

3.7 Tuotannon tavoitteet

Tuotannon keskeisimmiksi tavoitteiksi mainitaan yleensä seuraavat seikat: kustannukset, laatu, joustavuus sekä toimitusaika ja -varmuus. Kustannustehokkuudella tarkoitetaan, että tuotannon kokonaiskustannukset pyritään saamaan mahdollisimman pieniksi, jolloin kateen parantaminen on helpompaa. Pääkeinot tähän ovat resurssien minimointi tehokkaalla käytöllä ja toimintaan sitoutuneen pääoman pitäminen mahdollisimman pienenä. Materiaalihakintojen edullisuudella on suuri merkitys, sillä monesti niiden kustannukset kohoavat työ- ja pääomakustannuksia suuremmiksi. (Haverila ym. 2009, 357; Miettinen 1993, 13–14.)

Laatu vaikuttaa suoraan menekkiin. Tuote ja tuotantoprosessi pyritään saamaan täysin virheettömäksi. Laadukas tuote vastaa tuotteen määrittelyjä ja asiakkaan vaatimuksia. Laatua voidaan tarkastella sisäisenä ja ulkoisena laatuna. Sisäinen laatu ilmenee muun muassa virheellisten osien osuutena valmistusprosessissa. Ulkoinen laatu ilmenee tuotteen kykynä täyttää asiakkaan sille asettamat vaatimukset. Laatu kuuluu yrityksen jokaisen työntekijän

vastuulle. Laadun seuranta ja tarkastaminen on hyvä liittää valmistustehtäviin. Palaute saadaan välittömästi ja korjaaviin toimenpiteisiin voidaan helpommin puuttua. (Haverila ym. 2009, 357, 379; Miettinen 1993, 14.)

Joustavuus tarkoittaa nopeutta ja kustannustehokkuutta, joilla tuotantoprosessia voidaan muuttaa. Mitä parempi on yrityksen joustavuus, sitä helpompi on sen toimia asiakaslähtöisesti. Joustavuuden osa-alueita ovat joustavuus volyymille, tuotemixin vaihteluille, tuotteiden nopeutukselle ja teknologioiden käyttöönotolle. (Haverila ym. 2009, 358; Miettinen 1993, 14.)

Toimitusaika ja -varmuus ovat tärkeitä, sillä asiakkaat arvostavat nopeaa toimitusta. Vielä enemmän asiakkaat arvostavat kuitenkin sitä, että yritys pysyy luvatuissa toimitusaajoissa. Ehkä tehokkain keino nopeaan toimitusaikaan on läpäisyajan saaminen mahdollisimman lyhyeksi. Sen avulla myös toiminnan laatu paranee ja kustannukset pienenevät. (Haverila ym. 2009, 357; Miettinen 1993, 13.)

3.8 Tuotantostrategia

Tuotantostrategia on tuotantojärjestelmään liittyvä tavoitteista muodostuva kokonaisuus, jonka avulla tuotannon tavoitteisiin pyritään. Tuotantostrategia määritellään yrityksen kokonaisstrategian pohjalta. Tuotantostrategiset päätökset vaikuttavat tuotantolaitoksen investointeihin ja järjestelmien hankkimiseen. Ne ovat pitkäaikaisia, jopa vuosikymmenien mittaisia, joten ne on tehtävä huolella. Tuotantostrategisesti keskeisimpiä kysymyksiä ovat tuotantomuodot, prosessin laajuus ja toteutusperiaatteet, tuotantolaitosten ja varastojen sijaintipaikkapäätökset, kapasiteetin mitoitus ja muutosten toteutus, tuotanto- ja tuoteteknologia, henkilöstöä koskevat kysymykset sekä keskeiset tuotannonohjaus- ja kehittämisperiaatteet. (Haverila ym. 2009, 364–367.)

Hyvänä esimerkkinä tuotantostrategisesta päätöksestä voidaan pitää uuden tuotantomenetelmän käyttöönottoa. Strateginen päätös ei näy toiminnan loppuluvuissa heti, mutta ajan myötä sinnikkään ja pitkäjänteisen toiminnan ansiosta sen vaikutus näkyy varmasti. (Burton & Boender 2003, 101.)

4 LEAN

Lean on Japanista lähtöisin oleva toimintamalli, jossa asiakkaan haluamat tuotteet ja palvelut pyritään saamaan aikaan mahdollisimman vähillä resursseilla. Leanille ominaisia piirteitä ovat keveys ja joustavuus. Toiminta yksinkertaistetaan niin, että kaikki lisäarvoa tuottamaton työ saadaan karsittua pois. Asiakaslähtöisyys on Leanin tärkeimpiä mittareita. Toiminnan arvo punnitaan asiakkaalle tuotettujen lisäarvojen perusteella, ei valmistuneiden tuotteiden määrällä. Suomeksi Lean-toiminta määritellään kevyeksi ja joustavaksi toiminnaksi, ja jossain yhteyksissä puhutaan myös ohuttuotannosta. (Miettinen 1993, 61–63.)

Lean sisältää erilaisia periaatteita, käytäntöjä, työkaluja ja tekniikoita, jotka on suunniteltu osoittamaan ydinsyyt yritysten matalalle suoritusteholle. Lean on systemaattinen lähestymistapa eliminoida sellaiset lähteet, jotka eivät tuota arvoa asiakkaalle. Lean-toiminnalla yritys pystyy vähentämään kustannuksia, tuottamaan laadukkaita tuotteita, nopeuttamaan toimitusta ja parantamaan työntekijöiden turvallisuutta. Toteuttaakseen tämän tavoitteen yrityksen täytyy pystyä eliminoimaan kolme keskeistä tuotantoa hidastavaa avaintekijää: hukka, vaihtelevuus ja joustamattomuus. (Drew, McCallum & Roggenhofer 2004, 15.)

Lean-menetelmälle ovat tunnusomaisia nuukuus ja tehokkuus. Resursseja käytetään niukemmin verrattuna perinteiseen massatuotantoon. Tuotteiden valmistuksessa tarvittavaa aikaa, työpanosta ja tilaa käytetään huomattavasti vähemmän. Keskenäistä tuotantoa ja valmistusvarastoja pudotetaan murto-osaan. Tätä kautta myös virheet pienenevät verrattuna perinteiseen tuotantoon. Lean-ajattelussa kaikki työntekijät ovat merkittävässä roolissa. Lean kannustaa työntekijöitä monipuolisempaan tekniseen osaamiseen, tiimityöskentelyyn ja sitoutumaan yrityksen tavoitteisiin. Lean-toiminta merkitsee työn uudenlaista organisointia. Kaikki vähänkin ylimääräinen työ pyritään saamaan pois. Leanin tarkoitus ei ole missään nimessä karsia työntekijöiden määrää tai työntekijöiden panosta yrityksen toiminnassa, sillä koko yrityksen osaava henkilöstö on yrityksen menestymisen avain. Lyhyet läpäisyajat ja jatkuva vertailu kilpailijoihin sekä parhaisiin yrityksiin ovat myös Leanille tunnusomaista. Lean-toimintatavalle on keskeistä loputon dynaamisuus. (Hannus 1994, 213, 218; Miettinen 1993, 61–62.)

4.1 TPS – Lean-toiminnan perusta

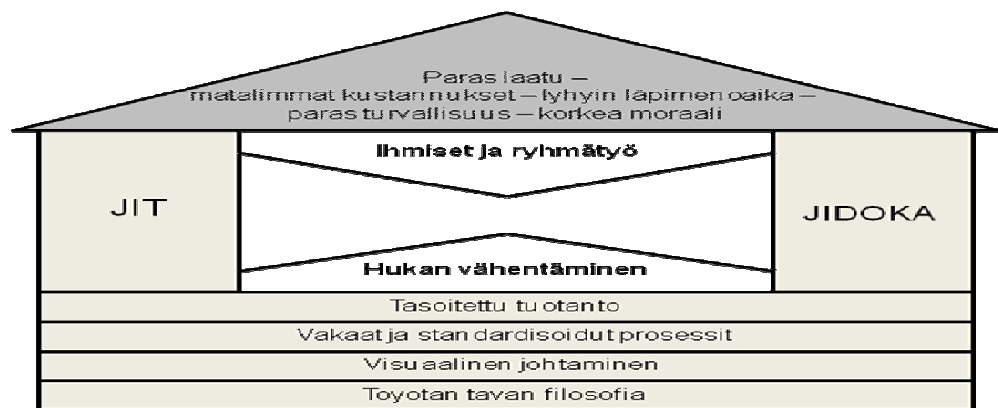
Lean-toimintamallin perustana pidetään Toyotan tuotantojärjestelmää (TPS). TPS:n perustajaksi mielletään monia vuosia Toyotan johtavana insinöörinä toiminut japanilainen Taiichi Ono (1912–1990), joka halusi poistaa Toyotan valmistukseen sisältyvät arvoa tuottamattomat hukkatekijät. TPS-tuotantojärjestelmän kehitys lähti liikkeelle 1930-luvulta, jolloin Toyotan johtajat vierailivat Fordin ja GM:n tehtailla perehtyäkseen kokoonpanolinjoihin ja muutenkin oppiakseen massatuotantomenetelmän. Toyotan johto tajusi kuitenkin, että silloiset Japanin markkinat olivat liian pienet amerikkalaiselle tuotantovolyymille. Halutakseen pärjätä markkinoilla Toyotan tarvitsi kuitenkin omaksua massatuotantojärjestelmä. (Liker 2004, 7, 20–21; Wilson 2009, 11; Womack & Jones 1996, 15.)

Vuonna 1950 Toyotan teki uuden tutkimusvierailun amerikkalaisiin tehtaisiin. Johto yllättyi siitä, että massatuotannon menetelmät eivät olleen kehittyneet juuri yhtään. Tutkimusryhmä pani merkille muun muassa ylimääräisen varastoinnin, työvaiheiden väliset suuret katkokset, ylituotannon ja erittäin epätasaisen virtauksen. Työpaikat olivat sekaisin, ja hallitsemattomissa ja suurissa tavaramäärissä viat saattoivat pysyä viikkoja huomaamattomina. Toyotan johto ei ollut kovin vakuuttunut näkemästään. Matkalla mukana ollut Ohno alkoi perehtyä paremmin kilpailijaansa ja ryhtyi määrätietoisesti muuttamaan Toyotan toimintaa. Vuosien ja vuosikymmenten kokemuksen myötä päädyttiin uuteen Toyotan tuotantojärjestelmään, TPS:ään. TPS:n ensimmäisenä tuotteena pidetään vuonna 1965 markkinoille ilmestynyttä Toyota Coronaa. (Liker 2004, 21–22; Womack & Jones 1996, 72.)

TPS perustui erilaisten tuotantoa hidastavien hukkatekijöiden poistamiseen. Hukkatekijöiden eliminoinnin kahdeksi peruspilariksi muodostuivat jidoka ja jatkuvan virtauksen periaate. Jidoka on alkujaan lähtöisin Toyotan perustajasuvulta, ja se kehitettiin kutomateollisuuden aikoihin 1900-luvun vaihteessa. Pohjimmiltaan jidoka tarkoittaa laadun sisäistämistä materiaaliin eli virheiden tarkastusta. Lisäksi se käsittää välineiden suunnittelun siten, että työntekijät eivät ole sidottuja koneisiin vaan ovat vapaita suorittamaan lisäarvoa tuottavaa työtä. Toinen merkittävä idea oli amerikkalaisten supermarketien tavaroiden täydennyksestä peräisin oleva imuohjaus, jossa tavaroita täydennetään sitä mukaa kuin hyllyssä oleva tuote käy vähiin. Imuohjaus toimii periaatteelle ”juuri oikeaan aikaan” (just-in-time, JIT). JIT on joukko periaatteita, työkaluja ja menetelmiä, joiden avulla yritys tuottaa ja toimittaa tuotteita pieniä määriä lyhyillä läpimenoajoilla asiakkaan tarpeiden täyttämiseksi.

JIT oli juuri sitä, mitä Toyota tarvitsi. Sen avulla oli mahdollista reagoida kysynnän päivityksiin vaihteluihin. (Liker 2004, 16, 22–23; Wilson 2009, 11–12.)

1960-luvulla TPS kohosi voimakkaaksi filosofiaksi, jota kaikenlaiset yritykset ja prosessit voisivat ajan myötä oppia käyttämään. Toyota käynnisti Lean-ajattelun aikakauden, joka noudatti TPS:n periaatteita. Vuoden 1973 öljykriisi toimi ikään kuin Leanin ponnahduslautana. Voimakkaasti vaikuttanut öljykriisi potkaisu varsinkin Japanin teollisuuden rankkaan syöksykierteeseen. Maan hallitus kuitenkin pani merkille, että Toyota teki tappiota vähemmän aikaa kuin muut yritykset ja palasi nopeammin plussan puolelle. Muun muassa Mazda alkoi omaksua Leania ja myönsi sen toimivuuden vasta öljykriisin jälkeen (Womack ym. 1990, 68.) Lopullisesti Lean-tuotanto löi läpi 1990-luvulla, jolloin MIT:n Auto Industry Program -ohjelma ja sen tutkimuksiin pohjautuva The Machine That Changed The World bestseller -kirja julkaistiin. (Liker 2004, 24.) Kuviossa 7 on kuvattuna Toyotan tuotantojärjestelmästä kehitetty TPS-talokaavio.



KUVIO 7. TPS-talokaavio (Liker 2004, 33.)

TPS-talokaavio on kehitetty TPS:n tuotantotavasta Onon opetuslapsen Fujio Chon toimesta. Toyotan tuotantotapaa ja rakennetta havainnollistava talo on vahva vain, jos katto, tukipylväät ja pohja ovat vahvoja. Yksikin heikko lenkki heikentää koko järjestelmää. Talon rakenne lähtee liikkeelle parhaan laadun, matalimpien kustannusten ja lyhyimmän läpimenoaajan päämääristä – katosta. JIT ja jidoka muodostavat kaksi ulkopilaria. Keskiössä ovat ihmiset. Pohjaelementit koostuvat tasoitetusta tuotannosta (heijunka), standardisoiduista prosesseista, visuaalisesta johtamisesta ja Toyotan tavan filosofiasta. Rakennuksen perustana on vakaus. TPS-talosta on tullut yksi nykyaikaisen tehdasvalmistuksen tunnistettavimpia symboleja. (Liker 2004, 32–33.)

4.2 Hukkien tunnistaminen

Leanin keskeisin kulmakivi on hukkien tunnistaminen. Lean-ajattelussa on yleisesti tunnistettavissa erilaisia hukcatekijöitä, jotka eivät tuota arvoa asiakkaalle. Hukka tulee japanin kielen sanasta muda. Ono määritteli ensin seitsemän erilaista lisäarvoa tuottamatonta hukkan päätyyppiä. Myöhemmin kategoriaan lisättiin myös kahdeksas hukka. (Adams 2006; Carreira 2004, 49; Liker 2004, 27–28.)

Ylituotanto tarkoittaa, että tuotetaan enemmän kuin on tarpeen. Tilaamattomien tuotteiden tai osien valmistus aiheuttaa tarpeetonta työvoiman palkkaamista ja nostaa varasto- ja kuljetuskustannuksia liiallisen varastoinnin myötä. Aikataulusta edellä oleminen saattaa kuolostaa hyvältä ajatukselta, mutta todellisuudessa tuotteiden työstäminen ennen asiakkaan vaatimuksia saattaa aiheuttaa suuria tuotannollisia lisäkustannuksia, mikäli tuote ei mene kukaan kaupaksi tai se ei vastaa asiakkaan vaatimuksia. (Adams 2006; Carreira 2004, 54; Liker 2004, 28.)

Odottelua tapahtuu monesti joka puolella työympäristöä. Työntekijät vain seuraavat automatisoitua konetta tai seisoskelevat odottaen seuraavaa käsittelyvaihetta, työkalua, toimistusta, komponenttia, ohjeistusta työn etenemistä varten tai lupaa edetä työn seuraavaan vaiheeseen. Voi myös olla, että heillä ei vain ole mitään tekemistä varaston loppumisen, käsittelyviiveiden, välineistön sammuttamisen ja kapasiteetin pullonkaulojen vuoksi. Aina kun työntekijä joutuu odottamaan jotain, hän ei tee tuottavaa työtä ja yritys maksaa näin ollen turhaa rahaa. Odottelu koskee myös joutilaita koneita ja laitteita. Silloin kun ne eivät ole käynnissä, ne odottavat. (Adams 2006; Carreira 2004, 64; Liker 2004, 28.)

Tarpeeton kuljettelu koostuu tavaroiden siirtelystä paikasta toiseen. Tavaroiden tarpeeton siirtely muodostaa ison osan tehokkaasta työajasta. Keskenpäisen työn kuljettelu pitkiä matkoja, tehotoman kuljetuksen luominen tai materiaalien, osien tai valmiiden hyödykkeiden siirtely varastoon, varastosta pois tai prosessien välillä on tarpeetonta kuljettelu. Tavaroiden siirtely pois halutun tuotteen edestä on myös tarpeetonta kuljettelu. Myös papereiden ylimääräinen liikuttelu lasketaan turhaksi kuljetteluksi. Tarpeetonta kuljettelu esiintyy sekä työvaiheiden välillä että työvaiheiden sisällä. (Adams 2006; Carreira 2004, 59–60; Liker 2004, 29.)

Yliprosessointia voidaan pitää salamyhkäisenä hukkana. Yliprosessointi koostuu tarpeettomien ja tehottomien vaiheiden suorittamisesta osien käsittelyssä. Ylimääräistä prosessointia esiintyy myös silloin, jos työkalut eivät ole riittävän tehokkaita tai tarkoituksenmukaisia tai niitä käytetään väärin. Yliprosessointia on myös se, kun tuotetaan laadukkaampia tuotteita kuin on välttämätöntä tai tuotetaan enemmän kuin asiakas on tilannut. (Adams 2006; Carreira 2004, 61–62; Liker 2004, 29.)

Tarpeeton varastointi on yksi suurimmista hukista. Liiallinen materiaali ja keskeneräiset tuotteet pidentävät läpimenoaikoja sekä lisäävät vahingoittuneita tuotteita, kuljetus- ja varastokustannuksia ja viivettä. Lisäksi suuret varastot peittävät sellaisia ongelmia kuin tuotannon epätasapaino, toimitusten myöhästyminen alihankkijoilta, viat, välineistön alhaallaoloaika ja pitkät asennusajat. Tarpeettoman varastoinnin myötä ylimääräinen inventointi kasvaa ja tämä taaskin vie yritykseltä tehokasta työaikaa ja rahaa. Tarpeeton varastointi on monesti suoraa seurausta ylituotannosta. (Adams 2006; Carreira 2004, 57; Liker 2004, 29.)

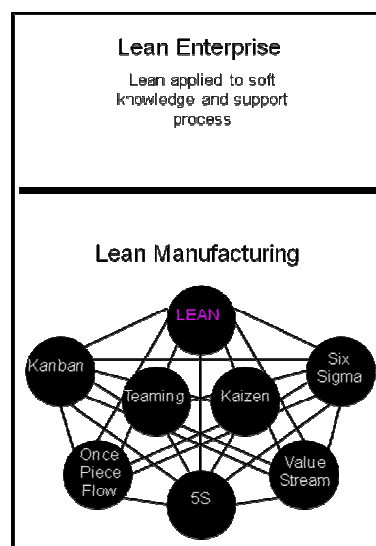
Tarpeeton liikkuminen eli kaikki turha liike, mitä työntekijät joutuvat työn aikana suorittamaan, on hukkaa. Tarpeetonta liikettä syntyy aina, kun työntekijä etsii jotain työkalua, osaa, toista henkilöä tai informaatiota. Tarpeeton kävely, tarpeettomat kääntymiset ja kurottelut työpisteen sisällä ovat myös hukkaa aiheuttavaa ylimääräistä liikkumista. Tarpeeton liike voi myös aiheuttaa työntekijöille vahingonkorvaukseen oikeuttavia loukkaantumisia ja vammoja, jotka tulevat yritykselle kalliiksi. (Adams 2006; Carreira 2004, 64–65; Liker 2004, 29.)

Virheet aiheuttavat ison osan yrityksissä ilmenevistä hukista. Virheet voidaan luokitella kahteen ryhmään: materiaalivirheisiin ja tiedonkulkuvirheisiin. Viallisten osien tuottaminen, korjaaminen ja uudelleentyöstäminen aiheuttavat tarpeetonta käsittelyä, hukattua aikaa ja turhaa työtä. Huonosti informoitu tieto puolestaan voi aiheuttaa virheitä pakkauksessa, toimituksessa ja tuotteen rakenteessa. Virheiden korjaaminen vie monesti paljon aikaa. Korjaustoimet tulevat yritykselle myös erittäin kalliiksi, sillä asiakkaat eivät ole valmiita maksamaan virheistä. (Adams 2006; Carreira 2004, 62; Liker 2004, 29.)

Työntekijät ja erityisesti heidän luovuutensa käyttämättä jättäminen on hukkaa. Työpis-teillä työskentelevillä työntekijöillä on varmasti käytännönläheisimmät ideat, ajatukset, taidot ja parannusehdotukset mielessään. Valitettavan monesti tilanne on kuitenkin se, että johtoporras ei osaa hyödyntää tuotannon työntekijöiden kokemuksia ja näkemyksiä. Työn-tekijöiden tietojen käyttämättä jättäminen kehitystyötä tehtäessä on hukkaa. (Adams 2006; Liker 2004, 29.)

4.3 Leanin työkalut

Lean-tuotannon viisi avainperiaatetta ovat arvon määrittäminen, arvovirran tuottaminen, jatkuva virtaus, veto ja täydellisyys. Näiden periaatteiden saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi on kehitetty joukko työkalupohjaisia menetelmiä. Menetelmien käyttöönoton tulee ta-pahtua hallitusti ja johdonmukaisesti. Parin Leanin työkalun käyttöönotto ei vielä tee yri-tyksestä Lean-yritystä. Toiminta saattaa jopa pahimmassa tapauksessa mennä huonompaan suuntaan. (Burton & Boender 2003, 8; Drew ym. 2004, 25.) Kuviossa 8 on esitettyä Lea-nin työkaluja.



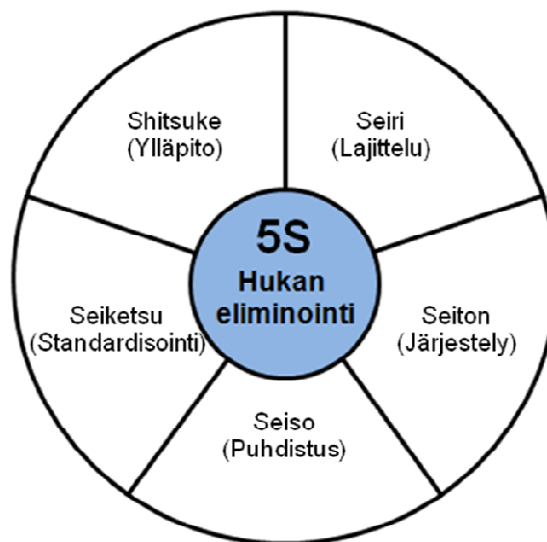
KUVIO 8. Lean-tuotannon koostumus (Burton & Boender 2003, 9.)

Lean-toimintaa tukevien työkalujen ja toimintatapojen hyödyntäminen edellyttää, että koko yhtiössä vallitsee Lean-ajattelun kulttuuri. Työkalujen käyttö ei muuten tule johtamaan toivottuihin tuloksiin. Kuvion 8 mukaisesti Leanin työkalut ovat keskenään vuorovaikutuk-

sessä. Työkalut ja menetelmät auttavat muun muassa hukkiin havaitsemisessa, joustavuuden ja laadun parantamisessa, voimavarojen tehostamisessa, asiakaspalvelun kehittämisessä sekä suunnitteluun, kirjanpitoon, myyntiin ja markkinointiin liittyvissä ongelmissa. (Burton & Boender 2003, 106–108.) Tässä opinnäytetyössä otetaan esille toimeksiantajan kannalta keskeisimmät työkalut.

4.3.1 5S

5S on Leanin puhdistustyökalu, joka auttaa havaitsemaan virheitä, vikoja ja vahinkoja aiheuttavia hukatekijöitä. Ilman 5S-ohjelmaa toimivissa yrityksissä monet hukat saattavat kasautua vuosien ajan kätkien monenlaisia ongelmia, joista tulee ajan myötä hyväksytyt virheellinen toimintatapa. 5S-ohjelma ei itsessään poista hukkia, vaan se auttaa tekemään ne näkyviksi. Sitä käytetään tahtiajan mukaisen virtauksen tueksi. Toisaalta voidaan myös kysyä sitä kuka haluaa elää tai tehdä töitä sikolätissä. (Liker 2004, 150–152.) Kuvio 9 ilmaisee 5S:n tehtävän ja osa-alueet.



KUVIO 9. 5S:n rakenne (Liker 2004, 151.)

Lajittelussa työpisteen sisällä erotellaan tavarat, joita tarvitaan ja joita ei tarvita. Työkalut ja osat, jotka eivät tuo päivittäistä lisäarvoa, tulee merkata ja viedä pois työpisteen välittömästä läheisyydestä. Mitään ei kuitenkaan kannata heittää kokonaan menemään, sillä niitä voi tarvita myöhemmin. (Carreira 2004, 242–243; Liker 2004, 150–151.)

Järjestely velvoittaa luomaan jokaiselle osalle tai työkalulle oman paikan siinä järjestyksessä, kuinka paljon niitä käytetään. Työntekijän tulee löytää välittömästi jokainen usein käytetty osa tai työkalu. Myös valmiiden, työstettäväksi tulevien ja mahdollisten viallisten tuotteiden paikat on hyvä merkata esimerkiksi kyltein ja lattiaan tehtävien teippausten ja maalausten avulla. (Carreira 2004, 250; Liker 2004, 150–151.)

Puhdistus on keino huolehtia, että kaikki pysyy puhtaana ja siistinä joka päivä. Koneiden, työkalujen ja koko työskentelyalueen puhdistus tulee sisällyttää jokapäiväisiin toimenpiteisiin. Puhdistus tekee työpisteestä viihtyisän. Puhdistus toimii usein myös tarkastuksen muotona paljastaen epänormaaleja ja puutteellisia olosuhteita, jotka voivat aiheuttaa vikoja tai laatuvirheitä. (Carreira 2004, 250; Liker 2004, 150–151.)

Standardointi tukee kolmea ensimmäistä periaatetta. Kaikki tulee olla merkattuna ja tunnistettavissa. Mahdollisesti visualisoidut standardit kertovat helposti ja selkeästi sen, mikä kuuluu mihinkin, mikä löytyy mistäkin, kuka tekee mitäkin, milloin ja miten. (Carreira 2004, 251–252; Liker 2004, 150–151.)

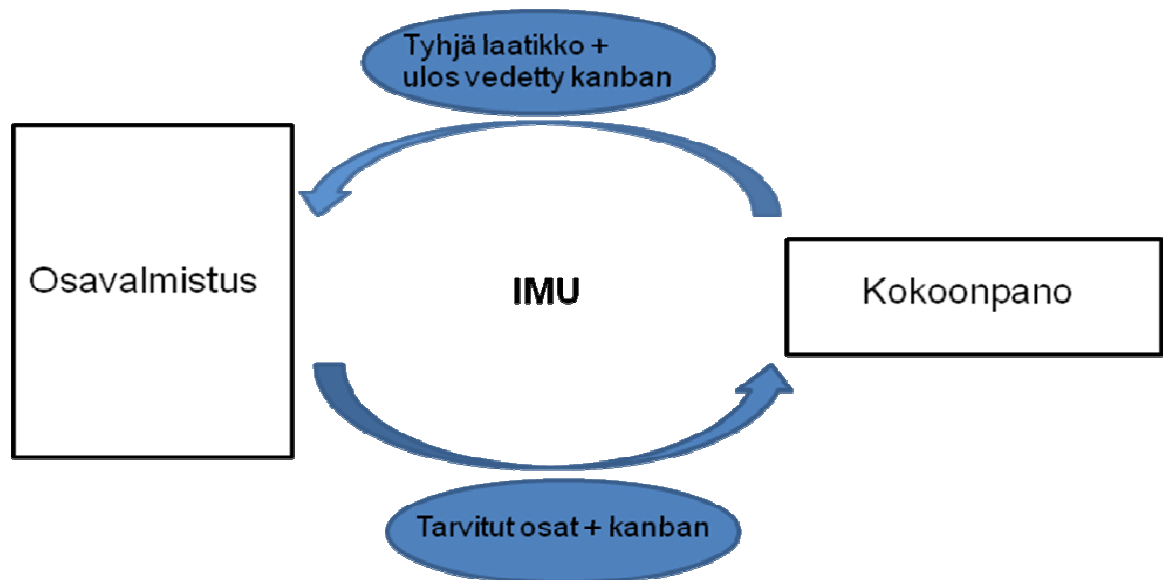
Ylläpito pitää 5S:n hyödyt voimassa. Ylläpito on tiimivetoinen jatkuvan parantamisen tekniikka. Hyvin hoidetut 5S-ohjelmat suoritetaan määrääjain, esimerkiksi kuukausittain, johtajien toimesta työpisteille tehtyjen tarkastusten avulla. Tarkastuksen paras työpiste saateetaan jopa palkita. Ylläpitoa pidetään monesti 5S:n vaikeimpana toimintona, sillä se vaatii säännöllisiä tarkastuksia. (Carreira 2004, 253; Liker 2004, 150–151.)

4.3.2 Kanban

Kanban on työkalu, jolla hallitaan materiaalien kulkua ja tuotantoa Lean-tyylisessä ”imu-järjestelmässä”. Kanban on japaninkielinen sana, joka on suomeksi käännettynä ”kortti”, ”merkki” tai ”lippu”. Kanbanin historia ulottuu 1950-luvulle, jolloin Taiichi Ono ihasteli amerikkalaisten supermarkettien imuohjausjärjestelmää. Supermarkettien henkilökunta täydensi tuotehylyä pienissä erissä sitä mukaa kuin tavara oli vähentynyt. Tämän pohjalta Ono alkoi kehittää Kanbania kontrolloimaan TPS:n tuotantoa eri prosessien välillä ja toteuttaakseen JIT-periaatetta. (Liker 2004, 35, 106; Gross & McInnis 2003, 1.)

Kanban-järjestelmä toimii yksinkertaisen imu/täydennysjärjestelmän mukaisesti. Kun jokin tuote tai tavara alkaa käydä vähiin, siitä lähtee signaali ja vaje täydennetään. Signaali välitetään yleensä kanban-korttina. Kanban-kortin tulee sisältää yksityiskohtaista tietoa tarvittavasta osasta tai komponentista. Kortissa tulee olla tarkat tiedot lähteestä, määränpäästä, osanumerosta ja tarvittavasta määrästä. Kanban-järjestelmä vaatii toimiakseen pieniä puskurivarastoja, vaikka Lean-toiminnassa varastointi pyritäänkin saamaan mahdollisimman pieneksi. (Liker 2004, 106–108; Wilson 2009, 48.)

Kuvio 10 havainnollistaa kanbanin toimintaperiaatetta yksinkertaisimmillaan. Prosessi käynnistyy, kun kokoonpanossa tarvitaan lisää osia. Tyhjät laatikot lähetetään kanban-kortin mukana osavalmistukseen täydennettäväksi. Osavalmistus täyttää hyllyiltä tarvittut osat ja lähettää ne kanban-kortin mukana takaisin kokoonpanoon. Osavalmistuksen sisällä voi myös olla oma kanban-systeemi, jonka mukaan hyllyillä olevia osia täydennetään pieni määrä aina sitä mukaa kuin niitä toimitetaan kokoonpanoon. (Liker 2004, 109.)



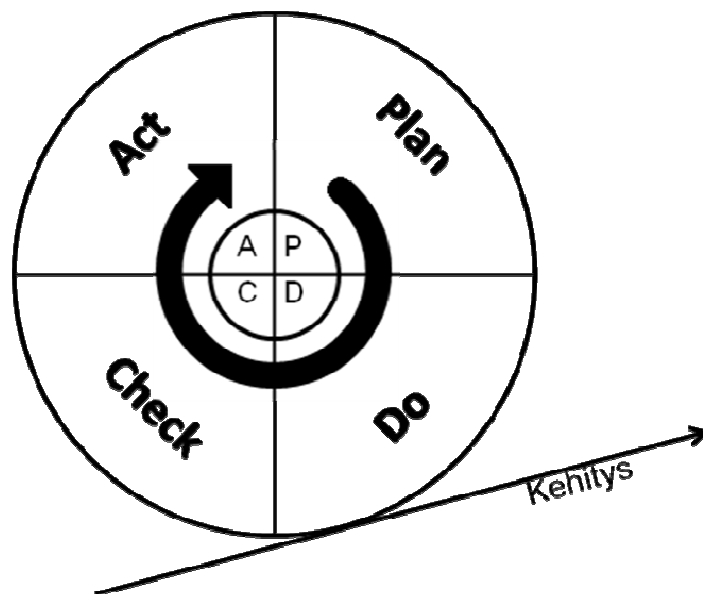
KUVIO 10. Kanban-järjestelmän toimintaperiaate (Liker 2004, 109.)

Kanbanin tarkoitus on rajoittaa inventointia, ohjata imuvirtausta ja hallita tavaravirtaa muun muassa pienentäen läpimenoaikoja. Kanbania pidetään yhtenä merkittävimmistä tekijöistä ylituotannon estämiseksi. Kanban-järjestelmän avulla saadaan vähennettyä kustannuksia ja parannettua tuotannon koneiden käyttöastetta. Kanban-aikataulutuksella työntekijät tietävät myös tarkasti, mitä tehdä ja kenen puoleen kääntyä ongelmatilanteissa.

Kanban auttaa myös johtohenkilöstöä havaitsemaan, missä mennään. Kanban toimii siis kommunikointijärjestelmänä ja jatkuvan parantamisen työkaluna. (Gross & McInnis 2003, 2; Wilson 2009, 48–49.)

4.3.3 Kaizen

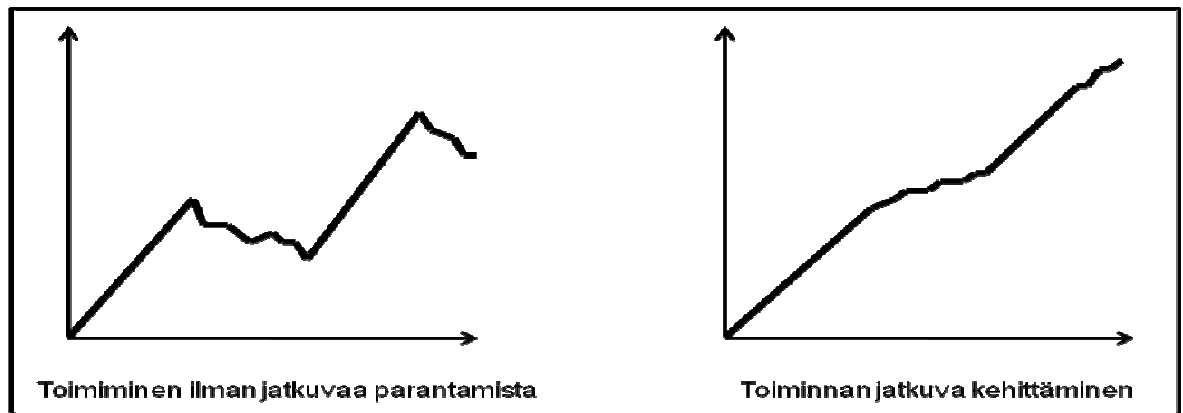
Kaizen on japanilainen termi, joka tarkoittaa jatkuvien parannusten tekemistä. Kaizen opettaa yksilöille taitoja toimia tehokkaasti pienissä ryhmissä, ratkaista ongelmia ja parantaa prosesseja sekä taitoa koota ja analysoida tietoa vertaisryhmässä. Päätöksien ja ehdotusten teko siirtyy työläisille ja edellyttää avointa keskustelua ja ryhmän yksimielisyyttä ennen päätösten toteuttamista. Kaizen käsitetään filosofiaksi, joka tavoittelee täydellisyyttä ja ylläpitää Leania päivittäin. Kaizenin avulla saavutetaan vakaita tuloksia matkalla täydellisyyteen. (Liker 2004, 23; Womack & Jones 1996, 35.) Kuvio 11 esittää Kaizeniin yhdistettävää PCDA-ympyrää.



KUVIO 11. PDCA (Karjalainen 2010.)

Amerikkalaisen laatupioneerin Demingin mukaan nimetty Demingin ympyrä eli PCDA-ympyrä toimii suunnittele-tee-tarkasta-toimi-ympyränä. Se on jatkuvan parantamisen kulmakivi. Jatkuvia parannuksia tulee tehdä Lean-toiminnassa koko ajan, olivatpa ne kuinka

pieniä tahansa. (Liker 2004, 23.) Kuvio 12 havainnollistaa jatkuvan parantamisen merkityksen pitemmässä juoksussa.



KUVIO 12. Ei-jatkuva ja jatkuva toiminnan kehittäminen (Kajaste & Liukku 1994, 10.)

Kuvion 12 mukaan jatkuvassa toiminnan kehittämisessä kehitystä pystytään viemään koko ajan eteenpäin, vaikka välillä se saattaakin hidastua. Ei-jatkuvassa kehitystoiminnassa kehitys saattaa välillä pysähtyä täysin ja mennä alaspäin. Uusia kehitystoimia tehdessä tuotanto saattaa kääntyä laskuun tai väliaikaisesti jopa pysähtyä kokonaan. (Kajaste & Liukku 1994, 10.)

4.3.4 Tiimityöskentely

Leanin yksi keskeisistä menetelmistä on vastuun antaminen työntekijöille ja tiimeille. Leanin järjestelmät on kehitetty tukemaan tiimityöskentelyä. On kuitenkin muistettava, että yksittäiset työntekijät tekevät lisäarvoa tuottavan työn, eivät tiimit. Tiimit koordinoivat työtä, motivoivat ja ottavat oppia toisiltaan. Tiimit myös ehdottavat ideoita ja kontrolloivat vertaispaineen kautta. Avainasiana pidetään tasapainoa yksilöllisen tuottavuuden ja tiimin tehokkuuden välillä. (Liker 2004, 185–186; Burton & Boender 2003, 58–59.)

Työntekijät, jotka suorittavat lisäarvoa tuottavaa työtä, tuntevat parhaiten varsinaisen työn ja siihen vaikuttavat ongelmat. Koska Leanin tarkoitus on tuottaa lisäarvoa asiakkailleen ja tiimin jäsenet tekevät lisäarvoa tuottavan työn, on tiimin henkilöstö näin ollen hierarkian huipulla. Hierarkian muiden osien tulee tukea niitä. Joku tiimin henkilöstöstä toimii tiiminvetäjänä. Tiiminvetäjä työskentelee normaalisti tuotannossa yhtenä tiimin jäsenenä.

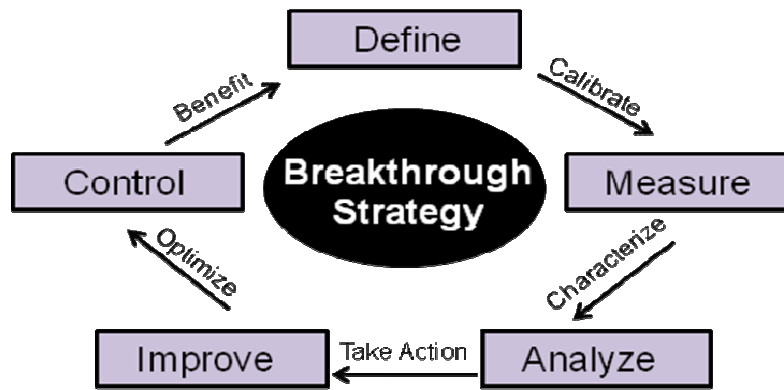
Hänen tehtävänsä on avustaa tiimin jäseniä. Tiiminvetäjällä on normaalisti neljästä kahdeksaan työntekijää avustettavana. (Liker 2004, 191–192.)

4.3.5 Lean Six Sigma

Yrityksissä alettiin 1980-luvulla siirtyä laadun tarkastuksesta laadun aktiiviseen ohjaukseen. Käynnistyi laatukoulutuksen ja laatumenetelmien aikakausi. Organisaatioissa laatu-tietämys tuli saada kaikkien tietoisuuteen. 1980-luvun loppu toi mukanaan laatujohtamisen ja ensimmäisen yleisen laatujärjestelmästandardin (ISO 9000). Laadusta tuli yksi johtamisen tärkeimmistä työkaluista. 1980-luvun laatuvalankumouksessa sai alkunsa myös Six Sigma -ajattelu. Six Sigman alkuperäinen kehittäjä on insinööri B. Smith, joka kehitti Six Sigma -ohjelman. Motorolan yrityksessä alkanut Six Sigma -ohjelma poiki yhtiölle huomattavat säästöt. Kaiken kansan tietoisuuteen Six Sigma tuli, kun Motorola voitti vuonna 1988 ensimmäisen jaetun USA:n presidentin lautupalkinnon, Malcolm Baldrige -lautupalkinnon. (Burton & Boender 2003, 127; Karjalainen & Karjalainen 2002, 9–10.)

Six Sigma on laatuun liittyvä menetelmä, metodiikka, mitta ja filosofia, joka tukee Leanin käyttöönottoa. Six Sigma tähtää täydellisyyteen organisaation koko arvoketjussa. Six Sigman tilastollinen tavoite on minimoida prosessien sisäiset vaihtelut eli variaatiot lähelle nolaa ja minimoida virheet 3,4 virheeseen miljoonaa mahdollisuutta kohti. Six Sigman avulla päästään kiinni virheitä aiheuttaviin tekijöihin. (Burton & Boender 2003, 128; Karjalainen & Karjalainen 2002, 19–21.)

Kuvio 13 havainnollistaa Six Sigmassa käytettävää DMAIC-prosessia. DMAIC (suomeksi: määrittele, mittaa, analysoi, kehitä, kontrolloi) etenee loogisesti tulosodotuksesta prosessi-muuttuun toteuttaen muutoksen. DMAIC on yksi Six Sigman keskeisimpiä ongelmanratkaisutekniikoita. Voidaan jopa sanoa, että se on Six Sigman sydän. Se auttaa saavuttamaan uusia laadullisia kehitysaskelia. (Burton & Boender 2003, 128; Karjalainen & Karjalainen 2002, 14.)



KUVIO 13. DMAIC-kartta (Burton & Boender 2003, 129.)

Kuvio 14 osoittaa Six Sigma -metodin tehokkuuden. Vasemmalla puolella oleva johtoryhmä toimii tavanomaisella osaamistasolla, ja oikean puoleinen johtoryhmä hyödyntää Six Sigma -menetelmää. Six Sigma -yrityksen suurin eroavuus toiminnassa on siinä, että tavanomainen johtoryhmä yrittää ideoida, pohtia ja ratkaista liiketoimintaongelmaansa ”yhdeällä laukauksella”. Katsottaessa tunnuslukuja ja toimintaa objektiivisesti taaksepäin havaitaan kuitenkin, että mitään merkittäviä tai nopeita muutoksia ei ole tapahtunut. Six Sigma -yrityksen johtohenkilöstö sitä vastoin keskittyy hahmottamaan ja laatimaan yrityksessään oleville Six Sigma -parannusryhmille toimeksiantoa, joka sisältää suorituskykyongelman kuvauksen, tavoitteet, organisoinnin, aikataulun ja resurssit, mutta ei ratkaisua. Ratkaisun etsiminen luovutetaan siihen erikoistuneelle tiimille, jota johtoryhmä ohjaa ja tukee ongelmanratkaisussa. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 12.)



KUVIO 14. Liiketoiminnan ongelmanratkaisutavat. (Karjalainen & Karjalainen 2002, 13.)

Six Sigma eroaa Leanin muista työkaluista siten, että se ei ole niinkään Leanin työkalu vaan oma kokonaisuutensa, joka tukee Leania. Yhdistetystä menetelmästä käytetään nimitystä Lean Six Sigma. Kun yritys ottaa käyttöönsä yksinkertaiset Lean-tekniikat yhdessä

Six Sigman kanssa, tuottokäyrä saadaan nopeasti nousemaan ja tulokset pysyvät. Pelkkä Leanin käyttöönotto kyllä tuottaa nopeasti säästöä, mutta vaikutus ei välttämättä kestä kovin kauaa. (Burton & Boender 2003, 128; Karjalainen 2007.)

4.4 Lean-toimintaan siirtyminen

Yrityksen siirtymisessä Lean-toimintaan aloitus on hyvin tärkeä. Tarvitaan oikeat johtajat, oikeaa tietoa ja määrätietoista muutosten ajamista päivittäisiin rutiineihin. Muutoksen aloittaminen on monesti se vaikein vaihe, sillä yritys joutuu tekemään investointeja muun muassa palkkaamalla Lean-tietämystä ja muutoksen tekijöitä tai alkuunpanijoita palvelukseensa. Muutoksen henki on heti alkumetreillä pystyttävä sisäistämään koko organisaation tasolle. (Womack & Jones 1996, 247–248.)

Yrityksen siirtyminen Lean-filosofiaan on pitkäjänteistä työtä. Pitkän tähtäimen investoinnit koulutukseen ja kulttuurin muuttaminen ovat avaintekijöitä. Lean-toimintaan siirtyminen on kokonaisvaltainen prosessi, johon yrityksen kaikkien henkilöiden tulee sitoutua. Muutos ei tapahdu hetkessä, vaan se kestää vuosia. Pitkäjänteisen työn seurauksena Lean on erittäin tehokas keino ongelmien ja arvoa tuottamattomien hukkiensa karsimiseen. Oikein toteutetun Leanin avulla yrityksen toiminta kohoaa varmasti uusiin ulottuvuuksiin. (Liker 2004, 300–301; Womack & Jones 1996, 270–271.)

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimus voi käsittää monenlaista toimintaa. Se voi olla esimerkiksi kartoitusten tekemistä, tietojen keräämistä ja luokittelua, tilastojen esityksiä, haastatteluaineistojen kuvauksia ja omien kokemusten kirjallista esittämistä. Tieteelliselle tutkimukselle sen sijaan on asetettu joukko tiukempia vaatimuksia, joiden lähtökohta löytyy jo kaukaa historiasta aina antiikin Kreikasta asti. Tieteellisen tutkimuksen neljä kriteeriä ovat universaalisuus, yhteisöllisyys, puolueettomuus ja järjestelmällisen epäilyn periaate. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 21.)

Tämä opinnäytetyötutkimus toteutettiin pääosin kvantitatiivisena tutkimuksena. Kvantitatiivisessa eli määrällisessä tutkimuksessa keskeistä ovat johtopäätökset aiemmista tutkimuksista, aiemmat teoriat, hypoteesin esittäminen, koejärjestelyiden ja aineiston keruun suunnitelmat, tutkittavien henkilöiden valinta, aineiston saattaminen tilastollisesti käsiteltävään muotoon sekä päätelmien teko havaintoaineiston tilastolliseen analysointiin perustuen. Aineiston keruussa käytetään yleensä standardoituja tutkimuslomakkeita, jossa on valmiit vastausvaihtoehdot. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa on yleistä, että aluksi laaditaan tutkimuksen viitekehys ennen varsinaista aineiston keruuta. Ongelmanasettelun ja tieteenfilosofisten pohdintojen jälkeen ajankohtaiseksi tulevat tutkittavan ilmiön sijoittaminen teoriaan, keskeisten käsitteiden määrittely ja hypoteesien eli ennakoitujen ratkaisujen tai selitysten asettelu. Kvantitatiivista tutkimusta saatetaan joskus arvostella pinnalliseksi, sillä tutkija ei välttämättä pääse riittävän syvälle tutkittavien maailmaan. Kvantitatiivinen tutkimus vastaa seuraaviin kysymyksiin: Mikä? Missä? Paljonko? Kuinka usein? (Hirsjärvi ym. 2007, 136, 154; Heikkilä 2005, 16–17.)

Tutkimuksessa suoritettiin myös kvalitatiivista tutkimusta. Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus auttaa ymmärtämään tutkimuskohdetta ja selittämään sen käyttäytymistä. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa rajoitutaan yleensä pieneen määrään tapauksia, mutta ne pyritään analysoimaan mahdollisimman tarkasti. Tutkittavat valitaan harkitusti eikä niitä pyritä yhdistämään tilastolliseen muotoon. Kvalitatiivinen tutkimus sopii hyvin muun muassa toiminnan kehittämiseen ja vaihtoehtojen etsintään. Kvalitatiivinen tutkimus vastaa seuraaviin kysymyksiin: Miksi? Miten? Millainen? (Heikkilä 2005, 16–17.)

5.1 Tutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet

”SALAINEN”

5.2 Tutkimusta edeltävä selvitystyö

SALAINEN

5.3 Tuotannon kiertokulku valimotiellä

”SALAINEN”

”SALAINEN”

5.4 Kokoonpanojärjestely

”SALAINEN”

5.4.1 Paikkakokoonpano

”SALAINEN”

5.4.2 Linjakokoonpano

”SALAINEN”

5.5 Tutkimuksessa käytetty havaintomateriaali

”SALAINEN”

5.6 Kellotuksen toteutus

”SALAINEN”

”SALAINEN”

6 TUTKIMUSTULOKSET

”SALAINEN”

6.1 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti

”SALAINEN”

6.2 Kokoonpanon tutkimustulokset

”SALAINEN”

6.2.1 Paikkakokoonpano

”SALAINEN”

”SALAINEN”

6.2.2 Linjakoonpano

”SALAINEN”

”SALAINEN”

6.2.3 Kokoonpanon työntekijöiden mielipiteet muutoksesta

”SALAINEN”

6.2.4 Muut tulokset

”SALAINEN”

6.3 Lämpöaika Valimotien tehtaassa

”SALAINEN”

”SALAINEN”

”SALAINEN”

”SALAINEN”

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Lean-tuotannon tavoitteena on tehostaa tuotantoa poistaen siitä kaikki turha arvoa tuottamaton työ. Periaatteena on, että kaikki, mistä asiakas ei ole valmis maksamaan, on turhaa. Käytännössä kaiken turhan poistaminen tuotannosta näkyy läpäisyajojen lyhenemisenä. Tuotteiden lyhyen läpäisyajan myötä yrityksen imago ja kilpailukyky markkinoilla paranevat. Lyhyet läpäisyajat ovat merkittävä osa tulevaisuuden kilpailukeinoista. Asiakas ei ole valmis odottamaan tuotteita loputtomiin. Tarvittaessa hän ostaa ne muualta.

Lean-tuotanto on alkujaan kehitetty Japanissa. Suomeen se on saapunut vasta 1990-luvulla, joten sitä voidaan vielä pitää suhteellisen uutena tuotantomuotona. Lean on kuitenkin tullut tänne jäädäkseen. Vähitellen se on alkanut syrjäyttää perinteistä massatuotantomenetelmää. Nykyään yhä useampi yritys pohtii Leanin käyttöönottoa.

Opinnäytetyön toimeksiantaja, polttopuukoneita valmistava Maaselän Kone, oli tehnyt strategisen päätöksen Lean-tuotantoon siirtymisestä noin kolme kuukautta ennen tämän opinnäytetyön aloittamista. Pitkäaikaisen prosessin muutostyö oli aloitettu yrityksen erästä kriittisimmästä työkokonaisuudesta eli loppukokoonpanosta ja sen tehostamisesta. Yrityksen kolmesta loppukokoonpanosta määrällisesti eniten koneita tuottava loppukokoonpanopiste oli muutettu vähän ennen opinnäytetyön aloittamista paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoksi. Tutkimuksessa selvitettiin molempien loppukokoonpanomallien läpäisyajat kahden erimallisen, mutta tuotantomäärältään yleisimmän polttopuukoneen osalta. Tutkimuksen pääongelmana oli tutkia, että oliko Maaselän Koneen tuotanto kokoonpanomuutoksen myötä tehostunut ja kehittynyt Leaniin tukeutuen.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että yritys on ottanut askeleen tuotantotehokkaampaan suuntaan. Loppukokoonpanon määrällisesti eniten klappikoneita tuottava loppukokoonpanopiste on tehostunut tuotannollisessa mielessä huomattavasti. Polttopuukoneiden kokoonpanoaika on lyhentynyt yleisimmän yksisylinterisen koneen (konemalli 37216) osalta lähes puolella ja yleisimmän kaksisylinterisen koneen (konemalli 10543) osalta noin neljäsosalla. Kokoonpanon lyhentyneen läpäisyajan myötä koko yrityksen viikkokapasiteettia on saatu kasvatettua usealla koneella.

Kokoonpanomuutoksen myötä kaksi merkittävää arvoa tuottamatonta hukkaa on saatu karistua huomattavasti pienemmäksi. Tarpeettomaan liikkeeseen ja yliprosessointiin kuluva aikaa on saatu pienennettyä paljon. Myös työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen on yksi merkittävä hukka. Sekin on kokoonpanomuutoksessa huomioitu hyvin, sillä työntekijät ovat itse saaneet järjestellä koneisiin tulevat osat ja komponentit hyllyihin (Tiitto 2010). On myös tärkeää, että työntekijät itse pitävät linjakokoonpanoa toimivampana kokoonpanojärjestelynä. Hukan poistojen lisäksi loppukokoonpanosta on tullut johdonmukaisempaa, sillä kokoonpano on jaettu selkeästi standardisoituihin työvaiheisiin.

Kehityskohteita kokoonpanolinjassa kuitenkin vielä löytyy. Näistä ehkä merkittävin on puolivalmiiden klapikoneiden odottelu. Tutkittaviin koneisiin kaikki osat ja komponentit löytyivät, mutta joitakin koneita siirrettiin joka päivä odottelualueelle odottamaan. Pahimmillaan osien puutteista johtuvia puolivalmiita koneita saattoi koko tehtaassa olla odottelussa jopa useita kymmeniä. Puolivalmiista koneista aiheutuu myös muita hukkia, kuten tarpeetonta kuljettelua, ylimääräistä varastointia ja myöhemmin yliprosessointia. Puolivalmiit koneet ovat myös taloudellisesti merkittävä hukka, sillä niihin sitoutuu paljon pääomaa. Osien puuttumisiin Leanin näkökulmasta toimivin ehkäisykeino on kanban-ohjaus. Kanban-ohjauksella voidaan varmistua siitä, että jokaisesta vähiin käyvästä osasta ja komponentista varmasti lähtee ajoissa signaali eteenpäin. Tällöin niitä myös saadaan toimitettua ajoissa ja puolivalmiin tuotannon määrä putoaa jopa nollille. Yritys onkin ottamassa lähiaikoina kanban-ohjauksen käyttöönsä (Tiitto 2011). Toiminnan edelleen tehostamiseksi voisi miettiä myös 5S-puhdistustyökalun käyttöönottoa. Sen myötä tuotannossa näkyviä hukkia saisi entistä paremmin näkyville, jonka jälkeen ne olisi helpompi eliminoida kokonaan.

Opinnäytetyön toinen merkittävä tutkittava asia oli koko läpäisyajan selvittäminen Valimontien tehtaassa. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin loppukokoonpanosta saatuja läpäisyajoja. Muut työpisteet eli maalaus, testaus ja pakkaus sekä maalausta edeltävä kuljetus kellotettiin noin minuutin tarkkuudella. Kellotetuista ajoista eroteltiin asetus-, vaihe- ja odotusajat. Myös työpisteiden väliset odotusajat tutkittiin. Koko läpäisyajoissa käytettiin samoja konemalleja kuin loppukokoonpanon tutkimisessakin. Saaduista tuloksista muodostettiin Excel-taulukko.

Opinnäytetyössä saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavina, sillä jokainen työpiste ja työvaihe kelloitettiin viisi kertaa. Jokaisen tutkittavan työvaiheen ja kokoonpanossa työvaiheen osavaiheen suoritti useampi kuin yksi henkilö. Lisäksi samaa tutkimuskohdetta tutkittiin eri päivinä tutkimustuloksen ollessa sama. Tutkimuksen reliabiliteetti siis toteutui. Tutkimuksen validiteetin voidaan myös katsoa toteutuneen, sillä mittarit ja menetelmät vastasivat todellisuutta. Kokonaisuudessaan koko tutkimusta voidaan pitää onnistuneena, sillä se antoi Maaselän Koneelle tärkeitä tietoja tuotannon läpäisyajoista. On hyvä muistaa, että Lean-tuotantoon siirtyminen on pitkäaikainen prosessi. Kehitystyö ei saa pysähtyä koskaan. Jatkotutkimuksena olisi hyvä tutkia sitä, miten työvaiheiden välisiä odotusaikoja saisi lyhennettyä, sekä miten muiden työvaiheiden tehostamista voisi jatkossa kehittää.

Ennen opinnäytetyön aloittamista Lean-tuotanto oli minulle aika pitkälle tuntematon käsite. Olin kuullut sanan joskus, mutten tiennyt mitä se käytännössä tarkoitti. Opinnäytetyön ensimmäinen kuukausi menikin täysin Lean-teorian opiskeluun. Opinnäytetyön toisen kuukauden aikana keräsin tutkimustiedot ja kolmannen kuukauden aikana koostin tutkimustulokset sitoen ne teoriaan. Näistä vaiheista haastavinta oli saatujen tutkimustulosten sitominen teoriaan. Haastavaa oli myös, että tutkiakseni työvaiheiden sisäisiä seisomisajoja minun tuli tietää tarkkaan jokaisen työvaiheen sisältö. Kokonaisuudessaan opinnäytetyö oli erittäin mielenkiintoinen kokemus, ja uskon, että sitä varten hankkimastani tiedosta on hyötyä jatkossa, varsinkin jos suuntaudun työelämässä tuotantotalouspuolelle.

LÄHTEET

- Adams, J. 2006. Stop wasting time, effort, money! Supply House Times, January 2006. Wwww-dokumentti. Saatavissa: http://pierian.net/articles/200601stop_wasting_time_effort_money.pdf. Luettu: 15.2.2011.
- Burton, T. & Boender S. 2003. Lean Extended Enterprise: Moving Beyond the Four Walls to Value Stream Excellence. Boca Raton, Fla: J. Ross Publishing, Incorporated.
- Carreira, B. 2004. Lean Manufacturing That Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits. New York, NY: AMACOM Books.
- Drew, J., McCallum, B. & Roggenhofer, S. 2004. Journey to Lean: Making Operational Cahnge Stick. New York, NY: Palgrave Macmillan.
- Gross, J. & McInnis, K. 2003. Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing. New York, NY: AMACOM Books.
- Hannus, J. 1994. Prosessijohtaminen – Ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky. Neljäs painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Hämeen kirjapaino Oy.
- Heikkilä, T. 2005. Tilastollinen tutkimus. 5.–6. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13., osin uudistettu painos. Helsinki: Tammi.
- K-Maatalous. Hakki-Pilke 2X klapikoneet. Wwww-sivu. Saatavissa: <http://www.k-maatalo-us.fi/tuotteet/koneet/tyokoneet/bioenergia/hakkuritjaklapikoneet/Sivut/default.aspx>. Luettu: 31.5.2011.
- Kajaste, V. & Liukku, V. 1994. Lean toiminta – suomalaisten yritysten kokemuksia. Tampere: Tammerpaino Oy.
- Karjalainen, E. 2010. Ymmärrä Lean ja Six Sigma oikein – Leanin kymmenen harhaluuloa ja väärinymmärrystä. Wwww-dokumentti. Saatavissa: <http://sixsigma.fi/docs/ymmrrleansixsigmaoikein2.pdf>. Luettu: 3.3.2011.
- Karjalainen, E. 2007. Lean ja Six Sigma. Quality Konowhow Karjalainen Oy. Wwww-dokumentti. Saatavissa: <http://www.qk-karjalainen.fi/?sivu=Artikkelit&id=75>. Luettu: 31.1.2011.
- Karjalainen, T. & Karjalainen E. 2002. Six Sigma – Uuden sukupolven johtamis- ja laatu-menetelmä. Hollola: Salpausselän Kirjapaino Oy.

Kilpeläinen, T. Tuotantotalouden peruskäsitteet. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://lipas.uwasa.fi/itt/titu/tutaperus/koko.pdf>. Luettu: 13.1.2011.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Helsinki: WSOY.

Liker, J. 2004. Toyotan tapaan. Käännös painos 2010 [Suom. Niemi, M.]. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Logica. Toiminnan- ja valmistuksenohjaus (ERP, MES). Www-sivu. Saatavissa: <http://www.logica.fi/we-do/enterprose-resource-planning/>. Luettu: 31.5.2011.

Maaselän Kone Oy. Www-sivu. Saatavissa: <http://www.maaselankone.fi/?sivu=esittely>. Luettu: 10.1.2011.

Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

Muller, M. 2009. Manager's Guide to HR: Hiring, Firing, Performance Evaluations, Documentation, Benefits, and Everything Else You Need to Know. New York, NY: AMACOM Books.

Terra Patris. Www-sivu. Saatavissa: http://www.terrapatris.com/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=82. Luettu: 10.1.2011.

Tuurala, T. 2010. Prosessi, prosessiorganisaatio ja prosessin ohjaus. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.kotiposti.net/tuurala/prosessit.htm>. Luettu: 21.1.2011.

Wilson, L. 2009. How to Implement Lean Manufacturing. New York, NY: McGraw-Hill Professional Publishing.

Womack, J. & Jones D. 1996. Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. London: Simon & Schuster.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. 1990. The Machine that Changed the World. New York, NY: MacMillan Publishing Company.

Haastattelut

Hautajoki, J. Laatu päällikön tiedonanto, keskustelu. 21.2.2011.

Tiitto, T. Toimitusjohtajan tiedonanto, keskustelu. 14.10.2010.

Tiitto, T. Toimitusjohtajan tiedonanto, keskustelu. 21.2.2011.

KYSELY LINJAKOKOONPANON TOIMIVUUDESTA

Kokoonpano on muuttunut paikkakokoonpanosta linjakokoonpanoon.

1. Onko linjasto mielestäsi toimivampi järjestely kuin edellinen malli?
 - Kyllä
 - Ei

2. Oletko saanut olla kehittämässä linjastoa mieleiseesi (toimivampaan) suuntaan?
 - Kyllä
 - En

3. Onko linjalla työskentely standardisoitua? (Tiedät selkeästi mitä missäkin linjan vaiheessa tapahtuu kunkin koneen osalta)
 - Kyllä
 - Ei
 - Osittain epäselvää

4. Onko kaikki koneisiin tulevat komponentit ja osat helposti ja nopeasti saatavilla?
 - Kyllä
 - Ei

5. Onko laatuun vaikuttavia virheitä saatu mielestäsi karsittua paremmin pois?
 - Kyllä
 - Ei
 - Ei vaikutusta

6. Vapaa sana. Mikä on erityisen hyvää? Onko jossain kehitettävää?
