

**VAASAN YLIOPISTO
TEKNILLINEN TIEDEKUNTA
TUOTANNON LAITOS**

Antti Havusela

**TOIMITUSVARMUUDEN KEHITTÄMINEN LEAN -
TOIMINTAYMPÄRISTÖSSÄ**

Tuotantotalouden
Pro gradu -tutkielma

VAASA 2014

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENNE- JA KÄSITELUETTELO.....	3
TIIVISTELMÄ	4
ABSTRACT	5
1. JOHDANTO	6
2. TUOTANNONOHJAUKSEN TAVOITTEET.....	9
2.1. Toiminnan ohjattavuus	10
2.1.1.Kokonaissuunnittelu.....	12
2.1.2. Karkeasuunnittelu	12
2.1.3. Hienosuunnittelu.....	15
2.2. Valmistuksen ohjaus.....	16
2.3. Töiden järjestely.....	19
3. LEAN -TOIMINTA	22
3.1. Lean -toiminnan edellytykset yritykseltä	23
3.2. Henkilöstön rooli Lean –tuotannossa	25
3.3. Visuaalisuus ja ongelmakohtien havaittavuus	28
4. TOIMITUSVARMUUS	32
4.1. Informaation kulun merkitys.....	32
4.2. Tuotannon palvelukyky	36
4.2.1. Joustavuus.....	36
4.2.2. Tuotteiden laatu.....	37
4.2.3. Tuotannon välitavoitteet	37
4.3. Läpäisy aika	39
4.3.1. Läpäisyajan merkitys tuotannolle	40
4.3.2. Läpäisyajan lyhentäminen.....	41
4.3.3. Läpäisyajan merkitys asiakastyytyväisyyteen	42
4.4. Toiminnan variabiliteetti eli vaihtelu	45
4.5. Toimitustäsmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä.....	47
5. TUTKIMUS	51

5.1. Laadullinen tutkimus	51
5.2. Haastattelu	52
6. NYKYTILANNE	54
6.1. Tuotannon esittely	54
6.2. Tuotannon ohjattavuus ja joustavuus.....	58
6.3. Töiden järjestely ja aikataulutus	61
6.4. Henkilöstö	62
6.5. Toimitusketjun toiminta.....	63
6.6. Tuotteiden ja toiminnan laatu	64
6.7. Tuotannon ongelmat.....	66
6.8. Toiminnan kehitys	68
7. POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	70
8. YHTEENVETO	77
LÄHDELUETTELO.....	79

LYHENNE- JA KÄSITELUETTELO

COPQ = Cost Of Poor Quality

CT = Cycle Time (Yhden tuotteen valmistamiseen kuluva aika)

ERP = Enterprise Resource Planning (Toiminnanohjausjärjestelmä)

IFS = Industrial and Financial Systems ERP -järjestelmä

JIT/JOT = Just In Time/Juuri Oikeaan Tarpeeseen

KET = Keskeneräinen tuotanto

Lean = Asiakkaalle luodun lisäarvon kehittämiseen tähtäävä yrityskulttuuri

TH = Throughput (Prosessin läpäisseiden tuotteiden määrä)

Time to market = Tuotteen suunnittelun alkamisesta markkinoille pääsaika

Työmääräin = Työkalu, joka määrää työn käsittelyjärjestyksen

Variabiliteetti = Toiminnassa esiintyvä vaihtelu

WIP = Work In Process (Keskeneräinen tuotanto)

VAASAN YLIOPISTO**Teknillinen tiedekunta**

Tekijä:	Antti Havusela
Tutkielman nimi:	Toimitusvarmuuden kehittäminen Lean - toimintaympäristössä
Ohjaajan nimi:	Anna-Maija Wörlin
Tutkinto:	Kauppätieteiden maisteri
Oppiaine:	Tuotantotalous
Opintojen aloitusvuosi:	2008
Tutkielman valmistumisvuosi:	2014

Sivumäärä: 82

TIIVISTELMÄ

Tämä tutkielma on saatu toimeksiantona Yritys X:ltä. Tutkielmassa pyritään hakemaan mahdollisia käyttökelpoisia ratkaisuja siihen, miten yrityksen tuotannossa ilmeneviä pääongelmia pystyttäisiin kitkemään, ja tutkimaan löytyykö yrityksen toimintatavoista ja rutiineista piirteitä, jotka saattavat vaikuttaa negatiivisesti toimitusvarmuuteen.

Ratkaisuehdotuksia haetaan enimmäkseen Lean -toiminnan teoriasta, sillä yrityksellä on jo ennestään tästä kokemusta, ja on toiminnassaan siis jo soveltanut sen oppeja. Myös aiheeseen liittyvää teoriaa tuotannonohjauksesta ja toimitusvarmuuteen vaikuttavista tekijöistä käsitellään kattavasti. Empiirinen tutkimusosuus suoritetaan laadullisena tutkimuksena, ja tutkimusmenetelmänä on tehtaalla suoritettavat haastattelut. Kirjallisuudesta pyritään löytämään yleisesti toimitusvarmuutta heikentäviä tekijöitä, ja haastatteluiden kautta selvittämään, ilmeneekö näitä ongelmakohtia tutkielman kohdeyrityksessä.

Haastatteluissa ilmeni huomioitavia asioita, jotka saattavat olla myötävaikuttajia toimitusten viivästymiseen. Tutkielmassa löytyi muutamia ehdotuksia parannustyökaluista, joita voitaisiin soveltaa käsiteltäviin ongelmiin. Huomioitavaa oli, että parannettavaa löytyi myös sellaisista toiminnoista, jotka yrityksessä katsottiin olevan hyvin hallinnassa. Varmuuden saamiseksi tutkielmassa esitettyjen parannusehdotusten käytettävyys ja toimivuus tehtaalla toiminnassa edellyttävät kuitenkin laajempaa tiedon keräämistä ja sen tutkimista.

AVAINSANAT: Toimitusvarmuus, Tuotannonohjaus, Lean, Valmistuksen ohjaus, Läpäisy aika

UNIVERSITY OF VAASA
Faculty of technology
Author:

Antti Havusela

Topic of the Master's Thesis:

Developing Reliability of deliveries in Lean environment

Instructor:

Anna-Maija Wörlin

Degree:

Master of Science in Economics and Business Administration

Major subject:

Industrial Management

Year of Entering the University:

2008

Year of Completing the Master's Thesis:

2014

Pages: 82

ABSTRACT

This Master's Thesis is a case study for the Company X. The research aims to seek possible practical solutions to root production systems main problems out. The aim is also to investigate feature of the company's practices and routines, and try to detect features which may have a negative impact to the reliability of deliveries.

Potential solutions have been searched from literature and researches of Lean production, because the company has experience of it and has already adjusted it's learnings to company's operations. Also theory of Production Management and factors that have effect to the reliability of deliveries is handled comprehensively. Empirical part of this research is accomplished as a qualitative research, and the research method is interviews that are accomplished in a factory. Literature and earlier researches are used to find out features that usually act major role in impaired reliability of deliveries, and with the help of interviews try to find out are these features manifested in the target company of this research.

The interviews revealed things to consider, that may be contributors to the delays of the deliveries. The research revealed some potential tools, which could be applied to the problems of production system. One important note was, that even functions which are considered to be company's strong parts and under control, could still be improved. To be sure of usability and functionality of improvement suggestions of this study in company's actions, would require wide data collection and examination of it.

KEYWORDS: Reliability of Deliveries, Production Management, Lean, Production Control, Through Put Time

1. JOHDANTO

Kiristyvässä maailmanlaajuisessa kilpailussa yritysten elinehtona on toiminnan joustavuus ja tuotteiden hyvä toimitusvarmuus. Tuotannon täydellinen hallinta ja valmistettavien tuote-erien tarkka kontrollointi vaativat tuotantoyrityksen toiminnanohjaukselta paljon suunnitelmallisuutta. Oman toiminnan kriittinen tarkastelu auttaa löytämään toiminnasta kehitystä kaipaavia toimintoja, joihin voidaan alkaa etsimään ratkaisuehdotuksia, ja sopivan löydyttyä soveltaa sitä omaan toimintaan. Tämän tutkielman tarkoitus on etsiä näitä kehitystä kaipaavia kohtia, ja hakea niihin mahdollisia ratkaisuehdotuksia.

Tämä tutkimus on yritykselle tehty tapausluonteinen tutkimus. Tutkielman aiheena on organisaation ulkopuolisena etsiä laajasti koko tehtaan toiminnasta asioita, jotka saattavat heikentää toimitusvarmuutta, ja myös hakea kirjallisuudesta ja tehdyistä tutkimuksista ratkaisuvaihtoehtoja tehtaalla jo tiedostettuihin tuotannonohjausongelmiin. Yritys X:n tuotanto on vuosien varrella suunniteltu Lean -toimitavan mukaan. Itse tuotantolinjan layout eli ulkoasu onkin suunniteltu tehokkaaksi ja toimivaksi pitkällä kokemuksella. Ongelmia ja kehitettäviä kohtia kuitenkin tuotannosta aina löytyy. Kilpailukykyisen toiminnan jatkuvuuden edellytys on yrityksen kyky havaita toiminnasta näitä kohtia, ja pyrkiä parantamaan niitä. Erityisesti tarkastelussa on tuotannon, ja koko yrityksen toiminnasta sellaisia piirteitä, jotka saattavat heikentää toimitusvarmuutta. Muun muassa valmistusaikojen vaihtelun merkitystä toimitusvarmuuteen tullaan tutkimaan. Tutkimuksessa käsitellään myös ongelmia liittyen ylimääräisen tuotannon valmistamiseen ja ajoittaiseen töiden aikataulutuksen hallitsemattomuuteen. Minulla on valmiiksi kokemusta yrityksen toiminnasta kahden vuoden kesätöistä. Empiirisen tutkimuksen aineisto kerättiin tehtailla käydyissä haastatteluissa ja sähköpostikeskusteluissa. Teimme haastatteluiden yhteydessä myös perusteellisen kierroksen tehtaalla, jossa tuotteiden valmistusketjun ja ongelmien esiintymisen pääsi konkreettisesti näkemään.

Tutkimuksen ongelma voidaan jakaa seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitkä tekijät yrityksen toiminnassa saattavat vaikuttaa toimitustäsmällisyyden heikkenemiseen?
2. Löytyykö Lean -toiminnan teoriasta työkaluja, jotka saattaisivat auttaa esiintyvien ongelmien kitkemisessä?

Pyrin löytämään alan kirjallisuudesta ja tutkimuksista yleisiä huomioitavia asioita, jotka vaikuttavat toimitusvarmuuden heikkenemiseen. Tavoitteeni on löytää laajan teoriaan tutustumisen avulla käyttökelpoisia työkaluja tuotannon kehittämiseen, ja tuomaan ajatuksia uusista toimintatavoista. Tavoitteenani ei ole esittää suoria ratkaisuehdotuksia ongelmiin, vaan tuoda esille mahdollisia uusia näkökulmia ja toimintatapoja, joiden toteutusta voidaan lähteä myöhemmin miettimään yritykselle edullisella tavalla. Pyrin siis herättämään yrityksen tuotannonohjausta suunnittelevassa tahossa uusia ajatuksia siitä, että onko joissain vahvuusalueinakin pidetyissä toiminnoissa mahdollisia tuottavuuden jarruttajia. Aihetta käsitellään laajasti, pyrkien tuomaan kattavasti esiin asioita koko yrityksen sisältä, jotka ovat mukana tuotteiden toimitusprosessissa. Näin ollen teoriaakin tullaan keräämään suhteellisen laajasti, käsitellen koko yrityksen toimintaa. Tulen tutkimaan ongelmaa Lean -toiminnan viitekehyksessä pitäen käytännön koko ajan mielessä.

Tutkielma koostuu teoriaosuudesta, ja sitä soveltavasta käsittelystä käytäntöön, jossa käytetään pohjana haastatteluissa ilmenneitä asioita. Toisessa luvussa paneudutaan tuotannonohjauksen rooliin, pyrkimyksiin ja keskeisiin käsitteisiin. Kolmannessa luvussa on esitetty Lean -toiminnan teoriaa. Siinä kerrotaan mitä Lean käsitteenä tarkoittaa, ja miten sitä hyödyntävän yrityksen olisi edullista toimia. Luvussa neljä on käsitelty laajasti teoriaa liittyen tutkimuksen pääongelmaan, eli toimitusvarmuuteen, ja siihen mitkä asiat siihen yleensä vaikuttavat. Useat esitetyistä asioista saattavat olla hyvin hallinnassa, mutta niiden esille tuominen on tärkeää, jotta niiden vaikutus kokonaisuuteen tiedostettaisiin. Viidennessä luvussa on selitetty käytettävästä tutkimusmetodista ja aineiston keräyksestä. Tehtaan toimintamalli ja nykytilanne sekä siinä huomioitavat koko toimintaan vaikuttavat seikat

on kuvattu kuudennessä luvussa niiden tietojen pohjalta, joita keräsin haastatte-
luissa ja tuotantoesityksissä tehtaalla. Seitsemännessä luvussa on pohdintaa toi-
minnan kehittämismahdollisuuksista, ja käsiteltyjen menetelmien ja toimintatapojen
sovellettavuudesta tehtaalla toimintaan. Viimeinen luku on yhteenveto tutkimuk-
sesta.

2. TUOTANNONOHJAUKSEN TAVOITTEET

Kasvanut globaali kilpailu tuotantoyritysten välillä on pakottanut niitä keskittymään tarkasti tuotteiden hyvään laatuun, mataliin valmistuskustannuksiin ja nopeaan reagointiin markkinoiden muuttuviin tilanteisiin. Kyky vastata ja mukautua nopeasti asiakkaiden tarpeisiin, vaihteleviin markkinaolosuhteisiin ja kehittyvän teknologian hyödyntämiseen ovat hyvän tuloksen edellytykset. Tuotannonohjauksella pyritään kehittämään yrityksen toimintaa niin, että se pystyisi vastaamaan näihin edellytyksiin ja erottumaan kilpailijoistaan. (Maimon, Khmel'nitsky, Kogan 1998: 3.)

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan yrityksen eri toimintojen ja tehtävien suunnittelua ja hallintaa koko toimitusketjun aikana tilauksista toimituksiin. Tuotannonohjauksesta puhutaan joskus myös toiminnanohjauksena, koska yrityksen toiminnan hallinta edellyttää tuotannon lisäksi monen muunkin toimijan, kuten myynnin, jakelun, tuotesuunnittelun ja hankintojen kontrollointia. Tuotteiden valmistuksen suunnittelusta ja ohjauksesta taas on alettu käyttää termiä valmistuksenohjaus. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005: 397.)

Yrityksen koko toiminta koostuu monista eri osatoiminnoista ja tehtävistä, joten se on monimuotoinen kokonaisuus. Tuotannonohjausta tarvitaan satojen erilaisten päivittäin tapahtuvien suunnittelu-, valmistus- ja materiaalinkäsittelytehtävien ohjaamiseen ja hallitsemiseen. Ohjaus on näihin tehtäviin liittyvää suunnittelua, päätöksentekoa, toteutusta ja valvontaa. Tuotannonohjauksen tavoite kiteytettynä on toiminnan organisointi ja ohjaus siten, että yrityksen tuotannon tavoitteet toteutuisivat parhaalla mahdollisella tavalla. Tuotannonohjaus muodostuu eri säännöistä ja menettelyohjeista, joita noudatetaan yrityksen tuotannon suunnittelussa ja toteutuksessa. Erilaiset resurssit tulee hallita siten, että tuotannolle asetetut tavoitteet voivat toteutua. (Haverila ym. 2005: 397.)

Tuotantotoiminnassa pyritään saavuttamaan hyvä aikataulullinen toimituskyky ja valmistamaan laadukkaita tuotteita, samaan aikaan pyrkien minimoimaan tuotannon kustannuksia sekä lisäämään tuotannon joustavuutta. Näiden tavoitteiden

saavuttamiseksi määräytyvät myös tuotannonohjauksen keskeisimmät tavoitteet. Ne ovat kapasiteetin korkea tuottavuus, vaihto-omaisuuden minimointi, toimitusvarmuus ja lyhyt läpäisy aika. Esimerkiksi tuotantolaitteisiin kohdistuneen sitoutuneen pääoman tuottavuus on sitä parempi, mitä suurempi on tuotanto. Valmistusta taas tulisi ohjata siten, että raaka-aineisiin, keskeneräiseen tuotantoon ja loppuvarastoihin sitoutunut pääoma olisi mahdollisimman pieni. Toimitusaikatauluissa tulisi pyrkiä pysymään mahdollisimman tehokkaasti, jotta viivästymisiltä vältyttäisiin ja asiakkaiden tarpeet tyydytettäisiin. Tilausten ja tuotantoerien läpäisyajoja pyritään minimoimaan, jotta keskeneräiseen tuotantoon sitoutunut pääoma pienenesi ja toimitusvarmuus paranisi. Näiden tuotannonohjauksen perustavoitteiden täydellistä toteutumista vaikeuttaa se tosiasia, että tavoitteiden välillä vallitsee ristiriitaisuutta. Jotta saavutettaisiin hyvä toimitusvarmuus, täytyy tuotteita ja raaka-aineita olla jonkin verran varastossa. Toimitusvarmuus edellyttää myös valmiutta pienten tuotantoerien joustavaan valmistukseen. Näin ollen varastoon ja materiaaliin on aina sitoutunut pääomaa. Joustamiskyvyn edellyttämä pienten tuotantoerien valmistus taas vähentää tuottavuutta johtuen kasvaneista asetusajoista. Vaihto-omaisuuden minimoimiseksi keskeneräinen tuotanto ja varastot tulisi minimoida, mikä taas lisää riskiä toimitusvarmuudessa. Tuotannonohjauksen tavoitteena on siis löytää yrityksen toiminnan kannalta paras vaihtoehto kyseisten ristiriitaisuuksien toimintaympäristössä. (Lehtonen 2004: 61; Haverila ym. 2005: 402-403.)

2.1. Toiminnan ohjattavuus

Yrityksen toiminnan tehokkuus ja ohjattavuus riippuvat paljon siitä, millaisia tuotantojärjestelmän ominaisuudet ovat. Tuotannonohjauksessa tulisi olla aina oleellisenä osana pyrkimys kehittää tuotantojärjestelmän ominaisuuksia ja suorituskykyä. Tuotantojärjestelmän ominaisuuksien kehittäminen auttaa puolestaan saavuttamaan tuotannonohjauksen tavoitteet. Mitä parempi yrityksen tuotannonohjausjärjestelmä on, sitä paremmin toiminta voi mukautua muuttuneisiin tilanteisiin ja ohjausmuuttujiin. Monet eri tekijät tuotantojärjestelmässä ja tuotannon organisoinnissa vaikuttavat tuotannon ohjattavuuteen, eli kykyyn vastata ohjausmuuttu-

jiin. Haverila ym. (2005) ovat koonneet listan näistä tekijöistä, joista seuraavassa olennaisimpia:

- Valmistuserien suuruus
- Layoutin selkeys
- Henkilöstön osaaminen
- Kapasiteetin joustavuus tuotantomäärien muutoksille
- Lisäkapasiteetin saatavuus
- Keskeneräisen tuotannon määrä (KET)
- Ohjattavien työvaiheiden määrä
- Tuotteiden määrä

(Haverila 2005.)

Tuotannon ohjattavuuden kehittämiseen panostaminen kannattaa, sillä ohjattavuuden ollessa hyvä yrityksen resursseja voidaan hyödyntää tehokkaammin. Tätä kautta myös toiminnan virheet ja välilliset kustannukset ovat vähäisempiä. Keskeisimpiä keinoja tuotannon ohjattavuuteen ovat läpäisyaikojen lyhentäminen, virheiden ja häiriöiden poistaminen, layoutin selkeyttäminen, toiminnan itseohjautuvuuden kehittäminen ja modernin tietokoneohjatun tuotantotekniikan hyödyntäminen. (Haverila ym. 2005: 405.)

Tuotannon ohjattavuuteen vaikuttavat merkittävästi tuotantotoiminnan organisointiperiaatteet ja tehtävänjako. Ohjattavuus paranee, kun tuotannon organisointia ja johtamista muokataan kohti keveämpiä ja matalampia organisaatioita ja kun vastuuta siirretään myös lähemmäs suorittavaa porrasta. Myös tehtävien organisoinnilla selkeiksi vastuukokonaisuuksiksi on todettu olevan positiivinen vaikutus toiminnan johtamiseen ja ohjattavuuteen. Hyvin hallittava tuotantotoiminta edellyttää yritykseltä toiminnan selkeyttä, hyvää havainnollisuutta, tarkasti määriteltäviä pelisääntöjä sekä toiminnan korkeaa laatua. Tuotannonohjauksen kannalta edullisempaa on, että toiminnan ohjaus perustuu eri toimintojen väliseen saumattomaan kommunikointiin, kuin hierarkkiseen suunnitteluun ja johtamiseen. (Haverila ym. 2005: 408.)

2.1.1. Kokonaissuunnittelu

Kokonaissuunnittelu käsittää tuotannonohjauksessa tehtävät suurimmat linjaukset koskien tuotannon kokonaisvolyymiä ja taloutta. Kokonaissuunnitteluun kuuluu esimerkiksi toiminnan volyymin määrittely, varastotasojen suunnittelu ja kapasiteetin sekä resurssien kokonaistarpeiden määrittely. Näitä suunnitteluja tehdään usein osana vuotuista budjettisuunnittelua ja niitä voi olla tarvetta välillä muuttaa budjettitilanteiden muuttumisen myötä. Kokonaissuunnittelussa päätettyjä asioita käytetään tarkemmissa suunnitteluasteissa lähtökohtana. (Haverila ym. 2005: 412.)

Ennusteiden laatiminen on oleellinen osa kokonaissuunnittelua. Niitä tarvitaan kapasiteetin ja materiaalivarastojen määrittämiseen tulevia tuotantotarpeita varten. Kilpailun kiristyminen globaaleilla markkinoilla on tehnyt ennusteista entistäkin merkittävämpiä. Karkeat ennustevirheet aiheuttavat yrityksille yleensä suoraan lisäkustannuksia esimerkiksi ylimääräisen kapasiteetin myötä. Yritys voi kuitenkin vähentää tuotannon toiminnan riippuvuutta ennusteista parantamalla sen joustavuutta ja reagointikykyä. (Haverila ym. 2005: 413.)

Menekki vaihtelujen hallinta on myös tärkeä osa tuotannonohjauksen kokonaissuunnittelua. Se tarkoittaa kykyä vastata asiakkaiden tilauspäästösten epätasaiseen jakautumiseen eli satunnaisvaihteluun, tai esimerkiksi vuodenaikojen aiheuttamaan kausivaihteluun. Kokonaissuunnittelussa päätetään tavasta, jolla menekki vaihtelua hallitaan. Se voi olla esimerkiksi ylimääräistä tuotteiden varastointia, ylityövoiman käyttöä tai osan töiden siirtämistä alihankkijoille. Yrityksen tulee eri vaihtoehtojen kustannuksia arvioiden valita itselleen sopiva tapa menekinvaihtelun hallintaan, samalla huomioiden eri vaihtoehtoihin liittyviä riskitekijöitä. (Haverila ym. 2005: 414-415.)

2.1.2. Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelulla tarkoitetaan tuotannonohjauksessa kokonaissuunnittelua tarkempaa suunnittelua, sillä sitä tehdään tiheämmin, noin muutaman viikon ajankänteillä. Yrityksen tilauskanta, tuotteiden varastotilanne sekä valmistusbudjetin

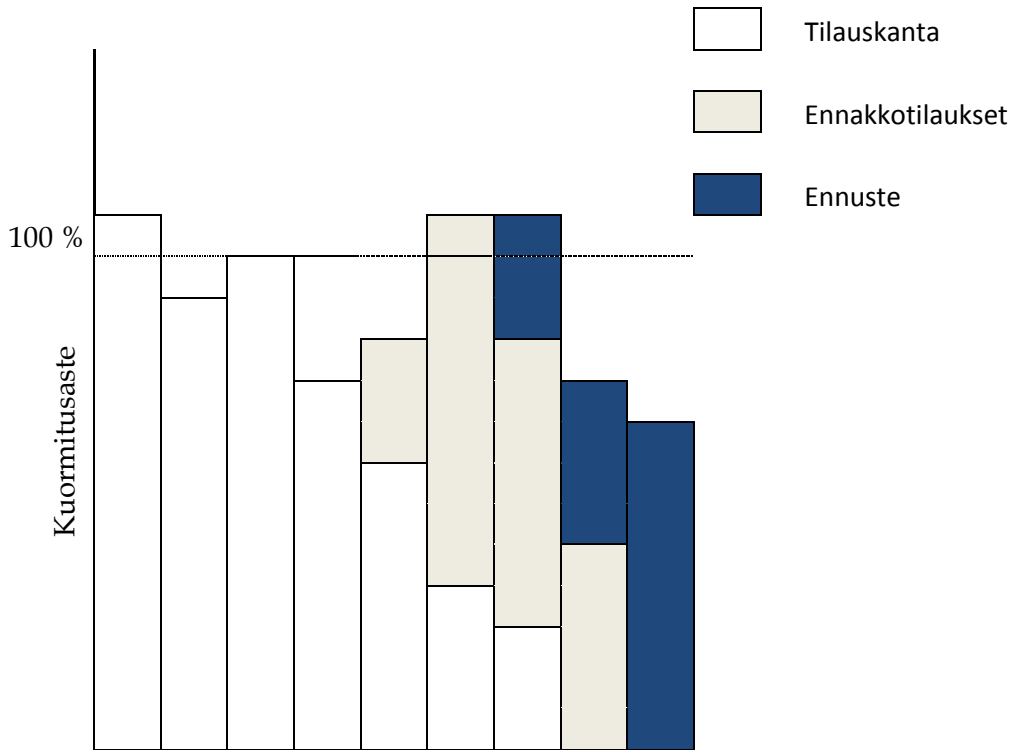
tavoitteet ovat yleensä keskeisissä rooleissa karkeasuunnittelussa. Verrattaessa kokonaissuunnitteluun, myös esimerkiksi ennusteiden painoarvo on pienempi karkeasuunnittelussa. Karkeasuunnittelulla on kaksi tehtävää, joista ensimmäinen on resurssien käytön yleissuunnittelu eli tuotannon vaatimat resurssit määrittämään ja niiden käytöstä tehdään yleissuunnitelma. Yrityksen käytössä olevan henkilöstön ja koneiden kapasiteetti määrittämään ja karkeasuunnittelussa voidaan tehdä päätöksiä esimerkiksi näiden kapasiteettien lisäämisestä tai vähentämisestä. Karkeasuunnittelu ei siis sisällä valmistuksen ohjaamista vaan siinä keskitytään sääntämään yrityksen resursseja menekin mukaisiksi. Toinen karkeasuunnittelun tehtävä on toimituskyvyn määrittely. Tämä tarkoittaa asiakasohjautuvan tuotannon aikataulutussuunnittelua asiakkaalle luvatusajan puitteissa. (Haverila ym. 2005: 415-416.)

Varasto-ohjautuvan tuotannon varastotilanteen seuraaminen ja tilauskannan kehittymisen tutkiminen ovat karkeasuunnittelua. Toimitussuunnitelmaa tarkastellaan ja pyritään suunnittelemaan optimaalisen kokoisia tuotannon valmistuseriä ylläpitämään toimituskykyä. Tuotteiden toimitusaikataulun suunnittelussa otetaan huomioon suunniteltavien tuote-erien kapasiteetti- ja materiaalitytarpeet. Kun kyseessä on tuotantolinjalta tuleva tuttu tuote, henkilöstön, koneiden ja materiaalin kapasiteetin tarpeen määrittäminen voi olla suhteellisen tarkkaa, sillä ne voidaan saada esimerkiksi suoraan yrityksen tietojärjestelmästä. (Haverila ym. 2005: 416.) Toimitusaikataulun perusteella siis karkeasuunnittelussa tulisi pyrkiä valmistamaan tarvittava määrä tiettyjä tuotteita oikeaan aikaan mahdollisimman vähillä resursseilla. Suunnittelussa tulee kuitenkin olla tarkkana, että tuotannon tarjoama kapasiteetti on riittävää toimitussuunnitelmaan nähden. Esimerkiksi liian tarkasti minimoitu valmistusmateriaalivarasto voi aiheuttaa yritykselle turhia kustannuksia, mikäli raaka-aine tilapäisesti loppuu ja toimitus viivästyy.

Karkeasuunnitteluun kuuluu myös yhtenä osa-alueena kuormitussuunnittelu. Karkeakuormitus tarkoittaa yleisen tason kuormitussuunnitelmaa, jossa ylläpidetään tietoa eri tuotantolajikkeiden ja -erien vaatimasta valmistuskapasiteetista. Tätä kautta saadaan siis tietoa siitä, miten suunnitellut valmistus- ja toimituserät kuormittavat yrityksen valmistuskapasiteettia ja näin pystytään tekemään toimitusai-

kaa, tuotantoerien kokoa ja ajoitusta koskevia päätöksiä. Tuotannon kokonaiskapasiteetin hallinta vaikuttaa paljon yrityksen koko toimintaan. Karkeassa kuormitussuunnittelussa resurssien käyttöjen suunnitteluun ei yleensä käytetä pikkutarkkaa yksityiskohtaista tuotannon tarkastelua. Riittävän tarkkaa tietoa tuovat esimerkiksi tehtaan kokonaiskapasiteetin, linjojen ajo-ohjelmien, koneiden ja eri tuotantovaiheiden tarkastelut. On yleistä, että karkeasuunnittelussa keskitytään tuotannon pullonkaulakohtien kapasiteetin parantamiseen, mutta siihen liittyy muitakin ongelmakohtien ratkaisuprosesseja. (Eloranta & Räisänen 1986; Haverila ym. 2005: 416.)

Kuormituspiirros on hyvä työkalu kuormitussuunnittelussa. Siinä kuvataan tuotantoryhmän kuormitusta tarkasteluajanjaksoissa, jotka karkeasuunnittelussa ovat noin viikon jaksoja. Kuormituspiirroksessa kuvataan esimerkiksi käytettävissä oleva kokonaiskapasiteetti, toteutunut kapasiteetin käyttö ja tulevaisuuden ennustettu kuormitus. (Haverila ym: 2005: 417.) Kuormituspiirroksen avulla pystytään graafisesti havainnollistamaan tuotannon lähiajanjakson kapasiteettitarvetta. Sitä pystytään muokkaamaan sitä mukaa kun tilaukset muuttuvat, mutta lähtökohtaisesti selviämisen mahdollisuudet muuttuneista tilanteista ovat aina paremmat, kun resurssien tarvetta on pyritty etukäteen ennustamaan.



Kuvio 1. Esimerkki kuormituspiirroksesta. (Haverila 2005: 417.)

2.1.3. Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelu tarkoittaa tuotannon yksityiskohtaista suunnittelua. Hienosuunnittelussa laaditaan tarkka tuotantosunnitelma tuotteiden valmistamisesta karkeasuunnittelussa tehtyjen karkeiden ajoitusten puitteissa. Hienosuunnittelu käsittää valmistuksen tarkemman ohjaamisen, johon kuuluu muun muassa tarkka suunnitelma suoritusjärjestyksestä ja aikataulutuksesta kullekin resurssille. Hienosuunnittelun työvaiheiden tarkka suunnittelu, edellyttää näiden vaiheiden hyvää tuntemusta. (Lehtonen 2004: 77; Haverila ym. 2005: 418.)

Työvaiheiden itseohjautuvuutta pyritään nykyään usein lisäämään. Näin pyritään pääsemään tilanteeseen, jossa työvaiheet ohjaavat itse itseään ja hienosuunnittelua saa muuttua entistä karkeammaksi. Tämä toteutetaan siten, että esimerkiksi use-

amman vaiheen sisältämää tuotantosolua ohjataan yhtenä kuormitusryhmänä, jota pystytään ohjaamaan kuin yksittäistä vaihetta. Hienosuunnittelun ongelmana kuitenkin on, että erilaiset muutokset ja häiriöt, kuten koneiden rikkoutumiset tai työntekijöiden poissaolot vaikuttavat siihen paljon. Muutoksiin on siis aina varauduttava. Jotta tuotanto kuitenkin sujuisi hienosuunnitelman mukaisena, pyritään sen aikajänne pitämään mahdollisimman lyhyenä, että tilanteesta olisi mahdollisimman tarkkaa tietoa saatavilla. Tämä aikajänne on normaalisti noin päivästä viikkoon. (Haverila ym: 2005: 418.) Hienosuunnittelu on tuotantoerien muodostamista ja niiden oikea-aikaista ajoittamista. Eri tuotantoeristä tulee laatia työjärjestys niin, että tuotannon ja koko yrityksen tavoitteet toteutuisivat mahdollisimman hyvin. Tuotannolle pyritään siis luomaan edellytykset hyvän toimitusvarmuuden ja tuottavuuden saavuttamiseen.

Pullonkaulatyövaiheet ovat yleensä tuotannon kokonaiskapasiteettia rajoittavia tekijöitä. Tällöin niiden toiminta on suunniteltava hyvin, että niiden kuormitusaste saataisiin pidettyä mahdollisimman korkeana. Yrityksen tulee miettiä tavoitellaanko hienosuunnittelussa korkeampaa tuottavuutta vai nopeampia läpäisyajoja. Mikäli pullonkaulavaiheen toimintaan keskittyminen ei ole tuotannon kehittymisen kannalta kriittisin tekijä, kannattaa tuotannonohjauksessa keskittyä läpäisyajojen lyhentämiseen. (Haverila ym: 2005: 418.)

2.2. Valmistuksen ohjaus

Tuotannonohjauksen keskeisimpiä keskittymiskohtia on ohjata itse tuotteiden valmistusta parhaalla mahdollisella tavalla. Tärkeimpiä elementtejä valmistuksen ohjauksessa ovat työn suorittamisen yksityiskohtainen suunnittelu, työnjakelu, työtehtävien ohjaaminen, töiden valvonta ja niiden raportointi. Vakiotuotteita valmistavan tuotantolinjan ohjaus on selkeämpää verrattuna esimerkiksi yksittäisiin tilaustuotteisiin. Tuotantolinjan ohjauksessa pitää kuitenkin kiinnittää tarkasti huomiota kustannusten minimointiin. (Pyykkö 2007: 35.) Itse tuotteiden valmistus on olennaisin osa yrityksen toimintaa, sillä niiden myyntiin koko liikevaihto perus-

tuu. Valmiin tuotantolinjan voisi olettaa toimivan sellaisenaan, mutta sen jatkuva toiminta ja kehittäminen edellyttävät aktiivista seuranta ja raportointia.

Yritykset joiden valmistusprosessit ovat suhteellisen selkeitä, käyttävät usein erilaisia työmääräimiä ohjaamaan töiden järjestystä. Nämä työmääräimet ovat luettavissa esimerkiksi yrityksen tuotannonohjaukseen käytettävästä sisäisestä tietojärjestelmästä. Työnjohto asettaa ne esimerkiksi tietojärjestelmään siihen järjestykseen, kun työt halutaan valmistuvan. Järjestelmästä suorittava henkilöstö pystyy suoraan lukemaan mitä tuotetta halutaan valmistaa seuraavaksi. Tietojärjestelmässä voi näkyä myös tuotteiden työjono kokonaisuudessaan. Tällaisessa työnohjausjärjestelmässä työnjärjestyksen muokkaus on mahdollista työn aloittamiseen asti. Työnohjaus ja jakelu toimivat joskus kokonaan yrityksen tietojärjestelmän avulla siten, että työntekijät näkevät työpisteellään tehtävät työt ja niiden tiedot. Yrityksen pelisäännöistä riippuen työntekijöillä voi olla mahdollisuus myös oman työtehtäväjärjestyksen suunnitteluun ja muokkaamiseen aikataulujen rajoissa. (Haverila ym. 2005: 426.)

Yrityksen karkea- ja hienosuunnittelun edellyttämien toteutuneiden tapahtumien raporttien perusteella päivitetään materiaali- ja kuormituskirjanpitoa ja seurataan töiden aikataulullista toteutumista, toiminnan tuottavuutta, läpäisyajoja ja eri vaiheiden työmääriä. Aikaisemmin tähän raportointiin on käytetty esimerkiksi työpapereita tai tuntiraportointikortteja, mutta toiminnan tehostamisen vuoksi on alettu siirtyä nopeampiin raportointimuotoihin, kuten toteumatietojen syöttämiseen suoraan tietojärjestelmään työntekijöiden tai työnjohdon toimesta. Raportoinnin helpottamiseksi ja virheiden välttämiseksi monissa yrityksissä on siirrytty myös työnumeron kertoviin viivakoodeihin, jotka voidaan tulostaa työpapereihin. (Haverila ym. 2005: 426)

Valmistuksenohjaus on monissa yrityksissä osana tuotannonohjausta hoidettu niin sanotulla keskitetyllä ohjauksella. Atk -järjestelmän on luotettu ohjaavan optimaalisesti yrityksen tuotantoa, kuten muitakin toimintoja. Näin ei kuitenkaan välttämättä ole, sillä keskitettyyn ohjaukseen liittyy myös ongelmia. Pelkän Atk -järjestelmän avulla suoritettava valmistuksen ohjaus saattaa olla jäykkä ja valmis-

tusta ohjaavat tahot saattavat vieraantua valmistuksesta. Atk -järjestelmät saattavat laajentuessaan muodostua myös suhteellisen monimutkaisiksi kokonaisuuksiksi, ja niihin liittyvät rutiinit eivät aina joustu tuotannon todellisen tilanteen tarpeiden mukaisesti. Keskitetyssä ohjauksessa toimitaan ainoastaan tietojärjestelmässä olevien tietojen perusteella. Mikäli esimerkiksi jonkin tuotteen valmistusvaiheen tiedot eivät ole järjestelmässä tilapäisesti ajan tasalla, on oikeiden ohjauspäätösten tekeminen luonnollisesti vaikeaa. Pelkässä tietojärjestelmäohjauksessa tuotannossa tuotetta valmistavan henkilöstön vastuu ohjauksesta ja tuotannon tavoitteista saattaa hämärtyä. Tämä saattaa aiheuttaa suorittavassa portaassa välinpitämättömyyttä yrityksen tavoitteita kohtaan. Näitä keskitettyyn ohjaukseen liittyviä ongelmia pystytään vähentämään hajauttamalla toiminnanohjausta lähemmäs tuotantohenkilöstöä. Ohjauksen hajauttamisella voidaan luoda esimerkiksi itsenäisiä organisaatioyksiköitä, joilla on omat selkeät tehtävänsä, ja jotka vastaavat oman toimintansa suunnittelusta ja ohjaamisesta. Kuten Kajaste ym. (1994) ovat Lean -toiminnan teorian mukaan todenneet, työntekijöiden motivaatio omaa työtehtävää kohtaan saattaa lisääntyä, kun oman työn merkitys on helpommin ymmärrettävissä. Tavoitteet voivat jäsentyä työntekijälle helpommin ja vastuunkanto omasta tehtäväkokonaisuudesta lisääntyä. Myös toiminnan kehittämistä saadaan ohjauksen vastuuta jakamalla helpompaa. Ongelmat saattavat tulla selkeämmin tunnistettaviksi ja myös motivaatio toiminnan kehittämistä kohtaan lisääntyä. Kun vastuuta jaetaan lähemmäs suorittavaa porrasta, toiminnanohjauksessa voidaan keskittyä enemmän tuotannon koordinaatioon ja toimitusketjun hallintaan. (Haverila ym. 2005: 411.)

Tietojärjestelmien avulla pyritään kehittämään tuotannonohjausta ja valmistuksenohjausta ja tätä kautta yrityksen kilpailukykyä. Olisi siis ensiarvoisen tärkeää, että tietojärjestelmien rakentaja ja kehittäjä hallitsisi yrityksen koko toimintaketjun ja tietäisi mitä eri toiminnot pitävät sisällään sekä millaisissa yhteyksissä niiden tulee olla toisiinsa. Mitä paremmin tietojärjestelmän rakentaja tuntee tuotannonohjausjärjestelmän tarpeet, sitä todennäköisemmin se saadaan vastaamaan tuotannonohjauksen tavoitteita. Oikealla tavalla toimivan Atk -järjestelmän rakentaminen on vaikeaa, sillä ne ovat kokonaisia suunnittelujärjestelmiä. Niiden toiminnalta edellytetään paljon enemmän kuin vain informaation tallentamistoimintoja, kuten

esimerkiksi yksinkertaiselta kirjanpitojärjestelmältä. Tietojärjestelmän tulisi olla yksinkertainen ja toimintavarma. Sarjatuotannon ohjaamiseen tarkoitettujen tuotannonohjausjärjestelmien yleisenä ongelmana on, että ne ovat valmisohjelmistoja, jotka on integroitu vastaamaan kohdeyrityksen rakennetta ja tarpeita. Valmispohjasta kustomoitu tietojärjestelmä ei välttämättä pysty ottamaan yrityksen erityispiirteitä huomioon. Tuotannonohjausjärjestelmän tulisi myös pystyä mukautumaan muuttuviin olosuhteisiin, tuoden taas haluttua joustavuutta yrityksen toimintaan. (Miettinen 1993: 89-94.)

2.3. Töiden järjestely

Töiden aikataulutusrjestykset ovat lyhyen aikavälin töiden suoritusjärjestysuunnittelua siten, että yrityksen tuotannonohjauksen tavoitteet toteutuisivat ja myöhästymisiltä välttyttäisiin. Toimintojen aikataulutuksessa keskitytään hyödyntämään käytössä oleva valmistuskapasiteetti mahdollisimman tehokkaalla tavalla. Yrityksissä on monesti useita tuotteita samaan aikaan valmistettavana. Mikäli näiden tuotteiden valmistusrjestyksestä ei ole tarkasti suunniteltu, saattavat toiset työt valmistua aikataulusta edellä, kun taas toiset työt viivästyvät. Töiden aikataulutusrjestyksen laiminlyönti saattaa myös aiheuttaa turhia puolivalmiiden tuotteiden jonoja jossain vaiheessa tuotantoa. Isompien tuotantosarjojen aikataulutus on yksinkertaista verrattuna esimerkiksi pitkälle spesifioitujen tuotteiden valmistamiseen, joiden valmistusvolyymit ovat yleensä pieniä. Mutta millainen tuotantotyyppi onkaan kyseessä, aikataulutuksen puuttuminen, tai virheet sen suunnittelussa tai toteutuksessa voivat johtaa suuriin turhiin kustannuksiin. (Krajewski, Ritzman, Malhotra 2007: 679-680.)

Töiden järjestelyyn on monia eri aikataulutussääntöjä. Kun tuotannossa on useita töitä suoritusjonossa ja tilauksia tulee jatkuvasti lisää, saattaa työjohdolle olla haasteellista suunnitella töiden aikataulutusta siten, että työt valmistuisivat tehokkaasti. Yksi menettelytapa töiden järjestelyyn on niin sanotut prioriteettisäännöt. Niitä käytetään selvittämään mikä olisi työtehtävien paras valmistusrjestyks, että tuotteet valmistuisivat mahdollisimman nopeasti. Prioriteettisääntöjen käyttäminen on

yksinkertaista, sillä niiden avulla helpot nyrkkisäännöt saattavat johtaa hyvään tulokseen. Prioriteettisäännöille ominaista on myös helppo siirrettävyys tietokoneelle. (Krajewski ym. 2007: 681; Haverila ym. 2005: 420.)

Seuraavassa on esitetty Krajewskin ym. (2007) mukaan tärkeimpiä yleisesti käytettyjä prioriteettisääntöjä:

Critical Ratio (CR)

Critical ratio -menetelmällä verrataan toimitukseen jäljellä olevaa aikaa työn jäljellä olevaan valmistusaikaan. Valmistusaikaan tulee sisällyttää koko valmistusprosessi siihen saakka kunnes tuote on valmis toimitettavaksi eli työajat, tuotannossa tapahtuvaan siirtelyyn kuluva aika sekä mahdolliset odotusajat. Tietyllä hetkellä olevan päivän ja toimituspäivän välinen ero täytyy ilmaista samoina yksikköinä kuin valmistusaika, esimerkiksi päivinä. Mikäli kaavan antama luku on alle 1,0 on työ aikataulusta jäljessä. Kun luku on yli 1,0 työ on aikataulussa edellä. Työ, jolla on pienin CR -luku, tulisi laittaa työjärjestyksessä seuraavaksi.

$$CR = \frac{\text{Toimituspäivä} - \text{Tämä päivä}}{\text{Jäljellä oleva valmistusaika}}$$

Earliest Due Date (EDD)

Earliest due date -menetelmässä työ jolla on aikaisin toimituspäivä laitetaan työjärjestyksessä ensimmäiseksi. Työn valmistuttua siirrytään seuraavaan työhön, jonka toimituspäivä on seuraavaksi vastassa.

First-Come, First-Served (FCFS)

FCFS -menetelmässä työ, joka on tullut työpisteelle ensimmäisenä, käsitellään ensimmäisenä. Menetelmässä siirrytään siis automaattisesti aina työhön, joka on odottanut työpisteellä pisimpään.

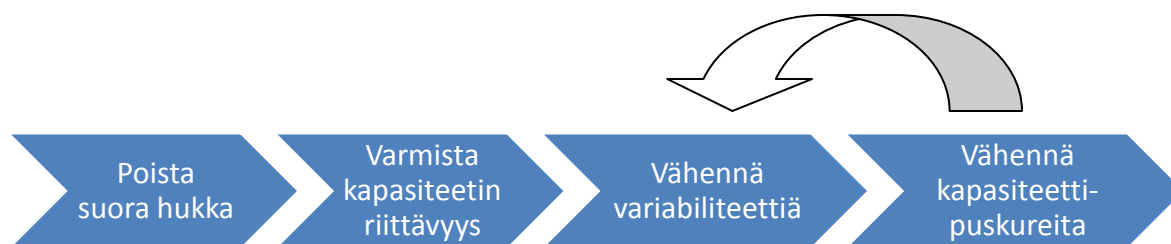
Shortest Processing Time (SPT)

Työ, jolla on lyhin valmistusaika, otetaan käsittelyyn seuraavaksi. Menetelmää voidaan soveltaa jonkin tuotteen koko valmistusprosessiin tai tietylle työpisteelle. Eli tuotetta, jolla on lyhin valmistusprosessi, aletaan valmistaa seuraavaksi, tai vaihe, jolla on lyhin käsittelyaika, otetaan seuraavaksi käsittelyyn työpisteellä.

Vaikka eri prioriteettisäännöt vaikuttavat yksinkertaisilta, vaatii niiden käyttäminen intensiivistä datan keräämistä eri töiden valmistuksesta. Aikataulutukseen tarvitaan tarkkaa tietoa valmistuksen vaatimista järjestelyistä ja vaiheista, että pystytään käyttämään hyödyksi eri tietoja, kuten työn toimitusajankohtaa, reititystä, asetusajoja, valmistusaikoja ja odotusaikoja. Aikataulutuksen laatijan tulisi myös koko ajan tietää eri töiden hetkellinen tilanne eli esimerkiksi missä vaiheessa tuote on ja kuinka paljon tuotteen valmistustyöstä on jo suoritettu. Aikataulutuksessa käytetään prioriteettisääntöjä havainnollistamaan mitä työtä milläkin hetkellä kannattaa tehdä eri työpisteillä, jotta tuotteet valmistuisivat odotettuna rintamana aikataulun mukaisesti. Koska töiden tilanteet vaihtelevat usein, on niiden reaaliaikaiset tiedot hyvä olla nähtävissä esimerkiksi yrityksen tietojärjestelmässä koko ajan. (Krajewski ym. 2007: 682.)

3. LEAN -TOIMINTA

Lean -toiminta (Lean Production) on Japanilaisesta autoteollisuudesta lähtöisin oleva käsite, joka tarkoittaa joustavaa, kevyttä ja jatkuvaan kehittymiseen pyrkivää yrityksen toimintamallia. Se otettiin käyttöön, kun eri maiden autoteollisuusyrityksiä tarkastelevassa tutkimuksessa havaittiin, että menestyneimpien yritysten toiminnasta löytyi paljon yhtäläisyyksiä. Sen perusideana on tuottaa asiakkaan haluama tuote sen käyttötarkoitukseen soveltuvana, samaan aikaan pyrkien karsimaan tuotannosta ylimääräisiä ja lisäarvoa tuottamattomia toimintoja. Lean -toiminnalle ominaista on, että mitään uusia toimintatapoja ei pidetä pysyvinä, vaan niitä tarkastellaan koko ajan kriittisesti. Tätä kautta yrityksen kustannusrakennetta pystytään keventämään jatkuvasti. Päämääränä on tuottaa oikeanlainen tuote, oikean laatusena, mahdollisimman vähällä resursseilla. Suomeksi Lean -toimintatapa määritellään kevyeksi ja joustavaksi toiminnaksi, myös ohuttuotannoksi. (Miettinen 1993: 61; Kajaste, Liukko 1994: 8)



Kuvio 2. Lean -toiminnan toteutusperiaate Toyotalla (Hopp 2008: 91).

Yllä olevassa kuvassa ensimmäinen vaihe tarkoittaa selvän lisäarvoa tuottamattoman toiminnan poistamista. Kapasiteetin riittävyyden varmistaminen on tärkeää, kun varastointia on pyritty pienentämään, että jatkossakin pystytään vastaamaan asiakkaiden tilauksiin. Variabiliteetillä (variability) tarkoitetaan yksinkertaisesti toiminnan kaikenlaista vaihtelua, joka Hoppin (2008) mukaan aina heikentää tuo-

tantotoiminnan suorituskykyä. Vaihtelun minimoimiseen pyrittäessä prosessien läpinäkyvyyden kehittäminen ja seuranta on tärkeää. Kapasiteettipuskurit ovat ylimääräisten resurssien tietoista pitämistä niissä kohdissa, jotka ovat tärkeitä tuotannon kannalta, ja jotka usein saattavat jarruttaa toimintaa. Ylimääräistä kapasiteettiä pidetään tällaisissa kohdissa, että toiminta voisi jatkua, vaikka jokin häiriö ilmenisi tässä kriittisessä pisteessä. Nämä pisteet ovat usein myös tuotannon pullokaulakohtia. Kun variabiliteettiä saadaan vähennettyä toiminnasta, on mahdollista pienentää myös kapasiteettipuskureiden määrää. Kuvassa huomioitavaa on, että variabiliteetin väheneminen tulee kuitenkin tapahtua aina ennen kapasiteettipuskureiden pienentämistä.

3.1. Lean -toiminnan edellytykset yritykseltä

Yrityksen tulisi Lean -tuotannon teorian mukaan toimia asiakaslähtöisesti. Yrityksen toiminnan arvoa tulisi valmistuneiden tuotteiden sijaan mitata asiakkaalle tuotetun arvon perusteella. Asiakas on valmis maksamaan vain tuotteen jalostamisesta, laadusta sekä palvelusta. Näin ollen virheet ja viiveet tulisi asiakkaalle lisäarvoa tuottamattomina tekijöinä karsia tuotannosta mahdollisimman tehokkaasti. Keskitymällä asiakkaan kannalta olennaiseen voidaan säästää merkittävästi kustannuksia ja aikaa. (Miettinen 1993: 62; MET 1992: 8; Tiainen 1996: 28-30.)

Yrityksen toimintaa ohjaavat asiakkaiden ja yrityksen yhteiset tarpeet. Asiakaslähtöinen toiminta edellyttää motivoitunutta ja yrityksen tavoitteisiin ja pyrkimyksiin sitoutunutta henkilöstöä. Koko henkilöstöllä tulisi näin ollen olla käsitys yrityksen asiakkaista ja heidän tarpeistaan. Asiakkaan tunteminen on tärkeää, koska kehittämisen lähtökohtana tulee olla asiakkaalle aikaansaattava lisäarvo. Se koostuu kolmesta tekijästä, joita ovat laatu, hinta ja aika. (Kajaste 1994: 8-9.) Nämä kolme tekijää ovat vahvoissa sidoksissa toisiinsa. Mikäli pystytään tuottamaan kerralla hyvänlaatuista tuotetta ilman virheitä, säästetään virheiden aiheuttamissa kustannuksissa ja näin ollen tuotteen hintaa voidaan laskea tai saada siitä enemmän voittoa. Kerralla hyvän laatuinen tuote säästää samalla toki myös aikaa ja näin toimintusvarmuus paranee. Laadun, hinnan ja ajan lisäksi tärkeitä tavoitteita Lean -

tuotannossa ovat toimitusaika, toimitusvarmuus ja kyky reagoida muutoksiin mahdollisimman nopeasti (Kajaste 1994: 9). Tuotteen arvon määrittää loppukädessä asiakas ja sen on vastattava asiakkaan vaatimuksia. Laatuvaatimuksena on, että tuote soveltuu siihen käyttötarkoitukseen, johon asiakas sitä tarvitsee.

Lean tarkoittaa yhden toimintamenetelmän sijaan koko yrityksen toimintakulttuuria. Metalliteollisuuden keskusliiton julkaisun (1992) mukaan sille on ominaista mm. seuraavat piirteet:

- Asiakaskeskeisyys kaikessa toiminnassa
- Yrityksen toimijoilla yhteinen visio ja tehokas kommunikointi
- Tuhlauksen ja tarpeettoman poistaminen
- Laadukkuus kaikessa toiminnassa
- Saavutettujen edistysaskeleiden vakiinnuttaminen ja toiminnan edelleen kehittäminen on jatkuva prosessi
- Joustava toiminta, jokaisella vastuu omasta toiminnasta
- Monitaitoisuus, toisten töiden hallitseminen
- Koulutusta kaikilla tasoilla
- Lyhyet koneiden asetusajat
- Lyhyet kokonaisläpäisyajat tilauksesta toimitukseen
- Lyhyet läpäisyajat tuotannossa
- Varastojen minimointi, välivarastojen poisto

(Metalliteollisuuden keskusliitto 1992.)

Bhasinin & Burcherin (2006) mukaan Lean -toiminnassa tarkastellaan yrityksen arvoja ja koko toimintakulttuuria, ja mietitään niihin kehitysmahdollisuuksia. Organisaation kaikilla tasoilla olisi hyvä keskittyä kriittisesti miettimään mahdollisia hukkakohtia toiminnassa. Organisaation eri tasoilla tulisi olla yhteiset tavoitteet selvillä, jotta toiminta ja kehitys olisivat yhtenäisiä. Tärkeää on organisaation johtaminen alhaalta ylöspäin niin, että kaikki organisaatiotasot ja toiminnot huomioidaan. Yrityksellä tulee olla selvä visio ja muutosstrategia kehittymisestä. Tämä tulee olla kaikkien työntekijöiden tiedossa organisaatiotasosta riippumatta. Visioiden tulee olla uskottavia, että koko organisaatio voi uskoa niiden toteutumiseen. Uudet

pyrkimykset on hyvä saattaa myös alihankkijoiden tietoon, ja he voivat olla jopa kehitystyössä mukana. Tärkeää on, että henkilöstölle luodaan mahdollisimman hyvät edellytykset sisäistää uudet toimintatavat ja pyrkimykset. Myös asiakkaat voivat mahdollisuuksien mukaan osallistua kehitystyöhön, ja mukauttaa omia tapojaan uuteen suuntaan koko toimintaprosessin kehityksen vuoksi. Kokonaisprosessin tehokas toteutuminen alihankkijoilta asiakkaalle vaatii saumatonta ja hyvää yhteistoimintaa toimittajien, oman henkilöstön ja asiakkaan välillä. (Bhasin & Burcher 2006: 58-59.)

3.2. Henkilöstön rooli Lean -tuotannossa

Henkilöstöllä on elintärkeä rooli Lean -tuotannon onnistumisessa ja yrityksen päämäärien saavuttamisessa. Yritys menestyy, mikäli se osaa käyttää henkilöstönä voimavarat ja osaamisen oikealla tavalla sekä toimimaan aina joustavasti tilanteen mukaan. Paras käytännön tietämys mahdollisista tuotannon ongelmista on niiden ilmentymispaikalla, eli työpisteillä. Pulmat ratkaistaan näissä ongelmien syntypaikoissa. Vaikka työtä tehtäisiin ryhmässä, ratkaisut ja ideat syntyvät yhdessä päässä. Eri toimintojen tulisi siis olla läheisessä kanssakäymisessä toistensa kanssa. Hyvä työilmapiiri parantaa ryhmän työtuloksia. Mitä paremmin työntekijät tuntevat ja ymmärtävät toisiaan, sitä helpompi heidän on saada omat ajatuksensa esille ja toimenpiteiden kehitysedellytykset paranevat. Mielenpitoja työprosessista pitäisi pystyä vaihtamaan avoimesti ja tätä kautta kitkeä turha kitka päivittäisestä toiminnasta. (Kajaste ym. 1994: 9, 50.) Tärkeää on siis, että mahdolliset hyvät ideat ongelmien kitkemiseksi saadaan viiveettä eteenpäin.

Yrityksen menestyksen kannalta tärkeää on, että ongelmat havaitaan ja korjataan nopeasti. Henkilöstön aloitteellisuus on näiden ongelmien havaitsemisessa tärkeää. Aloitteellisuutta voi yrittää kehittää esimerkiksi erilaisilla palkitsemiskampanjoilla. Sen tulisi olla myös jatkuvaa toimintaa. On ehkä turhaa odottaa työntekijöiltä valmiita toteutuskelpoisia ratkaisuja, vaan tyytyä kuulemaan havaituista ongelmista ja pyrkiä ratkomaan niitä erillisessä kehitysryhmässä. Nopea reagointi johtaa tilanteeseen, jossa samat virheet eivät toistu. Tehtyjä havaintoja ja toimenpi-

teitä tulisi soveltaa muillakin työpisteillä ja näin ennalta ehkäistä virheiden syntymistä. Virheen ilmaantuessa ei kannata lähteä etsimään syyllistä, sillä tämä saattaa johtaa vain virheiden salailuun ja peittämiseen. Näin saattaa syntyä myös hävikkiä ja ylimääräisiä kustannuksia. Tämä saattaa johtaa myös työilmapiirin huononemiseen. Yrityksen tulisi siis koko ajan siirtyä passiivisesta toiminnasta aktiivisempaan suuntaan. Saumaton informaation kulku henkilöstön välillä pienentää virheiden kokonaismäärää ja näin edetään koko ajan kohti tavoitetta, eli virheetöntä toimintaa. Lean -toiminnan jatkuva parantaminen tuo mukanaan jatkuvia pieniä muutoksia. Tämä saattaa ainakin uuden toiminnan alkuvaiheessa aiheuttaa muutosvastarintaa. Merkittäviin tuloksiin pääseminen vaatii näin ollen aikaa. Asennemuutoksia Leanin suuntaan tarvitaan koko yrityksessä. (Kajaste ym. 1994: 9, 51–52.)

Koska muutosvastarinnan esiintyminen on lähes varmaa toimintoja kehitettäessä, täytyy muutosjohtajan olla varautunut tilanteeseen, ja toimia sen edellyttämällä tavalla. Oman organisaation ohjaaminen ei kuitenkaan välttämättä riitä, vaan mukaan kehitykseen täytyy ottaa myös niin alihankkijat kuin asiakkaatkin, että koko tilaus-toimitusketju saataisiin sopeutettua tehokkaasti muutoksiin. Kun prosesseja pyritään jatkuvasti tehostamaan, työntekijät saattavat esimerkiksi pelätä, että osa heistä tulee tarpeettomaksi yritykselle, ja saattavat menettää työnsä. Tämän kaltaiset asiat aiheuttavat muutosvastarintaa. Kuten todettu Lean -toiminta tähtää eri toimintojen kokonaisvaltaiseen kehittämiseen. Näin ollen yksittäisten työkalujen tuonti parannusmetodeiksi ei välttämättä saa aikaan vielä näkyviä parannuksia toiminnassa. Kehityksen kannalta olennaista Lean -toiminnassa onkin pitkän aikavälin sitoutuminen uusien toimintatapojen läpivientiin. Uusien toimintatapojen kehityksen kannalta tärkeää on myös niiden huolellinen suunnittelu ja yrityksen resurssien riittävyyden varmistaminen. Tavoitteita ei saa laittaa liian korkealle. Koulutuksen ja tiedonkulun varmistaminen kaikilla organisaatiotasoilla on tärkeää, jotta työntekijät sitoutuvat tavoitteisiin, ja osallistuvat niiden läpivientiin. (Cudney & Elrod 2011: 7–10.)

Yrityksen toiminnan tehokkuus on paljon kiinni henkilöstön tiedoista ja taidoista. Periaatteessa toiminta tulisi ajatella niin, että käytössä olevat koneet ja laitteet tukevat henkilöstön osaamista, ei päinvastoin. Henkilöstön jokaisella toimijalla tulee

olla vahva käsitys yrityksen toiminnasta kokonaisuutena, ja omasta paikasta tässä kokonaisuudessa. Jokaisen yksittäisen työntekijän pitäisi siis tiedostaa liiketoiminnan tarkoitus, mitkä tekijät vaikuttavat yrityksen kilpailukykyyn, mitkä ovat asiakkaiden tarpeet ja millaiset ovat yleiset toimintasäännöt. Heidän tulisi tiedostaa myös yrittäjäluonnon perusasiat, kuten mistä yrityksen tulos syntyy, mitä yrityksen omistajat odottavat yritykseltä ja mitkä tekijät vaikuttavat palkanmaksukykyyn. Kehitystoimenpiteiden positiivinen vaikutus yrityksen tulokseen olisi hyvä havainnollisesti esittää henkilöstölle. (Kajaste ym. 1994: 50–52.)

Yrityksen toiminnan muuttuessa jatkuvasti Lean -toiminnan mukaisesti, oikeanlaisen koulutuksen merkitys korostuu. Isompaan muutokseen valmistautuessa yleensä yrityksen johto koulutetaan ensimmäiseksi. Heille annetaan myös valmiudet opastaa organisaatiossa alempana olevia toimijoita oikealla tavalla. Tietoa tulisi siirtää valuttamalla yrityksen kaikille työntekijöille. Yleensä työntekijän paras kouluttaja on lähin esimies, sillä tämä tuntee alaisensa tietotason ja osaamisen parhaiten. Koulutuksen aikana ja sen päätyttyä tulee tehdä selväksi, että uusi koulutettu toimintatapa otetaan heti käyttöön. Koulutus menee parhaiten perille, kun sitä sovelletaan heti omiin työtehtäviin. Koulutuksen vaikutusta työtuloksiin on hyvä seurata järjestelmällisesti. Joissain yrityksissä on yksilöllisesti laaditut koulutussuunnitelmat, joiden toteutumisesta pidetään kirjaa. Myös esimiehen kanssa sovituin välein käytävät kehityskeskustelut henkilökohtaisista tavoitteista on todettu hyödyllisiksi monissa yrityksissä. (Kajaste ym. 1994: 50, 52–53.)

Henkilöstön sujuvan toiminnan edellytyksenä on sen monitaitoisuus. Tämä tarkoittaa, että työntekijöiden olisi hyvä vähintäänkin ymmärtää muiden toimijoiden työtehtävistä, mutta myös osata niitä. Mikäli työntekijä käyttää aina esimerkiksi vain yhtä konetta, on todennäköistä, että jossain vaiheessa kone on poissa käytöstä, ja kyseinen henkilö näin ollen turha. Jos hän kuitenkin hallitsee muidenkin koneiden käyttöä, voidaan häntä käyttää toiseen vaiheen suorittamiseen. Monitaitoinen henkilöstö lisää näin ollen työvoiman puskurikapasiteettia. (Hopp 2008: 159.) Olisi hyvä, että kukin työntekijä hallitsisi 2–3 työtehtävää. Määrää voi harjaannuttaa yritykselle sopivalla tavalla ja aikavälillä. Henkilöstön monitaitoisuus nousee arvoon, kun tarvitaan joustavuutta esimerkiksi poissaolojen tai henkilöstövaihdosten

takia, ja etenkin kuormitushuippujen sekä lomakausien aikana. Tiukoissa tilanteissa voidaan lisätä henkilöstöä pullonkaulakohtaan. Monipuolinen osaaminen lisää henkilöstön ymmärrystä yhteistyön merkitykseen, ja kokonaistavoitteet hahmotuvat paremmin. (Kajaste ym. 1994: 52.)

3.3. Visuaalisuus ja ongelmakohtien havaittavuus

Visuaalisuudella pyritään parantamaan Lean -tuotannon ohjauksjärjestelmissä lisäarvoa tuottavaa virtausta. Visuaalinen ohjain tarkoittaa työympäristössä käytettävää viestintävälinettä, josta tulisi pikaisella silmäyksellä ilmetä, miten työ tulisi tehdä ja poikkeako se standardista. Visuaalisesta ohjaimesta saa selville olennaisia tietoja työtehtävien etenemisestä. Työntekijä voi ohjaimen avulla viipymättä nähdä esimerkiksi millainen on työtehtävän standardi toteutustapa tai mikä on töiden tilanne milläkin hetkellä valmistusprosessissa. Visuaalisilla ohjaimilla pyritään siis varmistamaan prosessien nopea ja asianmukainen suoritus. Liker (2004) on maininnut esimerkkinä visuaalisista ohjaimista liikennevalot, jotka viestivät erivärisillä valoilla liikenteelle mistä suunnasta saa milloinkin ylittää risteyksen.

Visuaalisuuden kehittämällä pyritään tilanteeseen, jossa työvaihetta, välinettä tai työntekijää vilkaisemalla saa välittömästi nähdä tehtävän suorittamiseen käytetyn standardin ja mahdollisen poikkeaman siitä. Tuotantoa kehittäessä tulisi miettiä, pystyykö työnjohtaja tai päällikkö kävelemään työn suorittamispaikan läpi, ja välittömästi havaitsemaan noudatetaanko työtehtävissä standardeja tai toimintaohjeita. Hyvä visuaalisuus edellyttää myös siistiä työympäristöä, mikä on todettu Lean -toiminnan teoriassa. (Liker 2004: 150-152.) Kaikki toiminnassa tarvittavat laitteet ja työkalut tulisi olla lähellä työpistettä ylimääräisen liikkumisen estämiseksi, ja niillä tulisi olla tarkka määritelty paikka, kun niitä ei käytetä. Näin työpisteen visuaalisuus paranee ja samalla säästetään aikaa, kun eri laitteita ei tarvitse aluksi etsiä niitä tarvittaessa.

Lean -tuotannolle ominaista on, että siinä pyritään löytämään eri tavoilla toiminnassa ilmeneviä ongelmakohtia. Mitä nopeammin ongelmat havaitaan, sitä nope-

ammin niihin pystytään reagoimaan ja tuotantoa kehittämään. Etenkin tuotannossa esiintyvät ongelmat tulisi olla nopeasti ensin ongelmakohtassa työskentelevien havaittavissa, ja tätä kautta myös työnjohdon ja korkeamman johdon tiedossa. Yksi työkalu ongelmakohtien havainnollistamiseen on andon. Andon on termi kontrollintimenetelmälle, jolla jokainen työntekijä pystyy viipymättä ilmoittamaan tuotannossa esiintyvän ongelman työnjohdolle. Sen tarkoituksena on yksinkertaisesti antaa hälytys tuotantolinjalla ilmentyvistä ongelmista. Tällaisia voivat olla esimerkiksi puuttuvat osat tai liiallisen tuotannon aiheuttamat jonot. Andonin ongelmakohta ilmaistaan usein esimerkiksi valolla tai merkkiäänellä, jonka perusteella pystytään heti näkemään missä ongelma on ilmentynyt. Nopean hälytyksen ansiosta työnjohto havaitsee ongelman viipymättä ja pystyy aloittamaan selvityksen, mistä ongelma johtuu ja miten se ratkaistaan. Vaikka tuotantolinja jouduttaisiin keskeyttämään hetkeksi virheen korjaamisesta johtuen, saattaa tuotannon kokonaistehokkuus parantua, sillä virheet analysoidaan, ja niiden uudelleen esiintyminen pyritään estämään. Kiteytettynä andonin toimenkuva on siis nopeuttaa ongelmatilanteiden aiheuttamien häiriöiden havaitsemista ja eliminoimista. (Liker 2004: 128-132; Merikallio & Haapasalo 2009.)

Ongelmakohtiksi voidaan lukea kaikki yritykselle lisäarvoa tuottamattomat asiat. Ne tulisi tunnistaa omasta toiminnasta mahdollisimman tehokkaasti, että niiden kehittämiseen pystyttäisiin viipymättä keskittymään. (George, Maxey, Price, Rowlands 2005: 49-51, 201.) Seuraavassa on esitetty Likerin (2004) mukaan kahdeksan lisäarvoa tuottamattoman hukan päätyyppiä, joita voi soveltaa tuotantolinjassa, tuotekehityksessä, tilausten vastaanottamisessa ja toimistossa.

1. Ylituotanto

Tilaamattomien tuotteiden valmistaminen aiheuttaa tarpeetonta henkilökunnan palkkaamista ja tuottaa liiallista varastoa. Toisia tuotteita valmistettaessa liikaa myös toisten tuotteiden valmistus saattaa viivästyä.

2. Odottelu

Työntekijä joutuu vain seuraamaan tuotteen valmistusta automatisoidulla koneella tai odottaa esimerkiksi seuraavaa käsittelyvaihetta tai komponent-

tia. Turhaa odottelua on myös, jos työntekijällä ei yksinkertaisesti ole hetkel-
lisesti töitä varaston loppumisen, käsittelyviiveiden, välineistön sammutta-
misen tai kapasiteetin pullonkaulojen vuoksi.

3. Tarpeeton kuljettelu

Tarpeettomaan kuljettamiseen sisältyy keskeneräisen tuotannon kuljettelu
pitkiä matkoja, tehoton kuljetustapa tai materiaalien, osien ja valmiiden
tuotteiden siirtely prosessista toiseen.

4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely

Tarpeettomien vaiheiden suorittaminen osien käsittelyssä. Kehnon työkalun
tai tuotesuunnittelun aiheuttama tehoton käsittely, mikä saattaa johtaa
myös virheelliseen tuotteeseen. Hukkaa on myös käyttää resursseja laaduk-
kaampien tuotteiden valmistamiseen kuin mitä käyttötarkoitus vaatii.

5. Tarpeettomat varastot

Liiallinen määrä raaka-ainemateriaalia, keskeneräisiä tai valmiita tuotteita
aiheuttaa turhia kustannuksia. Liian suuriin varastoihin tuotannon eri vai-
heissa liittyy myös ongelmia, kuten tuotannon epätasapaino, myöhästyneet
toimitukset alihankkijoilta, viat, välineistön alhaallaoloajat ja pitkät asetus-
ajat.

6. Tarpeeton liikkuminen

Kaikki henkilöstön liikkuminen, joka voitaisiin välttää, on tarpeetonta. Täl-
laista on esimerkiksi osien tai työkalujen etsiminen tai hakeminen jostain
kauempaa työn aikana.

7. Viat

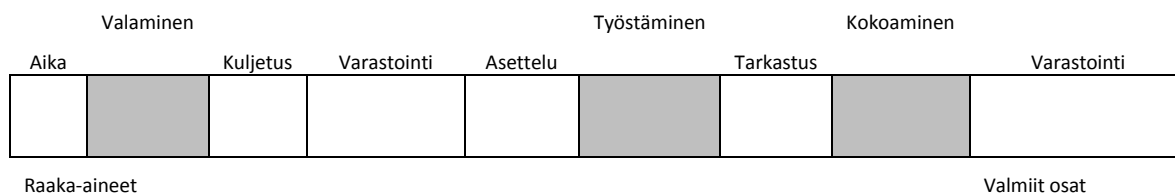
Viallisten osien tuottaminen ja korjaaminen. Turhat toimenpiteet valmistet-
taville tuotteille ovat hukattua aikaa ja turhaa työtä. Esimerkkejä tällaisista
toimenpiteistä ovat korjaaminen, uudelleen työstäminen, hylkääminen, täy-
dennysosan tuottaminen ja tarkastus.

8. Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen

Aikaa, hyviä ideoita, taitoja, parannusehdotuksia ja oppimismahdollisuuksia voidaan hukata, mikäli työntekijöitä ei sitouteta tai kuunnella Lean -toiminnan edellyttämällä tavalla.

(Liker 2004.)

Tuotteelle lisäarvoa tuottava valmistusaika on yleensä vain pieni osa tuotteen valmistamiseen käytettävästä kokonaisajasta. Perinteisten kustannustensäästömenetelmien ongelmana on keskittyminen vain lisäarvoa tuottavien vaiheiden kehittämiseen. Lean -ajattelussa huomio keskitetään lisäarvoa tuottamattomien vaiheiden kitkemiseen. Kuviossa 3 on esitetty esimerkki valu-, työstö- ja kokoamisprosessin lisäarvoa tuottavista ja tuottamattomista vaiheista valmistusprosessissa. (Liker 2006: 30.) Tässä esimerkissä tärkeä huomio on, että valtaosa valmistusprosessin ajasta ei tuota lisäarvoa tuotteelle. Tähän aikaan tulisi Lean -toiminnan mukaan paneutua, ja pyrkiä vähentämään sitä esimerkiksi välivarastojen ja kuljetusaikojen minimoinnilla.



- Lisäarvoa tuottava aika
- Lisäarvoa tuottamaton aika (hukka)

Kuvio 3: Valmistusprosessin lisäarvoa tuottamattomat asiat (Liker 2006: 30).

4. TOIMITUSVARMUUS

Toimitusvarmuuteen vaikuttaa luonnollisesti koko toimitusketjun toiminta ja luotettavuus. Just in time -ajattelussa (JIT) keskeinen havainto on, että toimitusprosesseissa, jossa toimitusajat ovat suhteellisen pitkiä, tuotteille ei suureen osaan ajasta tehdä mitään. Tavara vain seisoo jossain prosessin vaiheessa odottamassa esimerkiksi seuraavaa tuotantovaihetta, lähetystä, kuljetusta tai jotain muuta vaihetta, jolloin se myös sitoo varastotilaa. Kaikki tämä odotusaika on tyypillisesti tarpeetonta, ja asiakkaalle lisäarvoa tuottamatonta. Mitä lyhempää tietä tuotteet toimitusketjussa liikkuvat, sitä pienempiä ovat ketjun kokonaiskustannukset ja toimintaan sitoutunut pääoma. Myös toimitusvarmuus paranee, kun odotteluajat toimitusketjussa lyhentyvät. Tuotteiden valmistusaika muuttuu myös standardiin suuntaan, ja näin tuote-erien valmistusaikataulujen ennustettavuus kehittyy. Toimitusketjun toiminnan kehittämisessä täytyy toki keskittyä moniin asioihin, mutta yksi tärkeä voimavara toimitusprosessin onnistumisen kannalta ovat työntekijät, joiden työmenetelmät, toimintatavat, tietotekniikan hallinta ja koulutus luovat edellytykset tehokkaalle toiminnalle ja tuhlauksen minimoinnille. Myös sekä yrityksen sisällä, että sen toimittajien välillä tapahtuvan toimintojen yhdistelyn avulla voidaan lisätä kokonaistehokkuutta, lyhentää läpimenoaikoja, parantaa laatua ja ohjattavuutta sekä vähentää varastoja. Eri toimintojen yhdistely mahdollisuuksien mukaan parantaa koko ketjun kilpailukykyä. (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2008: 349-352.)

4.1. Informaation kulun merkitys

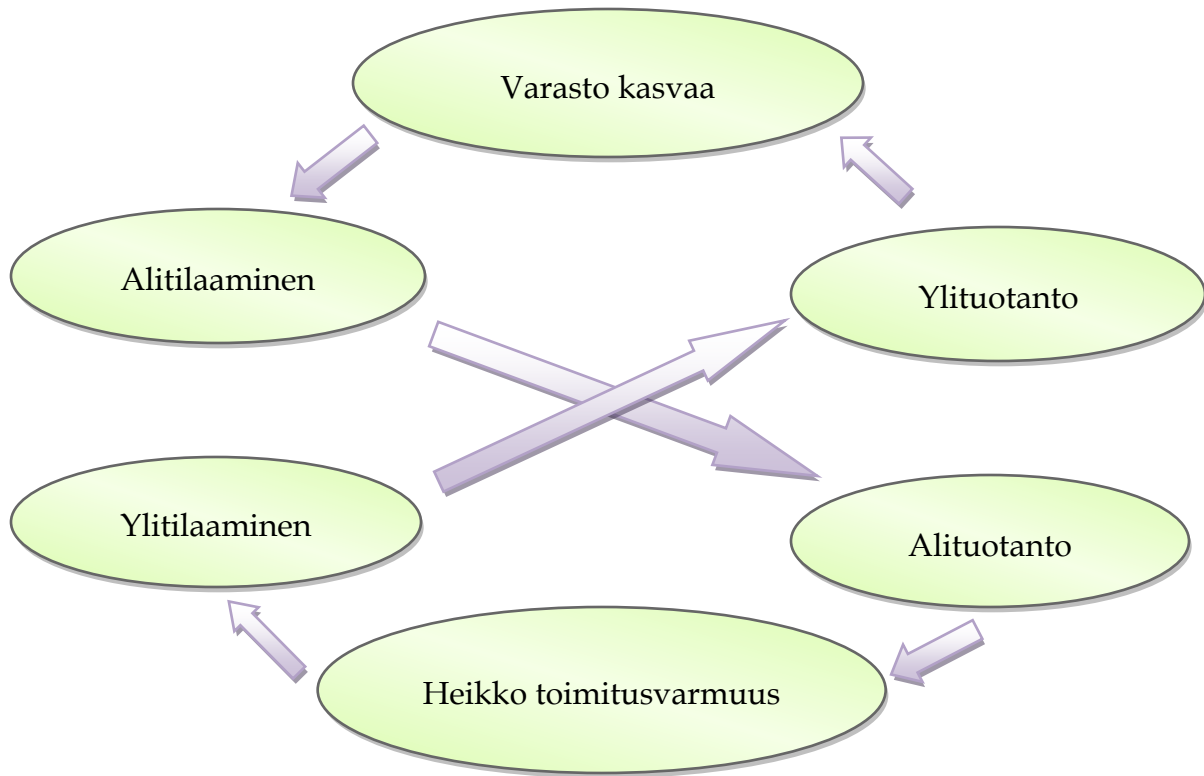
Ilorannan ja Pajunen-Muhosen (2008) mukaan Resurssien jakamisessa toimitusketjun eri osien välillä tärkeää on huolehtia siitä, että toimitusketjun eri osissa vallitsee sama toimintasykli ja toimintanopeus ja että mahdolliset muutokset ovat yhtä suuria kaikkialla ketjussa. Toimitusketjun eri toimijoiden toimintatavat on hyvä olla kaikkien selvillä, ja toimijoiden kommunikoinnin saumatonta, jotta informaatiokatkoksilta tai -viivästyksiltä vältytään.

Lee, So ja Tang (2000) ovat tutkineet informaation kulun merkitystä asiakkaan ja toimittajan välillä. Tutkimuksessa selviää, että tehokkaasta informaation kulusta eri toimijoiden välillä on hyötyä. Eniten siitä näyttäisi hyötyvän tuotteiden valmistaja. Hyödyt tulevat erityisesti esiin, kun pitkällä aikavälillä kysyntä vaihtelee paljon, tai kun toimitusajat ovat suhteellisen pitkiä. Asiakas taas hyötyy informaation kulun aikaansaamasta lyhyemmästä toimitusajasta, joka vaikuttaa kustannusten laskemiseen ja pienempään varastointitarpeeseen. (Lee ym. 2000: 627 - 640.)

Kommunikoinnin puute toimitusketjun toimijoiden välillä voi johtaa niin sanottuun Bullwhip -efektiin, eli suomennettuna piiskailmiöön. Mikäli loppuasiakas tilaa jotain tuotetta yhden kappaleen lisää, normaalitilanteessa kaikkien ketjun toimijoiden volyymi tulisi myös kasvaa yhdellä. Tietyn tuotteen kasvaneet valmistusmäärät saattavat aiheuttaa volyymiheilahtelua toimitusketjun yläpäässä, ellei alihankkijaa informoida mistä kasvanut tarvemäärä tuotteelle johtui, eli jääkö kysyntä korkeammalle tasolle, jatkuuko sen kasvu entisestään vai oliko tilauksessa vain pieni ohimenevä piikki. Jos informaatio ei tällaisessa tilanteessa kulje saumattomasti toimitusketjun välillä, seurauksena on huonoa palvelua ja vaikeuksia tuotannon suunnittelussa, mikä puolestaan johtaa uhkaan toimitusvarmuuden heikkenemiselle. (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2008: 353.)

Myös Lee, Padmanabhan ja Whang (1997) käsittelevät tutkimuksessaan Bullwhip -efektiiä. He esittävät efektin kysyntäinformaation vääristymänä toimitusketjussa, kun tieto kysynnästä kulkee asiakkaalta toimittajalle. Tämä informaation puute aiheuttaa päänvaivaa toimittajille, ja näin heikentää myös asiakkaan kilpailukykyä. Toimittajat voivat informaation puutteesta johtuen kärsiä esimerkiksi epätarkoista ennusteista, matalasta kapasiteetin käyttöasteesta, liian suurista varastoista, sekä huonosta asiakaspalvelusta. Joskus tilausmäärien vaihtelu toimittajan ja asiakkaan välillä saattaa olla jopa suurempaa, kuin itse lopputuotteen myynnin vaihtelu. Leen ym. (1997) mukaan Bullwhip -efektiiä aiheuttavat kysyntäennusteiden jatkuva päivittäminen, tilausten yhdistely, varastoon tilaaminen puutteita ennakoiden ja hintojen vaihtelu.

Myös Houlihan -ilmiö, eli niin sanottu toimitusketjun noidankehä, tarkoittaa toimitusketjun informaatiovirran puutteesta johtuvaa toimitusketjun taipumusta vahvistaa vaihteluita. Mikäli tavaraa ei saada alihankkijalta tarpeeksi nopeasti, suojautuu asiakasyritys tähän puutteeseen tilaamalla sitä yli todellisen tarpeen. Ylimääräinen tilaaminen johtaa kysynnän vääristymiseen ja toimitusvarmuuden heikkenemiseen. Toimitusvarmuutta taas pyritään ylläpitämään suuremmilla varmuusvarastoilla, kuin oikea tarve olisi. Varmuusvaraston pienet täydennystilaukset taas vääristävät kysyntää, sillä tilaukset voivat näyttää pienemmiltä, kuin todellinen tarve on. Myös liian lyhyen aikavälin ennustukset lisäävät vaihtelua ketjussa, sillä kysynnän pienet vaihtelut voivat siirtyä ennusteisiin ja vahvistua, vaikka kyseessä olisi yksittäinen suurempi tilauserä. (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2008: 355–356.) Houlihan -ilmiö on esitetty Kuviossa 4. Ylituotanto johtaa liian suureen varastoon. Näin asiakas tilaa alihankkijalta vähemmän, kuin todellinen tarve on, ja tuloksena on alitilaamista kysyntään nähden. Kun tilataan vähän, syntyy alituotantoa todelliseen menekkiin nähden. Alituotanto tulee mukaan ennusteisiin, mikä heikentää toimitusvarmuutta jatkossa, ja seurauksena on ylitilaamista, kun toimitusvarmuus pyritään ylläpitämään. Tästä seuraa taas uudelleen liian suurta valmistamista todelliseen tilanteeseen nähden.



Kuvio 4. Houlihanin noidankehä. (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2008: 356.)

Lapinleimun (1997) mukaan tuotannon lisäksi valmistavan yrityksen päätoimintoja ovat tuotekehitys, markkinointi ja jälkimarkkinointi. Jotta yritys voisi pärjätä maailmanlaajuisessa kilpailussa, on sen pystyttävä kehittämään kaikkia näitä päätoimintoja tasaisesti. Vain yhteen tai kahteen vahvuusalueeseen keskittyminen, ja niiden kehittäminen eivät vedä muita alueita mukanaan. Toiselle sijalle kehityksessä jääneet osa-alueet heikentävät yrityksen menestysmahdollisuuksia väistämättä. Metalliteollisuudessa kaikkien päätoimintojen merkitys näkyy selvästi.

4.2. Tuotannon palvelukyky

Palvelukykyä kasvattavat nopeus ja joustavuus ovat yleisesti tuotannon tärkeimpiä kehitystavoitteita. Haasteelliseksi tuotannon kehittämisen tekee tasapainottelu hyvän palvelukyvyn ja kustannustehokkuuden välissä. Hyvä palvelutaso edellyttää toimituskyvyn ylläpitämistä, eli lyhyt ja varma toimitusaika ovat siinä tärkeitä tekijöitä. Täsmällisen toimituskyvyn ylläpitämiseksi yrityksellä saattaa olla tarve mukautua asiakkaiden yksilöllisiin vaatimuksiin ja toiveisiin, ja samaan aikaan huolehdittava, että laatu pysyy halutunlaisena. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997: 37.)

Lyhyt ja varma toimitusaika on yksi tuotannon hyvän palvelukyvyn tavoitteista. Toimitusajan pituuteen vaikuttaa kolme asiaa, jotka ovat tarvittavien materiaalien hankinta-ajat, tuotannon valmistuksen läpäisyajat ja tehtaan kuormitustilanne. Tuotantojärjestelmässä pystytään eniten vaikuttamaan oman valmistuksen läpäisy aikaan, joten siihen keskittyminen on palvelukyvyn kannalta tärkeää. Tuotannon nopeutta tärkeämpi tekijä on, että luvatuissa toimitusajoissa pysytään. Luotettavuuden lisäksi näin vältytään mahdollisilta viivästyksistä aiheutuvilta lisäkustannuksilta. Hyvä toimitusvarmuus edellyttää tuotantojärjestelmältä hyvää ohjattavuutta. Toimitusajojen pitäminen ja vaikutelma tuotantojärjestelmän toimivuudesta lisää myös yrityksen imagoa markkinoilla ja asiakkaiden silmissä. (Lapinleimu ym. 1997: 38; 40.)

4.2.1. Joustavuus

Kun puhutaan tuotannon tai toiminnan joustavuudesta, kaupallisessa mielessä se tarkoittaa sopeutumista asiakasverkostoihin, valmistusta asiakastilauksen perusteella ja pienien erien taloudellista valmistuskykyä. Kuten todettu varastoon valmistus sitoo pääomaa, eli vie resursseja, ja on siksi turhaa. Mikäli tuotantoyritys tuottaa tuotteita, jotka ovat pääosin samoja, mutta niissä on esimerkiksi erilaisia asiakasversioita, on valmiiksi suunniteltujen moduulien ja varianttien käyttö hyvä tapa hoitaa tilannetta. Kaikkia näitä moduuleja ja variantteja ei kuitenkaan voida pitkäaikaisesti varastoida. Tämän takia valmistusaika on tärkeää saada mahdolli-

simman lyhyeksi. Valmistus olisi hyvä voida aloittaa vasta tilauksen perusteella, ja optimieräkokona voidaan pitää tilauksen kokoa, ettei ylimääräistä tuotantoa synny. (Lapinleimu ym. 1997: 38-39.)

4.2.2. Tuotteiden laatu

Työn tekeminen ja työvoima ovat yritykselle aina suuria menoeriä, eikä tuotteiden valmistaminen yleensä kannata, ellei tuotteiden laatu ole korkea ja tasaista. Lapinleimun (1997) mukaan hyvään laatuun kuuluvia päätekijöitä ovat tuotteen peruslaatu, toteutuslaatu ja esteettisyys. Peruslaatuun kuuluvia asioita ovat tuotteen oikea mitoitus, soveltuva materiaali, toimivuus ja käytettävyys sekä asianmukainen pintakäsittely. Toteutuslaatu tarkoittaa, että tuote vastaa suunniteltua ja että tuotteet ovat keskenään samanlaisia. Sen tärkeimpiä vaikuttajia ovat valmistusmenetelmät ja tuotantojärjestelmän toimivuus. Esteettisyyden osa-alueita ovat muotoilu ja viimeistely.

Automaation käyttö metalliteollisuuden yrityksissä on kasvanut koko ajan. Sen vaikutus laatuun ei kuitenkaan ole yksiselitteistä. Automaation käyttäminen tasaa valmistuksen hajontaa ja laatua. Joskus automaatiossa tavoitellaan vain nopeutta, mikä saattaa tapahtua mittahajonnan kustannuksella. Ihmisen jälki osana valmistusprosessia vaihtelee myös. Muuten tasainen tuotantolaatu saattaa kärsiä työntekijän väsymisestä, tarkkaamattomuudesta tai turtumisesta työtehtävään. (Lapinleimu ym. 1997: 39-40) Tuotannonohjauksessa tulee miettiä mikä on omalle toiminnalle tärkeintä, mikäli tuotannon nopeus tapahtuu laadun kustannuksella.

4.2.3. Tuotannon välitavoitteet

Tuotannon välitavoitteet tarkoittavat tuotannon palvelukyvyn kehittämisen kannalta elintärkeitä tavoitteita, jotka eivät kuitenkaan itsessään tuota välttämättä asiakkaalle lisäarvoa. Esimerkiksi primaarinen tavoite, josta myös asiakas on kiinnostunut, on hänelle näkyvä toimitusaika. Välitavoitteena tuotannon kannalta hyvää toimitustäsmällisyyttä ajatellen on kuitenkin ainakin lyhyt läpäisy aika. Yritykselle ja tuotannolle tärkeiden välitavoitteiden merkitystä ei voida vähätellä. Esimerkiksi

aikajohtaminen (time based management), joka perustuu läpäisyajojen tärkeyteen, ja laadun merkitykseen paneutuva laatujohtaminen (total quality management) ovat vakiintuneet yleiseen käyttöön johtamistekniikoiden ydinsanoina. Vastaavanlaisiin välitavoitteisiin keskittyvissä johtamis- ja toimintatapaopeissa vaarana on kuitenkin, että kehitysprosessissa keskitytään liiaksi vain tiettyyn osaluokkaan tai asiaan. Yhden asian korostamisen sijaan tuotannon eri välitavoitteita tulisi kuitenkin kehittää tasaisesti ja yhtäaikaaisesti. (Lapinleimu ym. 1997: 41.)

Lapinleimu ym. (1997) mainitsevat tuotannon kannalta merkittäviksi välitavoitteiksi ja kehityskohteiksi seuraavat asiat:

- Läpäisy aika
- Kerralla valmiiksi
- Asetusajat alas
- Sisäinen asiakkuus
- Varastoton valmistus
- Kevyt organisaatio (Lean)
- Automaatio
- Modulaarinen tuote

(Lapinleimu 1997.)

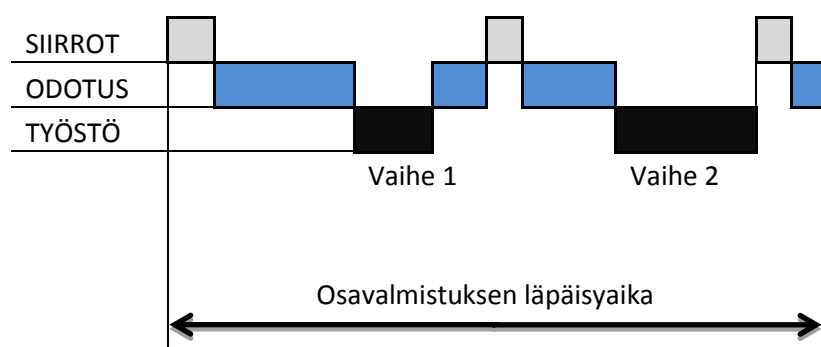
Valmistuksen lyhyt läpäisy aika tarjoaa osaltaan mahdollisuudet lyhyisiin toimitusaikoihin. Se myös parantaa koko tuotannon ohjattavuutta, keventää organisaatiota ja tuo toimintaan joustavuutta, eli luo yritykselle kykyä mukautua muuttuviin tilauksiin ja tilanteisiin. Lyhyet läpäisyajat ovat merkki siitä, että järjestelmä toimii hyvin. Kerralla valmiiksi -tekniikassa tähdätään tuotteiden, tai niiden osien sellaiseen valmistamiseen, jossa kukin osa valmistuu yhdessä työvaiheessa, ja kerralla valmiiksi asti. Työvaiheketjujen ja läpäisyajojen tulisi näin lyhentyä, ja ohjattavuuden jälleen parantua. Kerralla valmiiksi -välitavoitteella pyritään myös minimoimaan virheellinen tuotanto. Pyrkimyksellä pienentää koneiden asetusajoja pyritään siihen, että pystyttäisiin tehokkaasti valmistamaan pienemmätkin valmistuserät. Lyhyet asetukset ovat Lapinleimun ym. (1997) mukaan tuotannon kehittä-

tämisen strateginen komponentti. Sisäisellä asiakkuudella tarkoitetaan, että jokaisen tulisi pitää seuraavaa työvaihetta asiakkaanaan, ja toimia tämän kannalta parhaalla mahdollisella tavalla. Tällä tarkoitetaan niin työn laatua, kuin sisäisiä toimitusaikojakin. Varastoton valmistus tähtää siihen, että valmistuserä olisi valmiina juuri sillä hetkellä, kun se halutaan toimitettavan eteenpäin. Tätä oikeaan aikaan ja oikealla määrällä valmistamista kutsutaan JOT -tuotannoksi (juuri oikeaan tarpeeseen). Lyhenne on vastike englanninkielisestä termistä JIT (Just in time). Lean -tuotannon merkitystä on esitetty enemmän luvussa 2. Automaation käyttäminen valmistuksessa on ennen kaikkea tuotannon rationalisointikeino, sillä toimiakseen se pakottaa järjestelmältä tietynlaista selkeyttä. Modulaarisen tuotteen käyttäminen on hyödyllistä, mikäli pienillä mukautustoimenpiteillä pystytään vastaamaan eri asiakkaiden vaatimuksiin. (Lapinleimu ym. 1997: 41-42.)

4.3. Läpäisy aika

Läpäisy aika tarkoittaa aikaa, joka kuluu jonkin toimintakokonaisuuden saattamiseen alkamisesta sen valmiiksi tulemiseen. Läpäisy aika korvataan joskus termillä läpimeno aika. Termit tarkoittavat kuitenkin samaa asiaa. Läpäisy ajalla voidaan tarkoittaa prosessien valmistusaikaa, eli voidaan puhua esimerkiksi koko tilauksen, tilauksen valmistusvaiheen, osavalmistuksen tai kokoonpanon läpäisy ajoista. Koko tilauksen läpäisy ajan määrittävät kaksi tekijää, jotka ovat materiaalihankintojen vaatima aika ja oman valmistuksen läpäisy aika. Tuotannon suunnittelun merkitys korostuu puhuttaessa läpäisy aikojen vähentämisestä. Usein tuotannossa, jossa tuote käy läpi eri vaiheita, odotukset ennen itse työvaihetta ovat pitkiä verraten koko läpäisy aikaan. Mitä enemmän työvaiheita on, sitä enemmän yleensä myös odotusaikaa työpisteiden välillä kertyy. Englanninkielisessä tuotannon käsitteistössä läpäisy aikaa tarkoittavia ilmauksia ovat *through put time* ja *lead time*. Ensimmäistä käytetään enemmän puhuttaessa valmistuksen läpäisy ajoista ja jälkimmäistä, kun läpäisy aika käsittää esimerkiksi suunnittelun, hankintojen ja valmistuksen kokonaisuuden. Operatiivisen tuotannon läpäisy aikoja laajempi käsite on *Time to market*, eli tuotteiden markkinoille pääsy aika. Se tarkoittaa aikaa tuotekehityksen alkamisesta valmiin tuotteen markkinoilla saattamiseen, eli siihen kuulu-

vat tuotetekninen suunnittelu, työvälineiden suunnittelu ja hankinta sekä prototyyppien ja mahdollisten koesarjojen valmistaminen. Läpäisyajoihin keskittymisen lisäksi Time to market -ajalla on oleellinen merkitys yrityksen kilpailukyvyn kannalta, sillä se määrittää miten nopeasti yritys pystyy vastaamaan asiakkaiden ja markkinoiden tarpeisiin. (Lapinleimu ym. 1997: 53 - 54; 58.)



Kuvio 5 . Esimerkkikuva läpäisyajan muodostumisesta osavalmistuksessa. Monivaiheisessa valmistuksessa odotus muodostaa usein merkittävän osan läpäisyajasta. (Lapinleimu ym. 1997: 54.)

4.3.1. Läpäisyajan merkitys tuotannolle

Lyhyet läpäisyajat ovat merkki hyvin suunnitellusta, toimivasta, joustavasta ja tehokkaasta tuotantojärjestelmästä. Mitä paremmin kokonaisuus hallitaan, sitä enemmän voidaan nipistää läpäisyajoista. Lyhyt läpäisy aika luo edellytykset tehokkaalle toiminnalle, ja antaa mahdollisuuden lyhyisiin toimitusaikoihin. Mitä lyhemmäksi oman tuotannon läpäisyajat saadaan, sitä todennäköisempää on, että markkinoiden hyväksymä toimitusaika on helposti toteutettavissa, ja ylimääräinen aika voidaan käyttää esimerkiksi tuotannon tasoittamiseen. Näin ollen lyhyillä läpäisyajoilla luodaan pelivaraa koko yrityksen toimintaan. (Lapinleimu ym. 1997: 55.)

Asiakastilausten perusteella tapahtuvaa valmistusta kutsutaan asiakasohjautuvaksi tuotannoksi. Tällainen tuotteiden valmistaminen edellyttää, että tuotteiden valmistamisen läpäisy aika on huomattavasti lyhyempi, kuin tuote-erän vaatima toimitusaika. Mikäli vaadittu toimitusaika on sama kuin valmistuksen läpäisy aika, syntyy tilanne, jossa tehtaalla kuormitus vaihtelee myynnin tahdissa. Tällainen tilanne ei anna parasta tulosta. Tuotevarastot ovat yleensä asiakasohjautuvassa tuotannossa turhia, sillä tuotteita tulisi tehdä vain se määrä kuin niitä tilataan, ja puolivalmisvarastotkin ovat yleensä pieniä. (Lapinleimu ym. 1997: 55.)

Lyhyet läpäisyajat mahdollistavat myös monesti tuote-erien valmistuksen peräkkäin vähentäen rinnakkain valmistuksen tarvetta. Työnjärjestely on näin helpompaa, kun töitä on vähemmän samaan aikaan hoidettavana, ja myös keskeneräiseen tuotantoon (KET. Englanniksi WIP, joka tulee sanoista sanoista Work in Progress.) sitoutunutta pääomaa saadaan pienennettyä. Keskeneräisen työn määrän ja läpäisyajojen välillä on todettu olevan suora yhteys. Koska läpäisyajasta suuri osa voi olla odottamista tai muuta varsinaista kapasiteettia sitomatonta aikaa, eivät työkustannukset riipu suoraan siitä. Vaihtopääoman kustannukset taas ovat varastotarpeiden ja KET:n vuoksi voimakkaassa yhteydessä läpäisyajoihin. Lyhyiden läpäisyajojen myötä voisi luulla, että myös materiaali- tai aihiovarastoja pystytään pienentämään, mutta se ei yleensä kannata, koska mikäli aihioiden toimitusajat jostain syystä pitenevät, saattaa materiaalin puute katkaista oman tuotannon kokonaan. (Lapinleimu ym. 1997: 55.)

4.3.2. Läpäisyajan lyhentäminen

Valmistuksen läpäisy aika on usein kiinni vaiheketjujen pituudesta ja eräkoosta. Läpäisyajoja voi olla mahdollista lyhentää vaiheketjuja lyhentämällä konstruktiomuutoksia, monitoimisia koneita tai yhdistämällä eri vaiheita soluperusteisella valmistusjärjestelmällä. Mitä kauemman tuotteiden valmistus kestää, eli mitä raskaampaa tuotanto on, sitä lähempänä työaikojen summa on itse läpäisyajaa, ja sitä enemmän tulee keskittyä työmenetelmien kehittämiseen. Jos valmistetaan suurempia eräitä, eli volyymituotteita, koneet ovat pitkään varattuna yhden työvaiheen

tekemiseen ja se näkyy läpäisyajoissa. Tilannetta voidaan pystyä kehittämään asetusaikojen lyhentämiseen keskittymisellä, sillä se voi antaa mahdollisuuden pienentää eräkokoja. Joskus tuotannon läpäisyajoihin vaikuttaa oman valmistuksen läpäisyn lisäksi myös oikea-aikainen materiaalihankinta. (Lapinleimu ym. 1997: 56–58.)

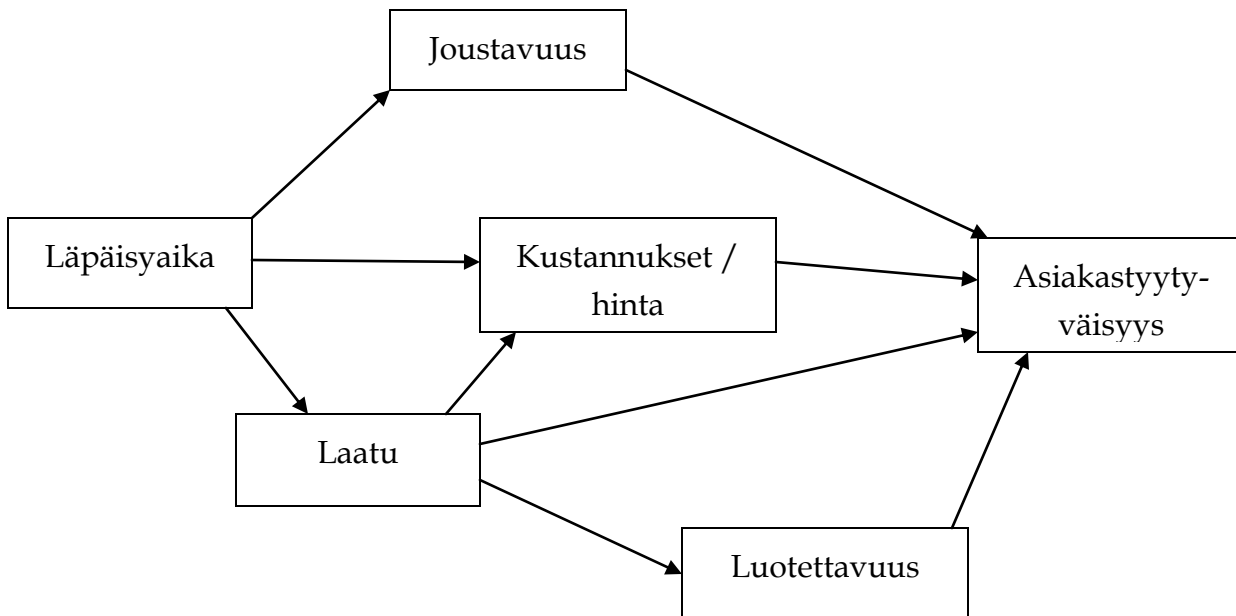
4.3.3. Läpäisyajan merkitys asiakastyytyväisyyteen

Hyvän tuloksen ehdottomana edellytyksenä yritykselle on asiakastyytyväisyys. Tyytyväiset asiakkaat ovatkin merkki hyvästä ulkoisesta tehokkuudesta. Asiakas on usein valmis maksamaan tuotteista hyvin, mikäli yhteistyö toimittajan kesken toimii, ja tuotteista ei tarvitse jatkuvasti reklamoida. Asiakas ei kuitenkaan arvioi vain itse tilatun tuotteen laatua, vaan myös toimittajan suorituskykyä sen toimitamisessa. Toimitettuihin tuotteisiin liittyy myös palvelua, kuten tarkka toimituspäivä, joka on asiakkaalle usein yhtä tärkeää kuin itse tuotteen laatu. Kaikille on selvää, että asiakastyytyväisyys on tärkeää yritykselle, mutta sitä voi olla vaikea arvioida, eikä sitä sen tärkeydestä huolimatta useinkaan pystytä mittaamaan. Toistuvien toimitusten osalla voidaan käyttää joitain asiakasuskollisuutta mittaavia työkaluja, mutta käytännössä sitäkin on vaikea seurata. (Luhtala, Kilpinen & Anttila 1994: 30 – 31.)

Mikäli käytännön keinoja asiakastyytyväisyyden kehittämiseen ja ylläpitämiseen ei ole, käsite saattaa olla vain ajatus, joka ainakin suorittavassa portaassa jää vähemmälle huomiolle. Luhtalan ym. (1994) esittelemän yritysesimerkkien pohjalta tehdyn LOGI -analyysin mukaan lyhyt läpäisy aika on yksi tärkeimmistä keinoista vaikuttamassa asiakastyytyväisyyteen. LOGI -analyysi on aikaan perustuva menetelmä, jolla visualisoidaan logistiikkaverkkoa ja analysoidaan toimitusketjun toimituskykyä (Luhtala ym. 1994).

Kuviossa 6 on havainnollistettu, että lyhyt läpäisy aika ei suoraan johda hyvään asiakastyytyväisyyteen, vaan on tavallaan välillinen vaikuttaja. Asiakastyytyväisyys koostuu joustavuudesta, hinnasta, laadusta ja luotettavuudesta. Läpäisyajalla taas on suora yhteys näihin muuttujiin, joten se vaikuttaa epäsuorasti asiakastyy-

tyväisyyteen. Kuviossa on mietitty nimenomaan tilausohjautuvaa tuotantoa. (Luhtala ym. 1994: 31.)



Kuvio 6. Lyhyen läpäisyajan vaikutus asiakastyytyväisyyteen. (Luhtala ym. 1994: 31.)

Läpäisy aika vaikuttaa Luhtalan ym. (1994) mukaan asiakastyytyväisyyteen edellä esitetyn neljän tekijän kautta seuraavalla tavalla:

- Joustavuus

Joustavuus tarkoittaa yrityksen muutosvalmiutta. Joustavuutta on kahta eri lajia, jotka ovat tuotejoustavuus ja prosessijoustavuus. Tuotejoustavuus kuvaa sitä, miten paljon tuotteita pystytään muokkaamaan vastaamaan asiakkaan toivomuksia, ja prosessijoustavuus sitä, miten hyvät edellytykset yrityksellä on muutosvalmiuteen tuotantoprosessin aikana. Tuotejoustavuutta tarvitaan siis ennen kuin tuotetta

aletaan valmistaa, ja prosessijoustavuutta valmistuksen aikana tuotannonohjauksessa. Ne myös liittyvät läheisesti toisiinsa, sillä tuotantosuunnittelu on riippuvainen tuotantojärjestelmän kyvykkyydestä. Jotta lyhyt läpäisy aika vaikuttaisi tuote- ja prosessijoustavuuteen parhaalla mahdollisella tavalla, täytyy sen edut käyttää tehokkaasti hyväksi. Tilausohjautuvassa tuotannossa tilaukset saattavat usein muuttua viime hetkellä, vaikka tuotanto olisi jo aikataulutettu taaksepäin vastamaan haluttua toimitusaikaa. Nämä muutokset saattavat aiheuttaa sekavuutta tuotannonohjaukseen. Mikäli valmistamisen aloittamista on kuitenkin mahdollista lykätä lyhyiden läpäisy aikojen johdosta, asiakkaalle jää enemmän aikaa teknisten yksityiskohtien määrittelyyn valmistajan kanssa.

- Kustannukset / hinta

Lyhyiden läpäisy aikojen kautta saavutettu parempi kustannustehokkuus parantaa asiakastyytyväisyyttä, mikäli se näkyy myös tuotteen hinnassa. Asiakkaat ovat usein myös valmiita maksamaan enemmän nopeampien prosessien mukanaan tuomasta hyvästä asiakaspalvelusta. Asiakastyytyväisyys on sitä parempi, mitä parempia tuotteet ja palvelut ovat, ja yritys voi pyytää tuotteestaan korkeampaa hintaa. Läpäisy ajan lyhentäminen pienentää toiminta- ja vaihtomaisuuskustannuksia, mikä tarkoittaa pienempää ulosmenevää rahavirtaa.

- Laatu

Asiakkaan havaitsema laatu paranee lyhyiden läpäisy aikojen ansiosta prosessien kyvykkyyden ja tuotteiden teknisen laadun kautta. Laatu näkyy asiakkaan silmissä siis hyvänä toimituskykynä ja hyvinä tuotteina. Nopeat prosessit merkitsevät pieniä vaihteluita, hyvää ennustettavuutta ja parempaa tuotannon ohjattavuutta. Tuotteiden korkea ja tasainen laatu taas vaikuttaa itse asiassa suoraan läpäisy aikoihin. Tarkastukset, viallinen tuotanto ja uudelleen tekeminen hidastavat aina toimitusprosesseja. Tämän takia kuviossa 6 voisi olla läpäisy ajasta laatuun kulkevassa viivassa kummassakin päässä nuoli.

- Luotettavuus

Lyhyt läpäisy aika vaikuttaa toimitusprosessin luotettavuuteen siten, että toimitus- täsmällisyys paranee ja kustannusten ennustettavuus kehittyy. Molemmat ovat tärkeitä elementtejä asiakkaan kannalta. Toistuva aikatauluista myöhästyminen aiheuttaa kustannuksia yritykselle, ja luultua korkeampien valmistuskustannusten kautta noussut tuotteen hinta saattaa aiheuttaa jännitettä asiakkaan ja valmistajan välille. Pahassa tapauksessa asiakas saattaa jopa perua tilauksen.

4.4. Toiminnan variabiliteetti eli vaihtelu

Variabiliteetti tarkoittaa kaikkea vaihtelua yrityksen toiminnassa. Tähän kuuluvat siis niin henkilöstön sairaslomat, tilausmäärien muutokset, kuin läpäisyajkojen vaihtelutkin. Nyrkkisääntönä variabiliteetin lisääntyminen heikentää aina yrityksen suorituskykyä (Hopp 2008: 22).

Keskeneräinen tuotanto (KET) ja läpimenoaika ovat keskeisiä mittareita, kun selvitetään yrityksen suorituskykyä. Hopp (2008) esittelee Littlen lain (Little's Law), josta ilmenee läpimennon, keskeneräisen tuotannon ja läpimenoajan läheisen suhteen, ja niiden linkittymisen toisiinsa nähden. Littlen laki on perustavaa laatua oleva käsite tuotannonohjauksessa, ja se on hyvin yleisesti käytössä. Huomioitavaa kaavan käytössä on, että lukujen tulee perustua pitkän ajan keskiarvoihin, ja prosessien tulee olla kohtuullisen tasaisia. Prosessien tasaisuus tarkoittaa, ettei prosesseissa ole tarkasteluvälillä tapahtunut isoja eroja, kuten keskeneräisen tuotannon tai läpimenojen lisäämistä. Littlen lain yksinkertaisuudesta huolimatta se on erittäin hyödyllinen työkalu.

Littlen lain mukaan pitkällä aikavälillä mitattuna keskimääräinen keskeneräinen tuotanto, läpimeno ja läpimenoaika ovat toisiinsa yhteydessä seuraavalla tavalla:

$$WIP = TH \times CT$$

,jossa

WIP = work in process, keskeneräinen tuotanto

TH = throughput, eli prosessin läpäisseiden tuotteiden määrä (läpimeno)

CT = cycle time, eli yhden tuotteen valmistukseen kuluva aika (läpimenoaika)

(Hopp 2008: 22 - 23.)

Edellä olevan kaavan tapauksessa yksittäisten tuotteiden läpimenoaikojen tutkiminen ei välttämättä ole järkevää ja tehokasta. Mittauksen kannalta parempi tapa on ylläpitää juoksevaa keskiarvoa, jossa otetaan ylös prosessoinnin aloittamisaika, sekä aika jolloin tuote-erä on läpäissyt prosessin. Läpimenoaikojen tarkka määrittäminen vaatii usein liian yksityiskohtaisen datan keräämistä jokaiselta kappaleelta, jonka toteuttamiseen käytettävien resurssien mielekkyyttä on helppo kyseenalaistaa. Jotkut tuotantolaitokset pystyvät tarkasti seuraamaan tuotannon läpimenoaikoja kehittämillään menetelmillä, mutta usein kuitenkin helpompi tapa on pitää kirjaa keskeneräisen tuotannon ja prosessin läpäisseiden tuotteiden lukumääristä. Littlen lain kaava saadaankin helposti muutettua läpimenoajan tarkastelun näkökulmaa edellyttävään muotoon. Tässä muodossa kaava näyttää seuraavanlaiselta:

$$CT = WIP \div TH$$

(Hopp 2008: 24.)

Mikäli siis tiedossamme on keskeneräisen tuotannon ja prosessin läpäisseiden tuotteiden luotettavat keskiarvot kohtuulliselta aikaväliltä, saamme niiden perusteella johdonmukaisesti määritettyä tuotteiden läpimenoajan. Läpimenoaikojen lyhentäminen ei jo valmiiksi suhteellisen hiotuissa prosesseissa ole mitenkään

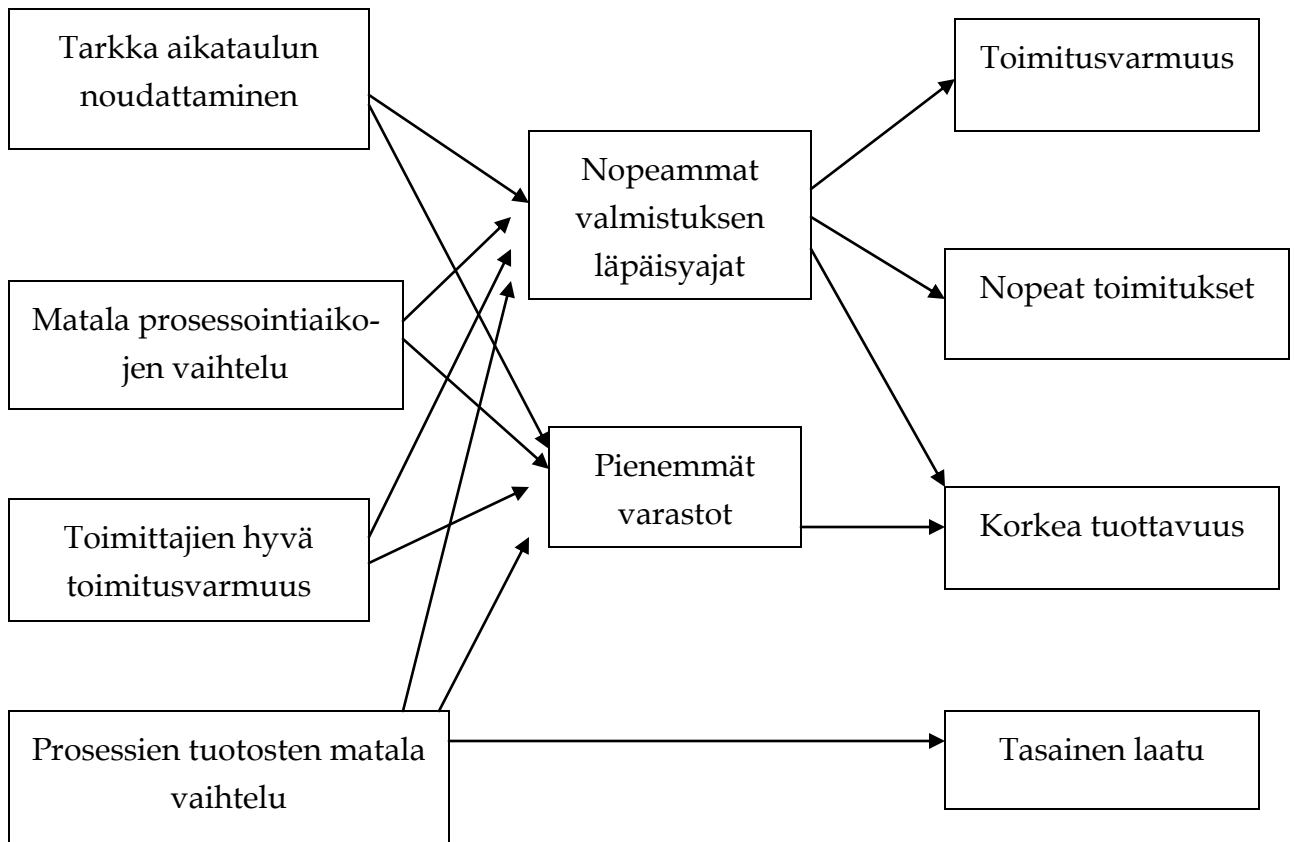
helppo tehtävä. Hyvä olisi kuitenkin tuntea tarkasti omaa toimintaa, jotta tietoa mahdollisista ongelmakohdista olisi mahdollisimman paljon. Lean -toiminnasta kertovassa kirjallisuudessa esiin tuodaan usein vahvasti keskeneräisen tuotannon pienentämisen positiivisia vaikutuksia, kun taas kirjallisuudessa, jossa käsitellään ajallista kilpailukykyä, puhutaan paljon läpimenoaikojen lyhentämisen tärkeydestä (Hopp 2008: 24). Edellä oleva Littlen lain laista johdettu kaava kuitenkin osoittaa, että keskeneräisen tuotannon ja läpimenoaikojen suuruus ovat suoraan verrannollisia keskenään. Jos keskeneräisen tuotannon määrä kasvaa, kasvaa myös läpimenoaika, ja kun läpimenoaika pitenee, on keskeneräistä tuotantoa enemmän olettaen, että prosessin läpäisevien tuotteiden määrä pysyy ennallaan. Jos siis keskeneräisen tuotannon määrä pienenee läpimenoaika pysyessä samalla tasolla, täytyy myös läpimenoajan olla lyhyempi. Tästä syystä voimme todeta, että vaiheessa, jossa ilmenee keskeneräistä tuotantoa, on myös suhteellisen iso määrä sidottua läpimenoaikaa. Tämän toteamuksen perusteella siis voimme edelleen todeta, että mikäli haluamme lyhentää läpimenoaikoja, kannattaa huomio keskittää ennen kaikkea niihin kohtiin, joihin keskeneräistä tuotantoa kasaantuu.

Hoppin (2008) huomionarvoinen toteamus on, että kaikenlaisen variabiliteetin, eli myös läpäisyajojen vaihtelun lisääntyminen toiminnassa heikentää aina tuotanto-toiminnan tehokkuutta.

4.5. Toimitustäsmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä

Mapes, Szejczewski ja New (2000) ovat tutkimuksessaan tutkineet mitkä asiat yrityksissä vaikuttavat työn korkeaan tuottavuuteen, toimitustäsmällisyyteen ja tuotteiden tasaiseen ja korkeaan laatuun. Tutkimus perustuu analyysiin informaatiosta, jota kerättiin 953:lta valmistavalta yritykseltä Britanniassa. Yrityksiä tutkittiin erilaisilla suorituskykymittareilla, joista pyrittiin saamaan tietoa edellä mainituista yrityksen hyvän tuloksen edellytyksistä, ja löytämään tekijöitä, jotka näihin vaikuttavat. Yritykset jaettiin korkean, keskitason ja matalan tuottavuuden ryhmiin sen mukaan, miten tehokkaita ne olivat. Korkean ja matalan tuottavuuden yrityksiä vertailtiin keskenään pyrkien löytämään osa-alueita, jotka vaikuttavat

korkeaan tai heikkoon tuottavuuteen. Kuviossa 7 on esitetty tutkimuksessa tarkasteltujen muuttujien vaikutusta tehtaan toimintaan.



Kuvio 7. Eri muuttujien vaikutus tehtaan suorituskykyyn. (Mapes ym. 2000: 795.)

Tutkimuksessa Mapesin ym. (2000) havaitsivat, että korkean tuottavuuden yrityksillä yhteistä oli ainakin matala variabiliteetti prosessien välillä, erilaisten aikataulutusten tasaisuus ja varmatoimiset sekä täsmälliset alihankkijat. Esimerkiksi toimittajien toimitustäsmällisyyden tärkeys tehtaiden toimintoihin näkyi selvästi, sillä korkean suorituskyvyn tehtaissa alihankkijoilta saatava materiaali oli keskimäärin 90,9 prosenttisesti ajallaan, kun vastaava luku matalan suorituskyvyn yrityksissä

sä oli 81 prosenttia. Tutkimuksessa ei löydetty kuitenkaan aivan yhtä selvää suhdetta tuotteiden varastoinnin vaikutuksista korkeaan tuottavuuteen. Raaka-ainevarastoja ja keskeneräistä tuotantoa oli korkean suorituskyvyn yrityksessä vähemmän, mutta valmiit tuotteet viipyivät keskimäärin hiukan kauemmin korkean suorituskyvyn yritysten varastoissa verrattuna matalan suorituskyvyn yrityksiin. (Mapes ym. 2000: 801.) Tämä tutkimus siis tukee Littlen lain huomiota siitä, että esimerkiksi keskeneräisen tuotannon minimointiin panostaminen on perusteltua, sillä keskeneräisessä tuotannossa on aina sidottua läpimenoaikaa. Korkean tuottavuuden yritysten isommat valmistuotevarastot taas saattavat johtua siitä, että mikäli niitä pyritään poistamaan kokonaan, saattaa toimitusvarmuus kärsiä kysynnän heilahtelujen takia. Viivästymiset toimituksissa voivat pitkällä aikavälillä maksaa yritykselle paljon enemmän, kuin kohtuullinen sitoutunut pääoma valmisvarastoon.

Kumarin ja Sharmanin (1992) mukaan yksi toimitusvarmuuteen negatiivisesti vaikuttava tekijä on kuilu asiakkaan ja toimittajan käsityksistä toimitusvarmuuden suhteen. He ovat tutkineet toimitusvarmuutta kuilu-analyysin (Gap Analysis) avulla, jossa määritellään kuilua asiakkaan odotusten ja toteutuneiden havaintojen välillä suhteessa toimitusvarmuuteen. Täsmälliseen toimitusaikaan perustuvan tuotannon kuilu-analyysiin kuuluu kolme vaikuttavaa tekijää:

- Kalibrointikuilu
Perustuu erilaiseen toimitustäsmällisyyden mittaamiseen asiakkaan ja toimittajan välillä. Toimittaja mittaa toimitustäsmällisyyttä esimerkiksi tuotekategorian perusteella, kun asiakas mittaa yksittäisiä varastoon tulleita tuotteita. Asiakas voi myös esimerkiksi mitata alkuperäisen toimituspäivän mukaan, tai uudelleen sovittua päivää, kun taas toimittaja asettaa itselleen uuden toimituspäivän ilmoittamatta asiakkaalle.
- Operaatiokuilu
Tuotannolla, jolla on korkea variabiliteetti eri tuotteiden valmistusaikojen, volyymien ja itse valmistuksen välillä, ilmenee yleensä myös operaatiokuilu. Sitä syntyy myös, jos yrityksellä on iso määrä tuotantolinjoja, tuotanto-

prosesseja, tai yksinkertaisesti liikaa tilaus-toimitusprosessissa mukana olevia henkilöitä.

- Organisaatiokuilu

Mikäli henkilökunnalla ei ole tarpeeksi kannustimia ylläpitää ja kehittää toimitustäsmällisyyttä, ilmenee yrityksessä todennäköisesti organisaatiokuilua. Toimitustäsmällisyyden ylläpitäminen tulisi olla koko yrityksen toimijoiden tärkeimpiä prioriteetteja.

(Kumar & Sharman 1992: 96.)

5. TUTKIMUS

Tämän tutkielman tutkimusosuus suoritetaan kvalitatiivisena, eli laadullisena tutkimuksena. Laadullinen tutkimus tarkoittaa tutkimusta, jossa tutkitaan valittua joukkoa tulkinnallisilla menetelmillä luonnollisissa olosuhteissa. Tutkielman aineisto on kerätty haastatteluilla, tarkemmin määritellen teemahaastatteluilla eli puolistrukturoiduilla haastatteluilla. Käytännössä tämä tarkoittaa, että haastateltaville ei laadittu tarkkoja kysymyslomakkeita, vaan haastattelut suoritettiin teemahaastatteluiden tapaan edeten tiettyjen keskeisten etukäteen valittujen teemojen, ja niihin liittyvien tarkentavien kysymysten pohjalta. (Tuomi, Sarajärvi 2002.)

5.1. Laadullinen tutkimus

Laadullisen tutkimuksen haastattelun idea on yksinkertainen. Kun halutaan tietää, mitä ihminen ajattelee, on järkevää kysyä asiaa häneltä itseltään. Haastatteluiden etuna tutkimusaineistona on ennen kaikkea niiden joustavuus. Haastatteluiden aikana on mahdollisuus esimerkiksi toistaa kysymys, tarkentaa sitä, oikaista väärinkäsityksiä, selventää ilmausten sanamuotoja. Näiden keskustelujen aikana voi tulla myös ilmi asioita, joita haastattelijalla ei ole etukäteen tullut mieleen. Haastatteluiden tarkoituksena on saada mahdollisimman paljon tietoa tutkittavasta asiasta. (Tuomi & Sarajärvi 2002: 74.)

Haastattelututkimukseen liittyy tiettyjä etuja. Yksi näistä on, että haastattelijalla voi haastattelun aikana toimia myös havainnoitsijana. Tämä tarkoittaa, että hän voi sanottujen asioiden lisäksi kirjoittaa muistiin sen, miten asiat sanotaan. Haastattelun ehdottomana etuna on myös, että niihin voidaan valita henkilöt, joilla on mahdollisesti hyvä kokemus tutkittavasta ilmiöstä ja mahdollisimman paljon tietoa aiheesta. Haastattelun heikkoutena verrattuna kyselytutkimukseen voidaan pitää sitä, että se on verrattain aikaa vievä aineistonkeruumuoto. (Tuomi & Sarajärvi 2002: 76.)

Teorialla on suuri merkitys laadullisessa tutkimuksessa, ja siksi sitä tarvitaan kattavasti tukemaan tutkimuksessa suoritettavia päätelmiä ja ehdotuksia. Laadullinen tutkimus on siis yhdistelmä teoriaa ja empiriaa. Tarkemmin laadullinen tutkimus on tutkimus ilman numeroaineistoja ja tilastollisia menetelmiä. Tämä tarkoittaa, että laadullisessa tutkimuksessa ei pyritä tilastollisiin yleistyksiin, vaan ymmärtämään jotain ilmiötä teorian avulla. Teorian merkitys laadullisessa tutkimuksessa on erittäin tärkeä, ja sitä tarvitaan välttämättä. Haastateltavien määrä ei ole tärkeä asia laadullisessa tutkimuksessa. Sen sijaan olisi hyvä valita henkilöt, jotka tietävät käsiteltävästä asiasta mahdollisimman paljon. (Tuomi & Sarajärvi 2002.)

5.2. Haastattelu

Haastateltavien pyynnöstä en mainitse tässä tutkielmassa itse yrityksen, sen asiakkaiden tai alihankkijoiden nimiä.

Tutkimuksen empiiristä osaa varten haastateltiin kahta henkilöä, joista toinen toimii yritys X:ssä tehdaspäällikkönä, ja toinen tuotantopäällikkönä. Heillä molemmilla on pitkä kokemus yrityksen toiminnasta, ja he tuntevat sen tuotannon ja tuotannonohjauksen hyvin, joten heitä voidaan pitää hyvinä informaatiolähteinä tutkimuksen empiirisen aineiston keräämiseen.

Haastatteluiden aiheet selvitettiin etukäteen haastateltaville, että he pystyivät vaurautumaan käsiteltäviin asioihin paremmin. Tarkkoja kysymyslomakkeita ei haastateltaville lähetetty etukäteen, sillä kuten teemahaastattelulle on tyypillistä, haastattelut olivat suhteellisen vapaamuotoisia, joten asiaa tuli paljon suorien kysymysten ulkopuoleltakin. Aihepiirien antaminen tapahtui samaan aikaan, kun haastattelun ajankohta varmistettiin.

Tutkimuksen aiheeseen liittyvää teoriaa kerättiin ennen haastatteluja niistä aihepiireistä, joihin tutkielman kysymykset liittyivät. Tämän teorian pohjalta rakennettiin haastattelurunko, jonka tehtävänä oli tuoda ilmi, miten hyvin yrityksen toiminnassa on huomioitu tuotantotoiminnan teoriassa käsiteltäviä asioita. Näin siis paneu-

duttiin aineiston analyysin ongelmiin. Seuraavassa luvussa esitetyt asiat on kirjoitettu käytyjen haastattelujen pohjalta, ja näitä havaintoja verrattu teoriaosuudessa esiin tulleisiin asioihin.

6. NYKYTILANNE

Yritys X on osa X Groupia, joka on erikoistunut kevytmetallivalukomponenttien valmistukseen. X Group on yksi suurimmista valettujen alumiinikomponenttien valmistajista Euroopassa, ja maailmanlaajuisesti suurin kevytmetallivalujen toimittaja tietoliikenneteollisuudelle. Toimipisteessä, jota tämä tutkielma käsittelee, valmistetaan osia esimerkiksi konepaja- ja viestintäverkkoteollisuudelle. Kyseisen toimipisteen tuotantoon kuuluvat alumiiniosia valmistavat paine-, kokilli- ja matalapainevalulinjat. (X Group 2012.)

6.1. Tuotannon esittely

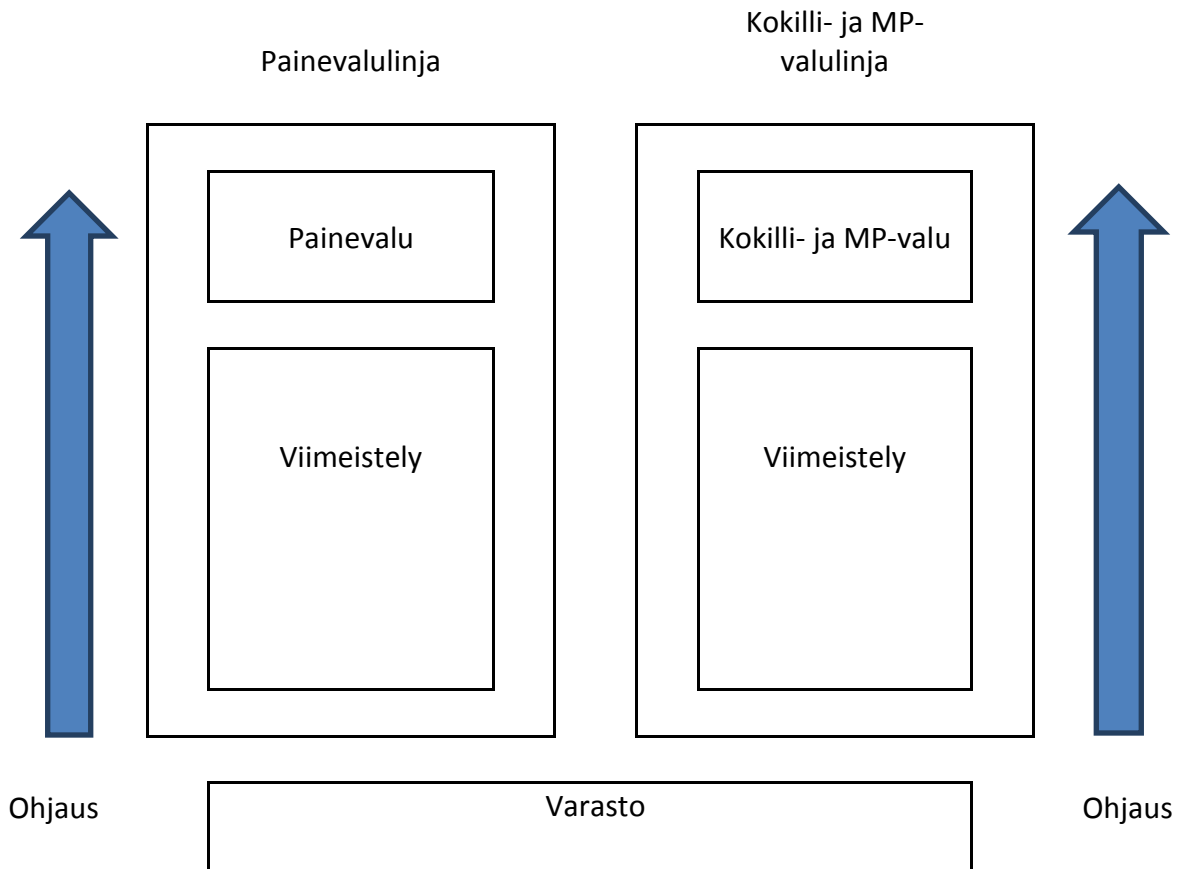
Yrityksen tuotanto on suunniteltu pitkälle Lean -toiminnan periaatteiden mukaan. Tuotantostrategiassa on pyritty joustavaan tehdasautomaatioon. Kappaleet valmistuvat pääpiirteittäin siten, että aluksi alumiini sulatetaan. Tämän jälkeen sula alumiiniseos valetaan kappaleen käyttötarkoitukselle edullisella menetelmällä eli paine-, kokilli- tai matalapainevalumenetelmällä oikeaan muottiin. Valuvaiheen jälkeen kappaleet siirtyvät viimeistelyvaiheisiin, jotka käsittävät kaikille kappaleille suoritettavan koneistuksen ja täryhionnan, sekä eri kappaleille käyttötarkoituksesta riippuen suoritettavia erityistarpeita, kuten tiivistepursotusta tai kierteiden tekemistä. Koneistuksessa kappaleisiin tehdään koneellisesti viimeistelyjä, joita ei valamisvaiheessa pystytä tekemään. Täryhiontaprosessissa kappaleiden pinta hiotaan oikeanlaiseksi eri tuotteiden kanssa käytettävien erikokoisten hiontakivien avulla. Pursotus tarkoittaa osalle tuotteista tehtävää tiivisteen pursottamista kappaleen tiivisteuraan. Tämä vaihe suoritetaan kappaleille, joiden tulee käyttötarkoituksensa takia olla täysin tiiviitä.

Työvaiheiden määrä vaihtelee eri tuotteiden mukaan. Vaiheiden määrä riippuu asiakkaiden tuotteelle antamista vaatimuksista. Joidenkin tuotteiden tulee esimerkiksi olla täysin tiiviitä, tai kestää isoja lämpötilavaihteluita. Päätyövaiheita ovat alumiiniharkkojen sulatus, valu ja koneistus. Vaihtelevia työvaiheita ovat esimerkiksi sahaus, kanavistojen putsaus, pesu, kokoonpano, pursotus ja kappaleiden

käsijäystö, joka tarkoittaa valussa saumakohtiin jääneen ylimääräisen alumiinin hiomista kappaleesta pois. Pesu ja suuri osa kokoonpanotöistä tehdään nykyään alihankkijoilla. Kaikkiaan työvaiheiden määrä vaihtelee tuotteiden välillä kolmesta seitsemään. Variabiliteettiä siis esiintyy tuotteiden valmistuksen välillä jonkin verran, mutta tämä on välttämätöntä tuotteiden erilaisten vaatimusten takia.

Eri tuotteita yrityksellä on valmistettavana suhteellisen paljon, sillä tällä hetkellä niin sanottuja aktiivisia tuotteita, eli tuotteita joita toimitetaan jatkuvasti, on noin 400. Kun mukaan lasketaan vielä passiiviset tuotteet, eli tuotteet joita tilataan harvemmin, nousee valmistettavien tuotteiden lukumäärä lähelle kahdeksasataa. Kuten todettu, kappaleille suoritettavia erilaisia työvaiheita on maksimissaan seitsemän, eli eri tuotteet valmistetaan suhteellisen samalla kaavalla. Ison tuotemäärän takia kuitenkin eri töiden seuraaminen on vaativaa, ja tämä aiheuttaa haasteita tuotannonohjaukselle.

Varasto on suunniteltu ohjaamaan tuotteiden valmistusta. Tämä tarkoittaa, että aina kun tietyn tuotteen varastosaldo on tilauksiin nähden liian pieni, aletaan tuotetta valaa lisää. Tuotteiden varastotilannetta seurataan 3-6:n päivän tarpeen perusteella. Varastosaldoa verrataan alkuperäiseen ja viime hetken muuttuneiden tilausten perusteella määritettävään tavoitesaldoon. Mikäli jonkin tuotteen varastosaldon ja tavoitesaldon välillä on erotusta, tulee kyseistä tuotetta valmistaa lisää. Toimintatapa tarkoittaa käytännössä visuaalista ohjausta (Pyykkö 2007: 36). Alla on periaatekuvio tehtaan tuotannonohjauksesta. Tuotteet virtaavat valuvaiheesta kohti varastoa, ja varastosaldojen perusteella ohjataan valua.



Kuvio 8. Tehtaan toiminta- ja tuotannonohjausperiaate.

Loppuvarastojen koot on minimoitu siinä määrin, kun kokonaisuuden kannalta on järkevää. Liian tarkka valmisvaraston optimointi saattaisi johtaa joidenkin tuotteiden toimitusten viivästymiseen viime hetkellä muuttuneiden tilausten takia. Valmisvarastoon sitoutuneen pääoman suuruus on yrityksen toiminnan kannalta suhteellisen pieni.

Yrityksen sisäisenä tietojärjestelmänä on IFS (Industrial and Financial Systems) ERP -järjestelmä, josta se on ottanut käyttöön uuden version keväällä 2013. Järjestelmän avulla hallitaan yrityksen lähes kaikkia toimintoja, kuten ostoa, valmistusta ja myyntiä. Kuten ERP -ohjelmistolle on tyypillistä, järjestelmä toimii yrityksen merkittävänä informaatiolähteenä. Se yhdistää eri toiminnot toisiinsa ja edesauttaa

toiminnan havainnollisuutta. Järjestelmästä saa selville esimerkiksi tietoja kuten tulevat tilaukset, eri tuotteiden varastosaldot ja valmistusjonot. Koska järjestelmän aiempi versio on ollut yrityksessä käytössä, ei uuden version käyttöönotto ole aiheuttanut päänvaivaa yrityksen toiminnalle. Päinvastoin, uusi versio tietojärjestelmästä on saanut kiitosta työntekijöiltä, sillä sitä pystytään muokkaamaan enemmän käyttäjäkohtaisesti. Näin ollen näkymät ja ohjelmiston eri osiot saadaan paremmin vastaamaan kunkin päivittäisiä käyttötarpeita.

Tuotantoa on muokattu keskittyen viimeistelyvaiheiden aikaisten pullonkaulojen eliminointiin. Viimeistelyprosessin eri vaiheiden läpivirtausta on pyritty lisäämään siten, ettei mikään näistä vaiheista olisi jarruttamassa tuotantoa. Kun tilausten perusteella huomataan, että jotain tiettyä tuotetta tarvitaan lisää seuraavaan toimitukseen, menee tuote IFS -järjestelmään valmistusjonoon. Valuvaiheesta on tietoisesti muokattu valmistusprosessin pullonkaula, ja tuotannonohjauksessa on keskitytty sen kapasiteetin maksimointiin. Kun tuotteet siirtyvät valusta viimeistelyvaiheisiin, minkään vaiheen ei enää pitäisi olla jarruttamassa tuotannon virtausta. Valu on siis valmistusprosessin hitain vaihe, jonka jälkeen kaikki tuotteet pitäisi virrata välittömästi prosessin läpi valmiiksi tuotteiksi asti. Periaate on, että kaikki tuotteet, joita on alettu valaa, valmistetaan suoraan loppuun asti ja näin keskenäinen tuotanto pyritään minimoimaan.

Kaikki työmääräimet tulevat tietojärjestelmästä. Pullonkaulavaiheessa, eli valussa näkyy aina useampia töitä, jotka työnjohtajat priorisoivat niin, että tuotteet valmistuisivat nopeimmin. Kuten todettu, viimeistelyvaiheita ei ohjata erikseen, vaan niissä työn tulisi edetä aikajärjestyksessä vanhimman mukaan. Pullonkaulan ohjauksesta haasteellisen tekee se, että tuotteiden valmistusjärjestyksessä tulee huomioida eri tuotteiden kanssa käytettävän erilaisen sulan alumiinin seokset. Tästä johtuen usein samaa seosta käyttäviä tuotteita kannattaa laittaa yhdelle koneelle johon peräkkäin, jotta voidaan pysyä samassa sulassa, ja asetus aika käsittää näin vain muotin vaihdon.

Koska valu on tietoisella valinnalla muokattu pullonkaulavaiheeksi, tähdätään tuotannonohjauksessa sen kapasiteetin maksimointiin. Mikäli omilla valukoneilla

ei ehditä valamaan tuotteita niin paljon kuin tarve on, saadaan lisäkapasiteettia alihankkijoilta myös valuvaiheeseen. Lisäkapasiteettia saadaan myös vuokratyövoiman avulla viimeistelyvaiheiden vähemmän vaativiin tehtäviin.

Tehtaalla on käytössä seitsemän valukonetta: 2 pientä, 3 keskikokoista ja 2 isoa. Valumuotit sopivat useammalle eri koneelle siten, että joitain normaalisti keskikokoisilla koneilla valmistettavia tuotteita voidaan valmistaa pienillä koneilla, ja keskikokoisilla koneilla voidaan valmistaa joitain yleensä pienillä koneilla valmistettavia tuotteita. Myös isojen ja keskikokoisten koneiden joitain töitä voidaan siirtää keskenään toiselle. Yhdellä valukoneella toimii yksi henkilö kerrallaan, ja töitä niillä tehdään kolmessa vuorossa. Koska viimeistelyvaiheiden määrä vaihtelee eri tuotteiden välillä, vaihtelevat myös viimeistelyyn tarvittavat henkilöstöresurssit.

6.2. Tuotannon ohjattavuus ja joustavuus

Luvussa 2.1 esitettiin lista toiminnan ohjattavuuteen vaikuttavista tekijöistä Have-rilan ym. (2005) mukaan. Näitä olivat valmistuserien suuruus, layoutin selkeys, henkilöstön osaaminen, kapasiteetin joustavuus tuotantomäärien muutoksille, lisäkapasiteetin saatavuus, keskeneräisen tuotannon määrä, ohjattavien työvaiheiden määrä sekä valmistettavien tuotteiden määrä. Näidenkin tekijöiden kehittämiseen on tuotannon toiminnassa kiinnitetty huomiota, mutta tiettyjä rajoituksia kehitysmahdollisuuksilla on.

Valmistuserien suuruuden vaikutus ohjattavuuteen on tiedostettu, ja niitä onkin pyritty jo pienentämään jopa noin neljännekseen entisestä. Muutoksessa on jo ollut nähtävissä haluttuja tuloksia, eli töiden ohjattavuuden on todettu kehittyneen, ja aikataulutuksen muuttuneen selvemmäksi. Tuotannon layout on kehittynyt vuoden 2010 jälkeen, kun Lean -toimintaan on keskitytty jatkuvasti vieden näitä periaatteita organisaatiossa eteenpäin. Nykyään eri työpisteet ovat loogisessa järjestyksessä, ja itse niiden sijoittelun suhteen on vaikeaa löytää selvää parannettavaa. Myös visuaalisuuteen on Lean -toiminnan myötä panostettu. Esimerkiksi työpisteillä tulisi olla vain ne työkalut, joita kyseisellä pisteellä tarvitaan. Lähiaikoina yhä

enemmän on pyritty layoutin sijaan muokkaamaan yrityksen eri toimijoiden ajattelumaailmaa Leanin suuntaan. Ensiarvoisen tärkeää kun on, että kaikilla toimijoilla olisi samat pyrkimykset, ja päämäärät tiedossa.

Haverila ym. (2005) painottivat mahdollisimman tarkan tulevaisuuden toimintasuunnitelman tärkeyttä valmistavalle yritykselle, ja esittelivät tähän liittyvät kokonais-, karkea- ja hienosuunnittelutermit. Yrityksessä harjoitetaan tietoisesti vastaavia pitkän, keskipitkän ja lyhyen aikavälin toimintasuunnittelua. Pitkän aikavälin suunnittelussa on mukana koko X Groupin johto. Keskipitkää suunnittelua hoitaa paikallinen johtoryhmä ja lyhyttä suunnittelua työjohto.

Tuotteiden kausivaihteluista johtuvaa menekkiä pystytään ennustamaan yleensä kohtuullisen hyvin. On kuitenkin myös tuotteita, joiden menekki vaihtelee paljon sellaisten asioiden vaikutuksesta, joita on mahdotonta ennustaa. Tästä esimerkkinä luonnonkatastrofit, joiden seurauksena sähköverkkoihin valmistettavien osien tilaukset kasvavat räjähdysmäisesti. Myrskyn aiheuttama tilausten nousu näkyy todella nopeasti yrityksen tilausjonossa, ja osien odotetaan tällöin lähtevän nopealla aikataululla eteenpäin. Tällaiset isot heilahtelut aiheuttavat paineita tuotannolle, koska nämä piikit tulevat normaalien sen hetkisten tilausten lisäksi, ja sekoittavat näin keskipitkän ja lyhyen aikavälin suunnittelua. Vielä enemmän nämä piikit voivat säikäyttää tuotannonohjausta siksi, koska sähköverkkoihin valmistettavien osien valmistus on viime vuosina vähentynyt. Tämä johtuu yleisestä suuntauksesta luopua perinteisistä sähköpylväistä, ja siirtää sähkökaapelit niiden sijaan maan alle.

Tilausten vaihteluun on varauduttu varastoinnilla, vuokratyövoiman käytöllä, ylitöillä ja alihankkijoilta saatavalla lisäkapasiteetilla. Vuokratyövoima hankitaan henkilöstöpalveluilta, joten sitä voi käyttää yksinkertaisempiin ja vähemmän ammattitaitoa vaativiin viimeistelyvaiheisiin.

Tuotanto on pyritty rakentamaan mahdollisimman joustavaksi, jotta muutoksiin pystyttäisiin reagoimaan nopeasti. Kuormitustilannetta pystytään muun muassa tasaamaan niin sanottujen volyymituotteiden, eli enemmän myytävien tuotteiden

isommalla varastoinnilla. Niitä siis valmistetaan välillä varastoon tietoisesti enemmän, kuin sen hetkisten tilausten perusteella tarvitsisi. Tällaista ennakointia ilmenee esimerkiksi, kun valmistaudutaan tuotannon työntekijöiden kesälomiin. Näin pystytään reagoimaan yllätyksiin, ja vastaamaan paremmin asiakkaan vaatimuksiin, mikä taas lisää myyntiä. Asiakkailla on kuitenkin toisinaan tarpeita siirtää toimitusaikoja yleensä aikaisemmaksi, mutta joskus myös myöhemmäksi. Tämä asettaa luonnollisesti haasteita töiden aikataulutukselle.

Yrityksen tuotannonohjausta helpottaa se, että tilausten kapasiteettitarpeen saa suoraan tietojärjestelmästä. Tähän kapasiteettitarpeeseen kuuluvat tarvittava henkilöstö, käytettävät koneet ja tarvittavat materiaalit. Tuotannonohjauksessa pyritään ylläpitämään jatkuvaa kapasiteetin kuormitussuunnittelua. Myös vastaavia kuormituspiirroksia saadaan näkyviin yrityksen järjestelmästä, kuin Haverila ym. (2005: 417) ovat esitelleet. Menekin ennustamista ja kuormitussuunnittelua tehdään kuitenkin tällä hetkellä vain niiden tuotteiden osalta, joita tilataan suurempia määriä. Harvemmin menevät tuotteet valmistetaan vain tilausohjautuvasti.

Töiden aikataulullista toteutumista pyritään jatkuvasti seuraamaan. Esimerkiksi myöhässä olevat valmistustilaukset, aloitettujen valmistustilausten määrä ja valmiin työn osuus tilauksesta näkyy tietojärjestelmässä, eli eri töiden reaaliaikaiset tiedot saadaan näkyviin. Tällä seurannalla pyritään siihen, että tuotteita olisi keskeneräisenä vähemmän, ja että ohjattavuus tätä kautta paranisi.

Huomionarvoinen haastatteluissa ilmennyt asia on, että tuotannon läpäisyajoja ei nähdä suoraan mistään järjestelmästä. Tällä hetkellä siis tuotteiden tai tuote-erien tuotannossa kuluvista ajoista ei ole käytössä mitään tarkkaa seurantajärjestelmää. Näin ollen on mahdollista, että tuotteiden läpäisyajojen välillä on isojakin heittoja. Koska yrityksellä ei ole varsinaisesti tuotannon läpimenoajat suorassa seurannassa, ei myöskään lisäarvoa tuottavan ajan osuutta suhteessa koko valmistusprosessiin ole määritetty.

6.3. Töiden järjestely ja aikataulutus

Töiden järjestely tapahtuu toimituspäivän ja tilausjärjestyksen ehdoilla. Valmistuserien suuruus on myös mukana mietinnässä, kun haetaan hetkellisen tilanteen kannalta parasta työjärjestystä. Mitään laskennallisia prioriteettisääntöjä ei ole kuitenkaan käytössä. Niiden käyttöönotto vaatisi tarkan datan keräämistä eri tuotteiden valmistamisesta, sillä tällä hetkellä esimerkiksi tuotannon läpimenoajoista ei ole tarkkaa tietoa. Kuten todettu prioriteettisääntöjen käyttäminen vaatisi jatkuvaa intensiivistä datan keräämistä (Krajewskin ym. 2007).

Eri tuotteiden läpäisyajat vaihtelevat paljon riippuen niiden monimutkaisuudesta ja tarvittavasta työmäärästä. Alihankintaan menevät työvaiheet pidentävät tuotteiden valmistusaikaa selvästi. Tuotteiden markkinoillepääsyajat vaihtelevat riippuen asiakkaan asettamista vaatimuksista tuotteille. Muotin valmistaminen ratkaisee miten nopeasti prototyyppi saadaan asiakkaalle, mutta yleisesti se vaihtelee kolmesta viiteen kuukauteen.

Tuotteiden toimitusaika on yleensä noin kuusi viikkoa. Vaikka läpimenoaikoja ei tarkasti seurata, täytyy tuotannonohjauksessa tietenkin olla jokin peruskäsitys siitä, kauanko eri tuote-erien valmistamisessa menee. Haasteelliseksi arvioinnin tekee se, että tuotteesta, tuote-erän koosta ja mahdollisesta alihankkijan käytöstä riippuen tuote-erän läpimenoaika on lyhimmillään alle päivän ja pisimmillään jopa kahdeksan viikkoa. Variabiliteettiä läpimenoajoissa siis ilmenee selvästi.

Suuresta valmistettavien tuotteiden määrästä johtuen useita töitä valmistetaan tuotannossa yhtä aikaa. Tuotteita saattaa olla yhtä aikaa valmistettavana jopa 30. Tätä tilannetta on tuotannonohjauksen kannalta pyritty helpottamaan pienentämällä tuote-eriä, kuten edellä mainittiin.

6.4. Henkilöstö

Lean -ajattelua on pyritty tuomaan koko Yritys X:n henkilöstön toimintaan. Koulutuksia on järjestetty siten, että usein ylempänä organisaatiossa olevat ovat käyneet ulkopuolisissa koulutuksissa, ja he ovat kouluttaneet alaisiaan yrityksen tiloissa. Toimihenkilöpuoli on siis saanut enemmän koulutusta, noin kaksi kertaa vuodessa. Kaikille on kuitenkin järjestetty silloin tällöin koulutustilaisuuksia tehtaan ulkopuolella, että tuotannon työntekijätkin olisivat kunnolla irrotettuina työtehtävistään koulutuspäivinä. Tärkeää on, että kaikilla organisaatiotasolla koulutusta tapahtuisi riittävästi.

Tutkielman teoriaosuudessa puhutaan henkilöstön monitaitoisuuden merkityksestä tuotannon joustamiskykyyn. Yritys X:ssä tämän tärkeys on tiedostettu, ja monitaitoisuuteen on panostettu. Tuotannon työntekijöiden osaamisesta on muodostettu osaamismatriiseja, joita apuna käyttäen pystytään käytettävissä oleva työvoimakapasiteetti käyttämään tehokkaalla tavalla. Näiden matriisien käyttö tarkoittaa käytännössä sitä, että henkilöstöä pystytään osaksi siirtämään muihin työtehtäviin. Esimerkiksi valuvaiheessa tapahtuu sivuttainsiirtymiä henkilöstön kesken, eli tietty työntekijät osaavat käyttää tiettyjä muitakin valukoneita. Henkilöstöä siirretään eri tehtäviin myös siten, että esimerkiksi valusta voidaan siirtyä helpompiin koneistustehtäviin, kun taas osa koneistajista osaa yksinkertaisempia valutehtäviä. Tilannetta voidaan verrata esimerkiksi jalkapalloon, jossa pelaajien tulee mukautua kuhunkin tilanteeseen sen edellyttämällä tavalla. Hyökkäystilanteessa keskikenttäpelaajatkin saattavat olla ylhäällä hyökkäämässä, ja puolustajat paikkaavat keskikenttää. Vastaavasta puolustettaessa hyökkääjät saattavat laskea karvaamaan omalle kenttäpuoliskolle, mikä yleensä olisi keskikentän vastuulla. Näin siis koko henkilöstökapasiteettia pystytään siirtämään yhtenä pakkana siten, kuin tilanne kulloinkin vaatii, eli henkilöstökapasiteetin painopistettä siirtää sinne, missä sitä tarvitaan. Mainittakoon henkilöstön joustavuudelle luoduista edellytyksistä, että koneistukseen on laadittu vakioasetukset useille tuotteille, ja myös käsitöitä tekevää henkilöstöä koulutetaan monitaitoiseksi. Monitaitoisuudella on myös pyritty tasaamaan eri vaiheiden työkuormaa.

Työntekijöille teetetään henkilöstökyselyjä ulkopuolisen tahon toimesta, joissa heillä on mahdollisuus antaa palautetta ja kehitysehdotuksia liittyen työtehtäviinsä. Samaan toimintaan liittyvät niin sanotut jatkuvan parantamisen ryhmät, joissa hyvistä kehitysideoista on määritelty aloitteellisuuden palkitseminen. Käytössä on myös tulospalkkiolisä, jossa toimitustäsmällisyys on huomioitu. Kehitystoimenpiteiden vaikutusta toimintaan annetaan henkilöstölle systemaattisena palautteenantona.

6.5. Toimitusketjun toiminta

Toimitusketjun eri toimijat ovat jossain määrin tutustuneet toistensa toimintaan. Yrityksellä on esimerkiksi muutama avainalihankkija liittyen tiettyihin työvaiheisiin, kuten koneistukseen. Eri alihankkijoilla teetetään laajasti töitä valusta ja koneistuksesta aina pintakäsittelyyn ja viimeistelyyn ja myös joihinkin erikoisprosesseihin. Pitkäaikaisten yhteistyösuhteiden kautta näiden toimintatavat ovat tulleet selville, ja luotettavia yhteistyökumppaneita on näin löydetty. Myös asiakkaiden toimintaan on jonkin verran tutustuttu. Enimmäkseen kuitenkin niiden tuotteiden kohdalla, joiden valmistaminen suunnitellaan yhdessä asiakkaan kanssa. Vaikka nimikkeitä, eli eri tuotteita yrityksellä on valmistettavana paljon, on yhtäaikaisten merkittävien asiakkaiden määrä suhteellisen pieni, noin kymmenen asiakasta. Alihankkijat tai asiakkaat eivät pysty olemaan yritys X:ään yhteydessä suoraan järjestelmän kautta, joten informaatiota vaihdetaan vain sähköpostin ja puhelimen välityksellä.

Yritys X:n valmistamat tuotteet ovat kaikki asiakkaan erikseen tilaamia tuotteita, eli he määräävät täysin millaisen tuotteen haluavat. Eri asiakkaille ei siis myydä tietystä kappaleesta erilaisia tuotevariantteja, mutta yksi asiakas voi haluta erilaisia variantteja tuotteesta esimerkiksi siten, että yhdestä valusta toimitetaan viittä eri koneistusvaihtoehtoa ja kolmea eri väri vaihtoehtoa.

Toimittajien toimitustäsmällisyys on koko ajan seurannassa niin toimitusajan, kuin -määränkin osalta. Merkittävimmille toimittajille annetaan systemaattista palautet-

ta heidän toimituskyvystään. Aikaväli palautteen antoon on noin kerran kuukaudessa, mikäli suuria ongelmia ei ole. Alihankkijoiden toimitustäsmällisyys on yhteensä noin 85%.

Toimittajille pyritään pitämään vakio-toimituserät ja -ajat selvillä, ja niistä pidetään yleensä kiinni. Niin sanotuilla volyymituotteilla on yleensä lyhyemmät toimitusajat, kuin harvemmin tilattavilla tuotteilla. Silloin tällöin on ilmennyt myös tilanteita, joissa on suojauduttu tulevaa tilausruuhkaa vastaan tilaamalla alihankinnasta kappaleita enemmän kuin sen hetkinen tarve vaatisi. Nämä tuotteet on saatu kyllä myytyä eteenpäin suhteellisen nopeasti, mutta tällaisessa tilanteessa on kuitenkin syytä selvittää alihankkijalle kasvaneiden tilausten määrä, ettei Bullwhip- tai Houlihan -ilmiöitä pääsisi syntymään toimitusketjuun (Lee ym. 1997).

Mapes ym. (2000) havaitsivat tutkimuksessaan, että korkean tuottavuuden yrityksillä yhteistä oli matala variabiliteetti prosessien välillä, eri aikataulutusten tasaisuus, sekä varmatoimiset ja täsmälliset alihankkijat. Kaiken ylimääräisen vaihtelun kitkemiseen eri prosessien välillä tulee siis keskittyä, ja aikataulutuksia pitäisi pyrkiä seuraamaan tarkemmin, jotta niiden ero kyettäisiin tasoittamaan. Kyseisessä tutkimuksessa ilmeni myös, että korkean tuottavuuden yrityksissä alihankkijoilta saatava materiaali oli lähes 91 prosenttisesti ajallaan, kun vastaava luku matalan tuottavuuden yrityksillä oli 81 prosenttia. Yritys X:n alihankkijoiden toimitustäsmällisyys on 85 prosenttia, joten tähänkin asiaan voi olla aiheellista yhdessä alihankkijoiden kanssa hakea vielä kehitystoimenpiteitä.

6.6. Tuotteiden ja toiminnan laatu

Tuotteiden laatu on kohtuullisen hyvällä tasolla, eikä niin sanottu susituotanto, eli jollain tavalla virheellisten tuotteiden määrä tuota suuria vaikeuksia, mutta on normaalia, että silloin tällöin sitäkin ilmenee. Tuotteiden virheet syntyvät usein heti valuvaiheessa, ja ne saattavat johtua useasta eri tekijästä, kuten koneen käyttäjästä, itse koneesta, muotista, väärästä lämpötilasta tai alumiiniseoksesta. Tekijöitä virheisiin voi olla siis valussa huomattavasti enemmän verrattuna esimerkiksi ko-

neistusvaiheeseen. Valuvaiheen merkitys korostuu Yritys X:n valmistamien tuotteiden laadussa, sillä välittömästi valun jälkeen tuotteesta ei vielä nähdä onko tuote sellainen kuin pitääkin olla vai virheellinen. Usein valuvirheet paljastuvat vasta koneistusvaiheessa, kun kappaleen pintaa työstetään. Pinnan alta voi tulla esiin esimerkiksi huokosia, jotka tekevät tuotteesta virheellisen. Tämän takia osia pyritään koneistamaan omalla tehtaalla niin paljon kuin mahdollista, sillä on paljon halvempaa huomata virhe heti, kuin maksaa kuljetus- ja mahdolliset muut asiakkaalle virheellisestä tuotannosta koituneet kulut. Myös viime aikojen pyrkimys pienempiin eräkokoihin antaa palautteen tuotteiden laadusta nopeammin, ja virheet eivät muodostu niin isoiksi. Järjestelmässä ei kuitenkaan näy suoraan onko tuotteissa virheitä, tai onko jossain työvaiheessa ongelmia. Koneen käyttäjiä on ohjeistettu kysymään ammattitaitoisemmilta prosessimiehiltä apua ongelmiin, sillä esimieheltä kysymiseen saattaa olla kynnystä.

Laaduttomuudesta johtuvia kustannuksia seurataan COPQ -mittarilla. COPQ tulee sanoista Cost Of Poor Quality, eli se tarkoittaa laatuvirheiden tuomia toiminnan lisäkustannuksia. Siitä on erilaisia sovelluksia johdon työkaluiksi, joiden tarkoitus on tuoda esiin virheellisestä tuotannosta aiheutuvia kustannuksia, ja pyrkiä pienentämään niitä (Harrington 1999: 223). Näin siis seurataan koko ajan, mikä on laaduttomuuskustannusten osuus myynnistä pyrkien pienentämään niitä.

Asiakasvaatimukset vaihtelevat hieman liittyen millaisia tuotteita heille valmistetaan. Tuotteet ovat kuitenkin toistuvia, ja niiden vaatimukset sekä erilaiset tuotespeksit ovat yritys X:n tiedossa. Tuotevirheissä on välillä nähtävissä toistuvuutta tiettyjen tuotteiden välillä, jotka ovat usein haastavia komponentteja valmistaa. Virheiden syitä pyritään etsimään, ja pääsemään niistä eroon, mutta vaativien komponenttien valmistus on tärkeää, sillä Yritys X haluaa erottua kilpailijoistaan osaamisellaan myös haastavien osien valmistuksessa. Tämä on myös osa Yritys X:n strategiaa.

Kuten todettu, tuotteiden tiedot tulevat aina asiakkaalta. He ovat hyvin valveutuneita valuprosesseista, ja tietoisia mitä haluavat esimerkiksi mitoituksen ja seoksen osalta. Yritys X on joskus mukana myös tuotesuunnittelussa, mikäli yhteistyö asi-

akkaan kanssa alkaa riittävän aikaisin. Tämä onkin paras tilanne yritys X:n kannalta, sillä näin molemmat osapuolet saavat esittää ideoita parhaasta valmistustavasta, ja myös laaturiskit pienenevät.

Automaation käyttö on lisääntynyt tehtaalla tasaisesti viimeisen kymmenen vuoden aikana. Tähän on päädytty kustannussyistäkin, mutta samalla tuotteiden laatu on selvästi tasaantunut.

6.7. Tuotannon ongelmat

Kuten edellä on kerrottu, yrityksen tuotanto on pitkälle mietitty ja toteutettu Lean-toimitavan oppien mukaisesti. Luvussa 3.3. esitettyjen lisäarvoa tuottamattomien asioiden listasta löytyvät hukat on tuotannossa pyritty suhteellisen tehokkaasti minimoimaan. Haastatteluissa esiin nousnut ongelma on kuitenkin, että työt eivät aina valmistu toivottuna rintamana, ja myös toimitustäsmällisyys kärsii varmasti osaltaan tästä. Toimitustäsmällisyys on lyhyen aikavälin tarkastelussa pysynyt yrityksen määrittelemällä 95 prosentin tavoitetasolla, mutta hajontaa tässä täsmällisyydessä kuitenkin ilmenee. Ja vaikka tavoitetasolla oltaisiin, aina on kuitenkin varaa parantaa Lean -toiminnan edellyttämällä tavalla. Optimitilanne olisi, että tuotteet lähtisivät yrityksestä aina ajallaan.

Tuotteiden valmistuminen rintamana tarkoittaa kyseisessä tilanteessa, että toiminnassa tähdätään eri tuotteiden tasaiseen valmistamiseen ja valmistusaikatauluun. Tuotannon nykytilanteessa ilmenee ongelmia, joissa tiettyjen töiden valmistaminen etenee aikataulusta edellä, ja niitä tehdään jopa tilaukseen nähden tarpeettoman paljon samaan aikaan, kun toisten tuotteiden valmistus seisoo, ja toimitusajankohdista on vaarassa viivästyä. Toimintatapa johtaa tilanteeseen, jossa yhtä tuotetta valmistetaan kiireessä paljon kerrallaan ja pian seuraavalla tuotteella on kiire. Toimintatapaa pyritään muuttamaan suuntaan, jossa eri työt valmistuisivat tasaisemmin ja kontrolloidummin. Tätä kautta tuotteiden valmistumisen seuraaminen ja aikataulun pitäminen olisi helpompaa ja havainnollisempaa.

Tuotannon ongelmat piilevät pääosin viimeistelyvaiheissa, eli niiden toimintatavassa voi olettaa olevan kehitystä kaipaavia kohtia. Tällä hetkellä IFS -järjestelmällä ohjataan valua, eli töiden aloittamista, mutta ei viimeistelyä. Kuten tuotannon toimintatavaksi on suunniteltu, valusta lähtevien tuotteiden ei pitäisi takkuilla viimeistelyvaiheissa, vaan ne tulisi valmistua yhtenä katkeamattomana virtana valmiiksi tuotteiksi asti. Kuitenkin välillä joissakin viimeistelyvaiheissa seisoo jopa päiviä keskeneräisiä tuotteita. Osa näistä ilmentymistä on tietoisesti harkittuja kapasiteettipuskureita, mutta välillä keskeneräistä tuotantoa kertyy johonkin viimeistelyvaiheeseen vastoin valmistuslinjan suunniteltua toimintatapaa. Kyseisten tuotteiden valmistumisella ei yleensä ole aikataulullisesti kova kiire, eikä niihin sitoutunut pääoma ole merkittävän suuri. Ne aiheuttavat kuitenkin seka- vuutta tuotantolinjalla. Prosessi ei ole tässä tapauksessa edennyt suunnitellulla tavalla, jossa minkään tuotteen ei pitäisi jäädä keskelle tuotantoa odottamaan. On kuitenkin huomattu, että mitä vähemmän töitä on työn alla, sitä paremmin tuotanto virtaa, ja tuotteet valmistuvat ongelmitta.

Pääraaka-aineena käytetään alumiinin eri seoksia, ja niiden saatavuus on hyvää, joten materiaalista on harvoin pulaa. Alumiiniharkkopuolella siis raaka-aineen saatavuusongelmia ei tapahdu, mutta saldovirheiden takia jostain muusta työvaiheesta siihen tarvittava materiaali loppuu silloin tällöin. Nämä ongelmat työpisteellä ilmenevät vasta, kun materiaali on loppu, ja ne aiheuttavat luonnollisesti ongelmia tuotannon etenemiselle.

Eri tuotteiden tasaista valmistamista on pyritty kehittämään, mutta parantamisen varaa on vielä paljon. Syyt tiettyjen töiden kerääntymisestä eivät ole täysin tuotannonohjauksessa tiedossa. Koska tietojärjestelmän kautta ohjataan vain valua, on riskinä, että viimeistelyvaiheet eivät aina suju toivotulla tavalla. Niiden eteneminen on vain työntekijästä kiinni. Mikäli työntekijällä on monta työtä samaan aikaan työpisteellä, saattaa olla mahdollista, että hän valitsee työmäärästä mieleisimmät päältä, ja jättää esimerkiksi iltavuorolaisille ”huonommat” työt.

Kuten haastatteluiden perusteella on käynyt ilmi, yritys X:n toiminnassa ilmenee kohtuullisen paljon variabiliteettiä, joista jotkut ovat välttämättömiä, kuten tuote-

määrä, mutta joista joidenkin tasoittamisen mahdollisuutta kannattaisi miettiä. Kaikenlainen variabiliteetti kuitenkin aina tekee yrityksen toiminnasta haastavampaa, ja näin riski epäonnistua on suurempi (Hopp 2008). Vaihteluun on pyritty kuitenkin varautumaan hyvin, sillä toiminnassa on tähdätty ennen kaikkea joustavuuteen.

6.8. Toiminnan kehitys

Jatkuvaa kehitystä toimintaan on haettu ympyrää kiertäen siten, että kerralla keskitytään yhteen kehitettävään kohteeseen ja kun tavoitteeseen on päästy, siirrytään kehittämään seuraavaa asiaa. Näin on toimittu varmasti rajallisen henkilöstökapasiteetinkin takia, mutta tämän tyyppisessä kehitysmallissa tulee olla tarkkana, että kehitystoimissa otetaan koko organisaation toiminta huomioon, ja että kaikkia osa-alueita kehitettäisiin kuitenkin tasaisesti.

Lapinleimun ym. (1997) esittämiin tuotannon välitavoitteisiin on pyritty panostamaan, mutta selvästi kehitettäviä kohtiakin niistä löytyy. Lämpöajajat pyritään toki pitämään pienenä, mutta niitä ei suoranaisesti seurata tai mitata. Tuotteet pyritään tekemään kerralla valmiiksi, mutta aina tämä ei onnistu toivotulla tavalla. Koneistusvaiheen asetusajat eivät viivästytä tuotantoa, sillä ne tehdään enemmän aikaa vievien valukoneiden asetusten kanssa samaan aikaan. Valuvaiheen asetusajojen lyhentämistä on käyty läpi tietyin väliajoin, ja tällä hetkellä ne vaihtelevat noin tunnista viiteen tuntiin. Asetusaikojen osuus tuotteiden tuotannossa viipyvästä ajasta on noin viiden prosentin luokkaa, mutta tarkkaa kirjaa tästä ei pidetä. Asetusvaihe näkyy järjestelmässä diagrammina, joka kertoo mikä vaihe työssä on milloinkin menossa, mutta tarkkaa ajankäyttöä se ei kerro.

Tuotannon välitavoitteista sisäinen asiakkuus on tehdaspäällikön kokemusten mukaan todennäköisesti eniten kehitystä kaipaava osa-alue. Tämä asia vaatisi siis varmasti panostusta, ja henkilöstön asennekasvatusta. Koko toimituksen kannalta olisi tärkeää, että kaikki ottaisivat vastuun oman työn aikataulullisesta pitämisestä, ja informaation jakamisesta. Osana reaaliaikaisuutta henkilöstöä on neuvottu päi-

vittämään muuttuneet tilanteet koko yrityksen tietoon, ja esimerkiksi myynnissä pystytään muuttamaan viime hetkellä muuttunut asiakkaan tilausmäärä suoraan järjestelmään. Automaation kehittämiseen panostetaan koko ajan enemmän, erityisesti uusien tuotteiden myötä.

7. POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kappaleessa 6 todetun asian perusteella moni asia on yrityksessä hyvin hoidossa, ja toiminnassa näkyy, että Lean -toiminnan opit on tiedostettu, ja niitä on pyritty huomioimaan omissa prosesseissa. Haastattelujen kautta ilmeni, että yritys on hiljalleen rakentanut omaan toimintaansa sopivia toiminnanseurausmenetelmiä, joista esimerkkinä aiemmin mainittu COPQ laaduttomuuskustannusseuranta. Tässä kappaleessa ei enää keskitytä tuomaan esiin jo aiemmin mainittuja vahvoja osaluokkia, jotka ovat yrityksellä hyvin hoidossa sekä tarkassa seurannassa. Sen sijaan keskityn tuomaan ilmi niitä asioita, joissa tutkimuksen mukaan, ja organisaation ulkopuolisen tarkastelijan silmin näyttäisi olevan kehitettävää. Tutkielmassa käsitelty toimitusvarmuus saattaisi parantua paneutumalla ristiriitaisuuksiin, joita löytyi vertailemalla teoriaa ja tehtaan käytännön toimintaa.

Teoriaosuudessa esitettyä asiaa voisi soveltaa monilla eri tavoilla tehostamaan Lean -tuotannon toimintatapoja ja vähentämään niiden ongelmakohtia. On myös mahdollista, että monet eri ongelmat muualla kuin tuotannossa saattavat välillisesti vaikuttaa tuotannon tilapäisiin takkuiluihin. Esimerkiksi myöhäisessä vaiheessa tapahtunut tietyn tuotteen toimitusmäärän pieneneminen saattaa aiheuttaa tällaisen ongelman. Mikäli tiedonkulussa myynnin ja tuotannon välillä on kyseisessä tilanteessa viivettä, saatetaan tätä tuotetta valmistaa turhan paljon, kun muussa tapauksessa pystyttäisiin mahdollisesti aloittamaan jo seuraavan tuotteen valmistus.

Kuten kappaleessa 4.1 on kerrottu, Likerinkin (2004) esittämiä hukka-kohtia on tehtaan toiminnassa pyritty minimoimaan. Ensimmäisenä tällä listalla mainittua yli-tuotantoa ilmeni välillä tuotannon viimeistelyvaiheissa. Tuotannossa seisovien tuotteiden raaka-aineisiin sitoutunut pääoma ei itsessään ole merkittävä, mutta aiheuttaa päänvaivaa tuotannonohjauksessa. Seisovista tuotteista nähdään, että tuotteiden valmistusprosessi ei ole edennyt suunnitellulla tavalla, jossa kesken-eräistä tuotantoa ei pitäisi esiintyä.

Kaikkiin muihinkin lisäarvoa tuottamattomiin hukkiin kannattaa keskittyä, ja miettiä tarkasti esiintyykö näitä omassa toiminnassa, sekä miten niitä vähennettäisiin. Tehtaalla käydyssä ongelmatilanteiden kartoituksessa selvisi myös, että odottelua eli aikaa, kun työntekijä on toimettona, esiintyi välillä joissain tuotannon viimeistelyvaiheissa. Mikäli odotteluajat venyvät, tai ne alkavat olla päivittäisiä, tulisi miettiä mitä hukkan välttämiseksi voidaan tehdä. Tarpeetonta kuljettelu ei omassa tuotannossa esiinny merkittävästi. Ainoa vaihe, jossa tuotteita joutuu erikseen siirtämään pidemmän matkan seuraavaan käsittelypaikkaan, on tiivisteen vaativien tuotteiden kuljetus pursotukseen. Alihankintana tehtävien töiden osalla taas kuljetusmatkat luonnollisesti kasvavat huomattavasti. Viidentenä listassa mainittuja tarpeettomia varastoja ei juuri valmiissa tuotteissa ole, mutta kesken-eräisten tuotteiden osalta niitä taas välillä syntyy. Kuten aiemmin on todettu, tarpeettomat varastot saattavat johtaa koko tuotannon epätasapainoon (Liker 2004). Listan viimeisenä kohtana mainittu työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen on hukka, josta on tärkeää päästä eroon. Työntekijöiltä voi saada tärkeää tietoa siitä, miksi jotkut työt ovat jääneet linjalle odottamaan keskeneräisinä. Parasta käytännön tietämystä tuotannon ongelmista saadaan niiden ilmentymispaikoilta, eli työpisteiltä (Kajaste ym. 1994).

Luvun 3.2 teorian perusteella henkilöstön rooli tuotannon sujuvuudessa on merkittävä. Perustiedot yrityksen eri toiminnoista sekä ymmärrys niiden toimivuuden edellytyksistä parantavat näiden toimintojen yhteistyötä. Yksi kehittävä tekijä käsiteltäviin ongelmiin on varmasti eri toimintojen ohjeistaminen ja saattaminen läheiseen kanssakäymiseen toistensa kanssa. Otan esimerkiksi uudelleen edellä esitetyn tilanteen, jossa viime hetkellä myynnin tietoon tulleen asiakkaan tietyn tuotteen tilausmäärän pieneneminen aiheutti tarpeettoman suuren tuotantomäärän kyseisessä tuotteessa. Tilanteessa ei syntyisi tarpeetonta varastoa, mikäli myynnistä informoitaisiin tuotantoa viipymättä, ja näin pystyttäisiin siirtymään seuraavan tuotteen valmistukseen. Tiedon nopea kulkeminen työprosessista toiseen poistaa kitkaa päivittäisestä toiminnasta. Nopean reagoinnin avulla virheiden määrä vähenee ja samat virheet eivät toiminnassa toistu.

Haastatteluissa käydyn keskustelun perusteella ja tehdaspäällikön kokemusten mukaan tuotannon välitavoitteista sisäinen asiakkuus on kehittämistä vaativa osa-alue, ja saattaa tällä hetkellä olla syynä moniin tuotannossa ja koko yrityksessä ilmeneviin ongelmiin. Informaation kulun merkitystä ei yrityksessä voi yliarvostaa. On tärkeää, että työntekijät ovat sitoutuneita yhteisiin tavoitteisiin, ja että he tiedostavat oman toimintansa vaikutukset muihin työvaiheisiin tai prosesseihin. Kunkin toimijan tulisi pitää seuraavaa työvaihetta omana asiakkaanaan, jolle pyritään toimittamaan tuotteet ajallaan, ja viestimään välittömästi eteenpäin, mikäli jokin asia ei hetkellisesti etene suunnitellulla tavalla. Informaation kulun lisäämiseen on varmasti monia erilaisia potentiaalisia keinoja, mutta lähtökohtaisesti pelkkä tietojärjestelmän päivittäminen ei riitä, vaikka siitä hyvä apu tehtaan toiminnassa onkin.

Informaation jakaminen myös yrityksen ulkopuolelle on tärkeää, ja lisää aina tehokkuutta. Haastatteluissa ilmeni, että alihankkijoiden kanssa käytävä tiedonkulku tapahtuu ainoastaan sähköpostitse tai puhelimitse. Kokonaisuuden kannalta olisi tehokasta, jos ainakin tärkeimpiä alihankkijoita pystyttäisiin liittämään yrityksen tietojärjestelmään, jolloin nämä pystyisivät mahdollisesti paremmin seuraamaan tilanteiden kehittymistä, ja parantamaan omaa kuormitussuunnittelua. Tietojärjestelmään liittymisen myötä on tärkeää säilyttää kuitenkin henkilökohtainen, esimerkiksi puhelimitse tapahtuva informaation jakaminen.

Yritys X antaa vain isoimmille alihankkijoille palautetta toimitustäsmällisyydestä. Tätä palautteenantoa olisi varmasti hyvä lisätä ainakin jollain tasolla kaikkiin alihankkijoihin. Yrityksen alihankkijoiden toimitustäsmällisyys kuitenkin jää kohtuullisen paljon Mapesin ym. (2000) tutkimuksen korkean tuottavuuden yritysten alihankintatoimitustäsmällisyydestä, joka oli 91%. Toistuva palautteenanto, samoin kuin jatkuva informointi eri tilanteista toisi tehokkuutta alihankintapuolelle.

Oikeanlaisen visuaalisen ohjaimen tuominen tuotantoon parantaisi informaatiota työtehtävien etenemisessä. Työnjohtajan tulisi pystyä työn suorittamispaikalla viipymättä havaitsemaan, noudatetaanko työpisteellä standardia tai onko pisteellä jokin hetkellinen tuotantoa haittaava ongelma. Mitä nopeampaa on reagointi, sitä

nopeammin tilanne pystytään korjaamaan. Ongelman havaitseminen tulee siis lähteä työpisteeltä heti sen ilmettyä. Työtä suorittavalla henkilöllä tulee olla tiedossa, miten työn on tarkoitettu valmistuvan tuotannonohjauksessa. Ongelman ilmettyä tieto siitä tulisi viipymättä olla työnjohdon ja tuotannonohjausta suunnittelevien tahojen tiedossa.

Tehokkaalla tavalla toteutettu andon olisi tässä tapauksessa toimiva ja hyödyllinen visuaalinen ohjain lisäämään ongelmien havainnollisuutta ja nopeaa reagoitukykyä. Nopean hälytyksen perusteella voitaisiin alkaa välittömästi tutkia mistä ongelma, kuten tuotantolinjalla seisova ylimääräinen tuotantoerä johtuu, ja ryhtyä toimenpiteisiin ongelman kitkemiseksi. Näin erilaisten mahdollisten ongelmien uudelleensyntymistä pystyttäisiin eliminoimaan. Esimerkiksi myynnin ja tuotannon välisen informaationkulkuongelman ratkaisuna voisi olla, että atk -järjestelmään päivitetty tilausmäärä näkyisi järjestelmässä selvästi korostettuna tai erivärisenä. Lisäksi myynnistä tulee kuitenkin ilmoittaa uusi toimitusmäärä työnjohdolle puhelimitse, jotta työmääräimiä ja tuotannon hienosuunnittelua pystyttäisiin välittömästi muokkaamaan uudelle toimitussuunnitelmalle edulliseksi. Mikäli tilausmäärä muuttuu lyhyellä varoitusajalla, on varmasti järkevää varmistua siitä, että muuttunut tilanne on huomioitu tuotannossa. Viime hetkellä muuttuneita tietoja ei välttämättä huomata tietokoneelta, joten töiden ohjausta ja järjestelyä ei kannata jättää pelkästään atk -järjestelmän varaan.

Käytettävän andonin toteutukseen on toki monia vaihtoehtoja, mutta yksinkertaisimmillaan se voisi olla havainnollinen merkkivalo työpisteellä. Häiriö tietyn tuotteen valmistuksessa voitaisiin saattaa näkymään myös järjestelmässä, jotta poikkeavuus tulisi mahdollisimman nopeasti yleiseen tietoon, ja näin siihen pystyttäisiin tehokkaasti puuttumaan. Andon on omiaan vaikuttamaan reagoitinopeuteen, kun ongelma on havaittu. Yleensä aina joku tietää työpisteellä olevasta ongelmasta, mutta tämä tieto ei tule välttämättä tulle ilmi ennen kuin on myöhäistä. Tarkka tieto töiden hetkellisestä tilanteesta ja etenemisestä helpottaisi aikataulutuksen laatijan tehtävää hienosuunnittelussa.

Monet tuotannon ja koko yrityksen toiminnan ongelmat saattavat olla läheisessä yhteydessä toisiinsa. Tässä tutkielmassa mainituilla ongelmillakin saattaa olla selvä yhteys. Ylimääräistä keskeneräistä tuotantoa voi olla syntynyt, kun tuotetta on alkuperäisen toimitussuunnitelman mukaan valettu liikaa. Kun asiakkaalle lähtevä toimitusmäärä on saatu täyteen, ovat ylimääräiset tuotteet jääneet turhina odottamaan valmistuslinjalle. Andonia käyttämällä poikkeavuus suoritustandardista havaittaisiin nopeasti, minkä jälkeen tutkittaisiin tuotteen valmistusketjua taaksepäin, ja selvitetäisiin, mistä asia johtuu. Yhtenä tutkittavana asiana voisi olla mahdolliset kommunikointiongelmat valmistuksen ja tilauksia vastaanottavan tahon välillä. Mikäli näin ei ole tapahtunut, voidaan vaihtoehto sulkea tutkinnasta pois, ja keskittyä seuraavaan potentiaaliseen ongelman aiheuttajaan.

Keskeneräisen tuotannon osalta huomionarvoinen esiin tullut asia on, että mitä vähemmän töitä on yhtä aikaa työn alla, sitä paremmin tuotanto virtaa. Perusprosessit ovat siis sellaisenaan hiottuja ja pitkälle mietittyjä kokonaisuuksia, mutta ongelmien havainnointi vaikeutuu, kun kuormitusta lisätään. Oli ongelma sitten liiallinen keskeneräinen tuotanto työpisteillä, tai materiaalin loppuminen, pitäisi ongelman aiheuttajan tulla esiin aiemmin, ennen kuin virhe on tapahtunut, ja pahassa tapauksessa tuotanto pysähtynyt.

Syynä keskeneräisen tuotannon syntymiseen saattaa olla myös työntekijöiden väärät päätökset tuotannon etenemisen kannalta. Koska yrityksen sisäisen järjestelmän avulla ohjataan vain töiden aloittamista, eli valuvaihetta, on vaarana että vain työntekijöiden omasta toiminnasta kiinni olevat viimeistelyvaiheet eivät suju suunnitellusti. Työntekijöille voi muodostua esimerkiksi joitain lempitöitä, eli he valmistavat jotain tiettyä tuotetta mieluummin kuin jotain toista, ja olettavat että myöhemmin vuorossa olevat voivat tehdä jäljellä olevat työt. Tällainen toiminta kerää tiettyä tuotetta jollekin työpisteelle aiheuttaen keskeneräistä tuotantoa. Ja kuten aiemmin todettu, siellä missä on keskeneräistä tuotantoa, on myös sidottua läpäisyaikaa. Tällaista tilannetta saattaa syntyä etenkin vuokratyövoimaa käytettäessä, sillä heillä ei luultavasti ole samaa tietämystä, ja kokonaisuuden hahmottamista yrityksen toiminnasta, kuin vakiotyöntekijöillä. Työntekijä saattaa pienillä-

kin valinnoilla aiheuttaa haittaa yrityksen toiminnalle, mikäli virhettä ei huomata ajoissa.

Valmistuksen aikataulutuksen haasteena on variabiliteetti läpimenoajoissa ja suuri samanaikaisesti valmistettävien tuotteiden määrä. Eri tuotteita voi olla valmistettavana samaan aikaan jopa 30. Kuten todettu, tuote-erien läpimenoajatkin vaihtelevat päivästä kahdeksaan viikkoon. Näin isojen tuotevariaatioiden valmistusaikataulun suunnittelu on luonnollisesti hankalaa. Tilannetta helpottaisi paljon, mikäli läpäisyajoista olisi tarkkaa tietoa saatavana, jota voitaisiin käyttää aikataulusuunnittelussa. Koska läpäisyajoja ei seurata, ei myöskään tuotannon lisäarvoa tuottavaa aikaa ole voitu tarkasti määrittää, mikä Lean -toiminnan teoriassa kuitenkin olisi keskeistä.

Haastatteluissa ilmeni, että tietojärjestelmästä saadaan esille ainakin tuote-erän keskeneräinen osuus, ja paljonko siitä on jo valmistettu. Näillä luotettavilla keskiarvoilla ja luvussa 4.4. esitetyllä Hoppin (2008) Littlen lain kaavalla voitaisiin tähän asti vähäisemmässä tarkastelussa olleita läpäisyajoja selvittää. Näin pystyttäisiin kontrolloimaan ja vakiinnuttamaan läpäisyajoja paremmin, kun niistä olisi enemmän informaatiota esillä.

Eri prioriteettisääntöjen vertaileminen eri tuote-erien kohdalla mahdollisimman kattavasti voisi parantaa töiden tasaista ja aikataulullisesti hallittua valmistumista. Näin töille luotaisiin paremmat edellytykset valmistua haluttuna rintamana. Tieto- ja voitaisiin käyttää myös käyttöastetta kuvaavissa kuormituspiirroksissa. Luvussa 2.3 esitettyjen Krajewskin ym. (2007) mainitsemien yleisesti käytettyjen prioriteettisääntöjen lisäksi saatavilla on monia muitakin töiden valmistusaikatauluun liittyviä priorisointisääntöjä.

Työjärjestykset tulisi miettiä etukäteen kokonais-, karkea- ja hienosuunnittelussa mahdollisimman toimiviksi ja joustamiskykyisiksi. Tehtaan valukoneilla pystytään valamaan suhteellisen joustavasti ja kattavasti eri tuotteita, sillä joitakin tuotteita pystytään valamaan isoilla ja keskikokoisilla koneilla, ja joitain tuotteita pienillä ja keskikokoisilla koneilla. Näin vaihtoehtoja erilaisille käytettävillä prioriteettisään-

töyhdistelmille on monia. Näistä vaihtoehtoista tulisi tarkemman tutkimisen avulla löytää parhaita vaihtoehtoja eri tuotetyyppien yhdistelmille. Niiden löytäminen edellyttäisi kuitenkin kattavan tiedon keräämistä valmistusajoista, ja määrällistä tutkimusta.

8. YHTEENVETO

Kiristyneen maailmanlaajuisen kilpailun vuoksi yritysten tulee muuntua vastaamaan markkinoiden ja asiakkaiden tarpeita entistäkin paremmin. Kehittymisen edellytyksenä on kriittinen, ja jatkuva oman toiminnan tarkastelu ja arviointi. Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli hakea ja tuoda esiin teoriasta yleisiä huomionarvoisia asioita, jotka vaikuttavat valmistavan yrityksen tehokkuuteen, ja verrata miten hyvin tutkielmassa käsiteltävän yrityksen toiminta vastaa näitä oppeja.

Keskeisenä asiana oli käytäntöä ja teoriaa vertailemalla löytää asioita, jotka saattavat olla heikentämässä yrityksen toimitusvarmuutta. Kuten tässä tutkielmassa aiemmin on todettu, toimitusvarmuuden parantuminen vaikuttaa yrityksen kykyyn vastata markkinoiden tarpeisiin, ja lisää tätä kautta yrityksen kannattavuutta. Toimitusvarmuuteen negatiivisesti liittyviä tekijöitä oli jo aiemmin yrityksen tuotannonohjauksessa huomattu, kuten tutkielmassa mainitut ajoittainen keskeneräinen tuotanto, sekä töiden aikataulutuksen hallitsemattomuus. Taustatietoa empiriseen tutkimiseen haettiin laajasti Lean -toimintaa, tuotannonohjausta ja yleisesti toimitusvarmuutta käsittelevistä tutkimuksista ja kirjallisuudesta. Teorian kautta esiin tulleiden asioiden kautta rakennettiin kysymysrunko, jonka avulla haastattelut tehtaalla suoritettiin.

Haastatteluissa tuli selville, että yrityksen johdolla on ollut hyvä käsitys Lean -toiminnasta, ja sitä on sovellettu tehtaan prosesseissa monella osa-alueella tehokkaasti. Kuitenkin kriittisiä huomioita ja asioita, joiden kehittäminen on jäänyt taka-alalle tuli myös ilmi. Teoriaa, joka suoraan kertoisi parhaat toimintatavat eri tuotantotyyppeihin, ei liene olemassa. Kirjallisuudesta löytyi kuitenkin käyttökelpoisia ideoita käytettävistä työkaluista, joilla mainittuja ongelmia pystyttäisiin mahdollisesti kitkemään tuotannosta, ja ehkäisemään niiden uudelleenilmentymistä.

Tärkeäksi kehitystä kaipaavaksi osa-alueeksi havaittiin informaation kulku usein koko yrityksen toiminnassa. Yritys pystyisi reagoimaan eri tilanteisiin huomattavasti nopeammin, mikäli informaatio liikkuisi viipymättä niille kaikille tahoille,

joita tieto koskee. Informaation kulun lisääminen kattaa yrityksen sisällä tapahtuvan tiedon jakamisen lisäksi myös alihankkijat ja asiakkaat. Näin koko toimitusketjusta saadaan tehokkaampi, mikä on kaikkien etu. Alihankkijoihin liittyvästä tiedonannosta esille tuli vielä erityisesti lisäämistä kaipaava palautteenanto, jotta näiden toimitusvarmuutta pystyttäisiin kohottamaan. Myös oikeanlaisen visuaalisen ohjaimen käyttöönotto tehtaan puolella nopeuttaisi reagointiaikaa ongelmatilanteissa, joka käytännössä liittyy informaation kulun lisäämiseen ja nopeuttamiseen.

Tärkeä kehitystä kaipaava osa-alue oli tuotannon läpäisyajojen seurantaan panostaminen, jonka avulla tuotannon tehokkuutta voitaisiin arvioida huomattavasti paremmin, ja ennustettavuus kehittyisi. Tämä toisi toimintaan myös joustavuutta, kun osattaisiin tarkemmin määritellä missä järjestyksessä töiden tekeminen olisi aikataulullisesti tehokkainta.

Esiinnousseihin kehitystä kaipaaviin asioihin ei ole yhtä oikeaa menetelmää, jonka avulla ongelmat saataisiin ratkaistua. Mutta kuten tutkielman johdannossa jo esitettiin, tutkimuksen tavoitteena oli etsiä huomionarvoisia kehitettäviä kohtia yrityksen toiminnasta. Pro gradu -tutkielma toi esiin asioita uudesta näkökulmasta, jotka heikentävät toimitusvarmuutta, ja joihin oikeanlaisella panostuksella voitaisiin tehtaan toimintaa parantaa. Tästä eteenpäin on siis yrityksen omista valinnoista, resursseista ja intresseistä kiinni, miten tärkeiksi löydetyt havainnot arvioidaan, ja miten niiden kehittämiseen aletaan paneutua.

Pelkän teorian perusteella ei kuitenkaan pystytä suoraan varmistumaan, että käsitellyt menetelmät ratkaisisivat tuotannon ja yrityksen ongelmat. Löydetyt mahdolliset keinot ongelmatilanteiden ratkaisemiseen ovat potentiaalisia ehdotuksia, jollaisia jo tutkielman johdannossa todettiin etsittävän. Tutkielmassa esitettyjen ongelmakohtien kehittäminen edellyttää lisätutkimusta, joka käytännössä tarkoittaa laajan datan keräämistä, ja tämän tiedon avulla suoritettavaa määrällistä tutkimusta.

LÄHDELUETTELO

X Group (2012) Internet sivut [Online] [siteerattu 5.4.2012] Saatavana World Wide Webistä: <URL: <http://www.X.com/freimi.asp?lang=3>>

Yritys X (2011). Lean Management kalvot.

Bhasin, Sanjay & Peter Burcher (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management* 17: 1, 56-72.

Cudney, Elizabeth & Cassandra Elrod (2011). A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chain management in manufacturing and service industries. *International Journal of Lean Six Sigma* 2: 1, 5--22

Eloranta, Eero & Juha Räisänen (1986). Ohjattavuusanalyysi – Tutkimus tuotannon ja sen ohjauksen kehittämistä Suomessa. Helsinki: Kyriiri Oy. 223 s. ISBN 951-563-188-2

George, Michael L., John Maxey, Mark Price & David Rowlands (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook*. New York: McGraw-Hill. 282 s. ISBN 0-07-144119-0

Haverila, Matti, Erkki Uusi-Rauva, Ilkka Kouri & Asko Miettinen (2005). *Teollisuus*. 5. painos. Tampere: Infacs Oy. 510 s. ISBN 951-96765-5-4

Harrington, H. James (1999). Performance improvement: a total poor-quality cost system. *The TQM Magazine*. 11,4. s. 221 – 230.

Hopp, Wallace J (2008). *Supply Chain Science*. New York: McGraw-Hill. 230 s. ISBN 978-0-07-340332-8

Iloranta, Kari, Hanna Pajunen-Muhonen (2008). *Hankintojen johtaminen*. Toinen painos. Helsinki. Tietosanoma Oy. 498 s. ISBN 978-951-885-276-9

- Kajaste, Veikko & Timo Liukko (1994). Lean -toiminta - Suomalaisten yritysten kokemuksia. Tampere: Metalliteollisuuden kustannus Oy. 105 s. ISBN 951-817-592-6
- Krajewski, Lee, Larry Rizman & Manoj Malhotra (2007). Operations Management - Processes and Value Chains. 8. Painos. New Jersey: Pearson Education Inc. 728 s. ISBN 0-13-187294-X
- Kumar, Anil, Graham Sharman (1992). We Love Your Product, But Where Is It? Sloan Management Review. 33, 2. s. 93 – 99.
- Lapinleimu, Ilkka, Veijo Kauppinen & Seppo Torvinen (1997). Kone- ja metalliteollisuuden tuotantjärjestelmät. 1. Painos. Porvoo: WSOY. 398 s. ISBN 951-0-21436-1
- Lee, Hau L., V. Padmanabhan, Seungjin Whang (1997). Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect. Management Science. 43, 4. s. 546 – 558.
- Lee, Hau L., Kut C. So & Christopher S. Tang (2000). The Value of Information Sharing in a Two-Level Supply Chain. Management Science. 46, 5. s. 626 – 643.
- Lehtonen, Juha-Matti (2004). Tuotantotalous. Vantaa: Dark Oy. 292 s. ISBN 951-0-28104-2
- Liker, Jeffrey K. (2004). The Toyota way, 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill Inc. 330 s. ISBN 0-07-139231-9
- Liker, Jeffrey K. (2006). Toyotan tapaan. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 323 s. ISBN 952-5592-68-5

- Luhtala, Marko, Esko Kilpinen, Petri Anttila (1994). LOGI – Tehokkuutta tilausohjautuviin toimitusketjuihin. MET. Tekninen tiedotus 13/94. Helsinki. Metalliteollisuuden Kustannus Oy. 107 s. ISBN 951-817-607-8
- Maimon, Oded, Eugene Khmel'nitsky & Konstantin Kogan (1998). Optimal Flow Control In Manufacturing Systems – Production Planning and Scheduling. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 346 s. ISBN 0-7923-5106-1
- Mapes, John, Marek Szwejczeniowski, Colin New (2000). Process variability and its effect on plant performance. International Journal of Operations and Production Management. 20, 7. S. 792-808.
- Merikallio, Lauri & Harri Haapasalo (2009) . Projektijärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla. [online]. Saatavana World Wide Webistä: <URL: <http://tuta.oulu.fi/lean%20kehitysprojektin%20raportti%20final.pdf>>
- Miettinen, Pauli (1993). Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus. 102 s. ISBN 951-37-1193-5
- MET (1992). Kevyt ja joustava toimintatapa – Tie kansainväliseen kilpailukykyyn. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy. 19s. ISBN 951-817-551-9
- Pyykkö, Mika (2007). Tuotteen valmistuksen kehittäminen Kaizen -projektin avulla [online]. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavana World Wide Webistä: <URL:<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/29920/TMP.objres.566.pdfsequence=1>>
- Tiainen, Jouko (1996). JOT – Tie tulevaisuuteen ja menestykseen. Kuhmo: Kuhamon Kirjapaino Oy. 182 s. ISBN 951-97428-0-8

Tuomi, Jouni, Anneli Sarajärvi (2002). Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi.
Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 159 s. ISBN 951-26-4856-3