



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

OSSI KAARTINEN  
TUOTANNONSUUNNITTELUN JA -OHJAUksen KEHITTÄMINEN  
PIENESSÄ TAI KESKISUURESSA ALIHANKINTAYRITYKSESSÄ

Diplomityö

Tarkastaja: professori Jussi Heikkilä  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
24. syyskuuta 2018

## TIIVISTELMÄ

**OSSI KAARTINEN:** Tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen kehittäminen pienessä tai keskisuuressa alihankintayrityksessä

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 81 sivua, 2 liitesivua

Marraskuu 2018

Tuotantotalouden diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Talouden ja liiketoiminnan hallinta

Tarkastaja: professori Jussi Heikkilä

Avainsanat: tuotannonsuunnittelu, tuotannonohjaus, MTO, ATO, MTS

Tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen kehittämisessä pohditaan usein yksittäisten menetelmien vaikutuksia, jolloin vaarana on, että kontekstia ei oteta huomioon. Kirjallisuuden mukaan tuotannonsuunnittelussa ja -ohjauksessa tulisi huomioida yhteensopivuus tuotannon prosessivalinnan ja markkinoiden vaatimusten kanssa. Siksi tämän tutkimuksen tutkimusongelmana oli, miten pk-alihankintayrityksessä voidaan suunnitella ja ohjata tuotantoa siten, että se tukee yrityksen tarpeita. Tavoitteena oli ymmärtää, mikä on kohdeyrityksen tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen tavoitetila, mitkä asiat erottavat kohdeyrityksen tavoitetilasta sekä miten tavoitetila saavutetaan. Tutkimuskysymyksiä olivat ensinnäkin, millainen on markkinoiden, tuotantoprosessin sekä tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen välinen yhteys kohdeyrityksessä sekä toisekseen, miten tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta voidaan kohdeyrityksessä kehittää siten, että se tukee yrityksen tarpeita.

Tutkimus suoritettiin yhden tapauksen tapaustutkimuksena. Työ sisältää kirjallisuuskatsauksen sekä empiirisen osuuden. Empiirisen osan tutkimusmenetelmiksi valittiin puolistrukturoidut haastattelut sekä dokumenttipohjainen analyysi. Jälkimmäinen jakautui kohdeyrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä saatuun primääridataan ja sekundääridatalähteisiin. Tutkimuksessa käytettiin siten sekä laadullisia että määrällisiä menetelmiä aineiston keruussa ja käsittelyssä. Haastatteluiden perusteella tutkimuskysymyksessä kaksi mainituksi kohdeyrityksen tarpeiksi tarkennettiin toimitusvarmuuden saaminen vähintään 95 % tasolle kustannustehokkuuden ja laadun kärsimättä.

Työn tavoitteeseen päästiin vastaamalla tutkimuskysymyksiin empiirisen osuuden sekä kirjallisuuskatsauksen perusteella tehtyjen tulkintojen pohjalta. Vastauksena ensimmäiseen tutkimuskysymykseen saatiin, että markkinat ovat ohjanneet kohdeyrityksen prosessivalinnoiksi yksittäistuotannon, pienten määrien erätuotannon sekä toistuvan tuotannon. Tuotteita ohjataan tilauksesta valmistettavien sekä tilauksesta kokoonpantavien tuotteiden osalta kirjallisuuden ehdottamilla tavoilla, mutta varasto-ohjautuvien tuotteiden osalta eri lailla. Vastauksena toiseen tutkimuskysymykseen saatiin, että kohdeyrityksen tulee parantaa kaikkien tilauksesta toimitettavien tuotteiden toimitusvarmuutta, joista etenkin suuritöisten tuotteiden. Tämä onnistuu kuudella kehitystoimenpiteellä, joita ehdotetaan työn tuloksena.

Työn merkittävimpänä johtopäätöksenä johtamistyön kannalta nähtiin, että monenlaiset tuoteominaisuudet vaikeuttavat tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen onnistumista tehtävässään, jotta kaikkien tuotteiden osalta asiakasvaatimuksiin päästään. Lisäksi havaittiin, että strategisen yhteensopivuuden lisäksi kriittistä menestymisen kannalta on, että itse tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä toteuttaa sille asetetut tehtävät joka tasolla.

## ABSTRACT

**OSSI KAARTINEN:** Manufacturing Planning and Control Development in a Small or Medium-sized Enterprise

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 81 pages, 2 Appendix pages

November 2018

Master's Degree Programme in Industrial Engineering and Management

Major: Industrial and Business Economics

Examiner: Professor Jussi Heikkilä

**Keywords:** manufacturing planning and control, production planning, production control, MPC, MTO, ATO, MTS

Manufacturing planning and control development focuses often on utilizing different methods. Thus, there is a risk that decisions lack context. According to literature, manufacturing planning and control system should be aligned with production process choice and market requirements. Therefore, the research problem of this study was how production can be planned and controlled in an SME company in such a way that it contributes to the objectives of the company. The objective of the study was to understand what is included in the most suitable manufacturing planning and control system for the focal company, what is the difference between the current and the optimal system and how the optimal system design can be achieved. The research question number one was if there is alignment between markets, process and manufacturing planning and control system in the focal company and number two how manufacturing planning and control system can be developed so that it supports the needs of the focal company.

The study was conducted as a case study research. It includes a literature review as well as an empirical part. The research methods were semi-structured interviews and documentary research. The latter can be divided into primary data based on ERP system and secondary data based on various documents of the focal company. Thus, there were both qualitative and quantitative methods used in this study. On the grounds of the interviews, the needs mentioned in the research question number two were specified to be achieving 95 % delivery reliability with no negative impact on quality or cost efficiency.

The objectives of the research were met through answering to the research questions based on theoretical and empirical parts. The answer to the first research question is that the process choices of the focal company are job shop, small batch and repetitive manufacturing. These choices are aligned with markets. Manufacturing planning and control system is aligned with markets in MTO and ATO products but in MTS products not. The answer to the second research question is that the focal company should improve its delivery reliability in MTO products, especially in jobs that need many work hours or much subcontracting. This can be achieved by taking six corrective actions that are given as recommendations in the end of the study.

The most significant managerial implication of the study is that various product attributes make manufacturing planning and control system more complicated and thus challenging to satisfy all the customer requirements. In addition, alignment between markets, process and manufacturing planning and control system is necessary but it is of critical importance that the system itself fulfills the tasks assigned to its each level.

## ALKUSANAT

Tämä työ ja samalla opiskelut alkavat olla paketissa. On kiitosten aika.

Erityiset kiitokset osoitan työni tarkastajalle Jussille kaikesta tuesta ja vaivannäöstä. Työ lähti heti alusta alkaen muotoutumaan oikeaan suuntaan. Sain hyvät eväät itsenäiseen työskentelyyn sekä juuri sopivaa palautetta prosessin aikana. Lisäksi kiitän kohdeyrityksen edustajia mahdollisuudesta työn tekemiseen sekä jatkuvasta ohjauksesta, tuesta ja palautteesta diplomityöprosessin ja koko työsuhteeni aikana. Olen saanut teiltä korvaamatonta oppia työelämästä sekä muistakin asioista. Haluan kiittää ennen kaikkea ohjaajaani Samulia, mutta sopivissa määrin myös Tommia, Eppua sekä muita sankareita. Kiitän myös kaikkia diplomityössäni haastateltuja tärkeistä kommentteista ja palautteesta.

Suuret kiitokset kuuluvat vanhemmilleni ja isovanhemmilleni, jotka ovat tukeneet minua aina varauksetta. Äitini omisti oman diplomityönsä aikanaan minulle, joten tämä työ on omistettu hänelle. Lopuksi haluan kiittää Anskua kaikesta tuesta, avusta ja kärsivällisyydestä kuluneen kesän ja syksyn aikana.

Tampereella, 9.11.2018

Ossi Kaartinen

# SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1	Tutkimuksen tausta ja motiivit.....	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....	2
1.3	Tutkimuksen rajaus .....	2
1.4	Tutkimuksen rakenne ja toteuttaminen .....	4
2.	KIRJALLISUUSKATSAUS .....	5
2.1	Tuotanto osana yrityksen toimintaa .....	5
2.1.1	Yrityksen strateginen päätöksenteko .....	5
2.1.2	Markkinavaatimukset.....	6
2.1.3	Tuotantostrategia.....	7
2.1.4	Tuotantotehtävä.....	9
2.1.5	Tuotannon suorituskyky.....	9
2.1.6	Tuotantoprosessi .....	10
2.1.7	Tuotantoa koskeva päätöksenteko pk-alihankintayrityksessä.....	11
2.1.8	Yhteenveto .....	11
2.2	Tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä .....	12
2.2.1	Toimitusketjusuunnittelu .....	13
2.2.2	Myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelu.....	13
2.2.3	Karkeasuunnittelu .....	15
2.2.4	Aikatauluttaminen .....	17
2.2.5	Toimeenpano.....	18
2.2.6	Tuotannosuunnittelu ja -ohjaus pk-alihankintayrityksessä.....	19
2.2.7	Yhteenveto .....	20
2.3	Markkinoiden, tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen strateginen yhteensopivuus.....	21
2.3.1	Markkinoiden vaikutus prosessivalintaan.....	23
2.3.2	Markkinoiden vaikutus tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen ...	24
2.3.3	Tuotannon prosessivalinnan vaikutus tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen.....	26
2.3.4	Yhteenveto .....	27
2.4	Yhteenveto .....	28
3.	METODOLOGIA .....	29
3.1	Tutkimuksen luonne.....	29
3.2	Tutkimusmenetelmät.....	29
3.3	Aineiston keruu .....	31
3.4	Aineiston käsittely.....	34
4.	TULOKSET .....	36
4.1	Haastattelut.....	36
4.1.1	Kohdemarkkinoiden vaatimukset .....	36
4.1.2	Arvolupaus asiakkaalle .....	38

4.1.3	Vaatimukset tuotannolle .....	38
4.1.4	Yhteenveto .....	40
4.2	Dokumenttipohjainen analyysi.....	41
4.2.1	Markkinoiden ominaispiirteet .....	41
4.2.2	Tuotannon ominaispiirteet .....	44
4.2.3	Tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä .....	48
4.2.4	Tuotannon suorituskyky.....	54
4.2.5	Yhteenveto .....	57
5.	TULOSTEN TULKINTA.....	59
5.1	Markkinoiden, tuotantoprosessin sekä tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen strateginen yhteensopivuus kohdeyrityksessä .....	59
5.1.1	Markkinoiden vaikutus prosessivalintaan .....	59
5.1.2	Markkinoiden vaikutus tuotannonsuunnitteluun ja -ohjaukseen ...	60
5.1.3	Prosessivalinnan vaikutus tuotannonsuunnitteluun ja -ohjaukseen	62
5.1.4	Yhteenveto .....	63
5.2	Tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen toimivuus ja kehittäminen kohdeyrityksessä.....	63
5.2.1	Tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen toimivuus .....	63
5.2.2	Kehitystoimenpiteet tavoitteisiin pääsemiseksi .....	66
5.2.3	Kehitystoimenpiteiden vaikutusten arviointi .....	68
6.	YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT .....	71
6.1	Keskustelu .....	71
6.2	Johtopäätökset .....	72
6.3	Tieteellinen kontribuutio .....	73
6.4	Onnistumisen arviointi ja rajoitteet .....	73
6.5	Jatkotutkimusehdotukset .....	74
	LÄHTEET .....	75

LIITE A: Haastatteluiden kysymysrunko

## KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b>	<i>Tutkimuksen sijoittuminen yrityksen strategisessa päätöksenteossa (mukaiillen Berry &amp; Hill 1992; Wheelwright 1984).</i> .....	3
<b>Kuva 2.</b>	<i>Yrityksen strategisen päätöksenteon tasot (mukaiillen Wheelwright 1984).</i> .....	5
<b>Kuva 3.</b>	<i>Tuotantostrategian sisällölliset päätöksentekokategoriat (mukaiillen Wheelwright 1984).</i> .....	8
<b>Kuva 4.</b>	<i>Kapasiteetin hallinnan ja tuotantomäärien suunnittelun strategioiden yhteensovittaminen (mukaiillen Olhager et al. 2001).</i> .....	15
<b>Kuva 5.</b>	<i>Liiketoimintamäärittelyiden, tuotantoprosessin sekä tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen linkittyminen (mukaiillen Vollmann et al. 2005, s. 453).</i> .....	22
<b>Kuva 6.</b>	<i>Tutkimusmenetelmien käyttö tutkimuskysymyksiin vastaamisessa.</i> .....	30
<b>Kuva 7.</b>	<i>Kohdeyrityksen kokonaiskysyntä on satunnaista.</i> .....	42
<b>Kuva 8.</b>	<i>Kohdeyrityksessä tehdään pieniä töitä, mutta suuritöiset tuotteet erottuvat omana joukkonaan.</i> .....	47
<b>Kuva 9.</b>	<i>Kohdeyrityksellä on useita tilauksen kohdentamispisteitä.</i> .....	48
<b>Kuva 10.</b>	<i>Kohdeyrityksen tuotanto on pääasiassa tilauksesta valmistusta.</i> .....	50
<b>Kuva 11.</b>	<i>Kohdeyrityksen toimitusvarmuus jää tavoitteesta tilauksesta valmistettavissa tuotteissa.</i> .....	55
<b>Kuva 12.</b>	<i>Toimitusvarmuus heikkenee suuritöisissä tilauksesta valmistettavissa tuotteissa.</i> .....	56
<b>Kuva 13.</b>	<i>Kehitystoimenpiteet vaikuttavat sekä suoraan osatavoitteisiin että toisiinsa.</i> .....	69

## TAULUKKOLUETTELO

<i><b>Taulukko 1.</b> Tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän vaihtoehtojen yhteys markkinavaatimukseen (mukaillen Olhager &amp; Rudberg 2002; Olhager &amp; Selldin 2007a).</i>	24
<i><b>Taulukko 2.</b> Tutkimuksen piiriin kuuluva dokumenttipohjainen primääri- ja sekundääridata.</i>	33
<i><b>Taulukko 3.</b> Kohdeyrityksellä on sekä tasaista että satunnaista kysyntää.</i>	43
<i><b>Taulukko 4.</b> Kohdeyritys voi kehittää toimintaansa tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen joka tasolla.</i>	67



## LYHENTEET JA MERKINNÄT

ATO	tilauksesta kokoonpano
JIT	juuri oikeaan tarpeeseen
MES	operatiivinen tuotannonohjausjärjestelmä
MRP	materiaalien tarvelaskenta
MTO	tilauksesta valmistus
MTS	varasto-ohjautuva tuotanto

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta ja motiivit

Tuotannon virtauttaminen, hukan poistaminen, varastojen minimoiminen ja muut Lean-ideologian mukaiset tuotannon kehittämistavoitteet ovat edelleen vahvasti pinnalla keskusteluissa, kun puhutaan teollisista yrityksistä. Välillä vaikuttaakin, että nämä ovat itsestään selviä tavoitteita parantaen automaattisesti yrityksen suorituskykyä. Tutkimuksessa on kuitenkin havaittu, että eri tuotannonohjausmenetelmät sopivat paremmin tiettyihin ympäristöihin kuin toiset (Chan & Burns 2002). Esimerkiksi tuotannon virtauttaminen ei siis kaikissa ympäristössä olekaan oikea tie tuotannonohjauksen kehittämiseksi. Taustalla on täten oltava jokin mekanismi, joka ohjaa valintojen tekemistä.

Berry ja Hill (1992) esittävät, että tuotantoprosessiin ja tuotannon ohjausjärjestelmiin tehtävissä investoinneissa ja kehittämisessä tulee ottaa huomioon niiden strateginen sopivuus markkinoihin, koska investoinnit vaativat tyypillisesti paljon resursseja ja aikaa. Heidän mukaansa päätökset, jotka eivät sovi yhteen markkinoiden kanssa tai joilla ei ole strategista kontekstia, johtavat kalliisiin virheisiin sekä reaktiiviseen päätöksentekoon. Chan ja Burns (2002) lisäävät, että tehokas tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä ei vain optimoi resursseja, vaan tukee tuotantostrategiaa kilpailukyvyn lisäämiseksi. Tuotannosuunnittelu ja -ohjaus nähdäänkin tuotantostrategian osa-alueista ratkaisevassa roolissa koko tuotantostrategian tukemisessa (Wacker & Hanson 1997; Wheelwright 1984). Näiden asioiden vuoksi voidaan päätellä, että aiemmin mainitut yksittäiset tuotannon tavoitteet, kuten varastojen minimoiminen, saattavat markkinoista ja tuotantoprosessista riippuen olla osaoptimointia. Mikäli tämän vuoksi asiakkaan vaatimuksiin ei kyetä vastaamaan, koko liiketoiminta kärsii negatiivisista seurauksista. Siksi on ymmärrettävä, miten taustalla oleva mekanismi toimii.

Diplomityön kohdeyritys on Tampereen Hervannassa toimiva hitsattujen levyrakenteisten osien ja osakokonaisuuksien valmistaja Levytyö Särkinen. Kohdeyritys on metallialan pieneksi tai keskisuureksi eli pk-yritykseksi luokiteltava yritys, jolla on toimintaa Suomessa ja Ukrainassa. Yritys tuottaa leikkausta, särmäystä, hitsausta, koneistusta, maa-lausta ja kokoonpanoa raskaan konepajateollisuuden asiakkaille työllistäen reilut 60 ihmistä Suomessa kahdessa toimipisteessä. Yrityksellä on Ukrainassa toimiva tytäryhtiö, mutta tämä tutkimus kohdistuu Suomen toimintoihin.

Kohdeyritys pyrkii kilpailemaan laadulla, kokonaisvaltaisella palvelulla ja joustavuudella. Kokonaisvaltainen palvelu tarkoittaa pääasiassa sitä, että kohdeyritys vastaa tuotteiden valmistamisesta piirustusten mukaan asiakkaan toivomaan valmiusasteeseen asti.

Tuotanto on siis merkittävässä roolissa yrityksen toiminnassa. Asiakkaita on paljon ja heille valmistetaan tuotteita monenlaisilla vaatimuksilla: osa tuotteista on yksinkertaisia ja osa monimutkaisia, osaa tuotetaan suuria ja osaa pieniä määriä, osa toimitetaan nopealla aikataululla ja osassa on enemmän aikaa valmistukselle. Yrityksessä koetaankin, että nykyinen tapa suunnitella ja ohjata tuotantoa ei riitä vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin optimaalisesti. Seuraavaksi esitetään tutkimuksen ongelma, tavoitteet ja tutkimuskysymykset.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Työn pääasiallisena tutkimusongelmana on, miten pk-alihankintayrityksessä voidaan suunnitella ja ohjata tuotantoa siten, että se tukee yrityksen tarpeita. Aihetta on tutkittu aiemmin Berryn ja Hillin (1992) viitekehykseen pohjautuen, mutta tutkimus on keskittynyt suuriin yrityksiin, jotka valmistavat omia tuotteitaan. Tutkimuksen tieteellisenä motiivina onkin tarkastella ilmiötä pk-alihankintayrityksen kontekstissa.

Johtamistyön kannalta työn tavoitteena on ymmärtää, mikä on kohdeyrityksen tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen tavoitetila, mitkä asiat erottavat kohdeyrityksen tavoitetilasta sekä miten tavoitetila saavutetaan. Tällöin kohdeyrityksen on mahdollista kehittää tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmänsä siten, että se tukee yrityksen tarpeita. On tärkeää, että ymmärrys saavutetaan sillä tasolla, että nykyisten tarpeiden lisäksi kohdeyritys kykenee vastaamaan muutoksiin markkina- ja tuotantoympäristössä.

Tutkimuksella on kaksi päätutkimuskysymystä, jotka ovat:

*K1: Millainen on markkinoiden, tuotantoprosessin sekä tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen välinen yhteys kohdeyrityksessä?*

*K2: Miten tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta voidaan kohdeyrityksessä kehittää kustannustehokkuuden ja laadun kärsimättä siten, että toimitusvarmuudeksi saadaan vähintään 95 %?*

Tutkimuskysymys kaksi tarkentui lopulliseen muotoonsa haastatteluilla. Alkuperäinen muoto oli: ”Miten tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta voidaan kohdeyrityksessä kehittää siten, että se tukee yrityksen tarpeita?”. Haastatteluilla tarkennettiin, mitä nämä tarpeet ovat. Tämä on käyty tarkemmin läpi metodologian kuvauksessa sekä haastatteluiden yhteenvedossa. Tutkimuksen tavoitteisiin on tarkoitus päästä vastaamalla tutkimuskysymyksiin lopun yhteenvedossa. Seuraavaksi käydään läpi tutkimukselle asetetut rajoitteet.

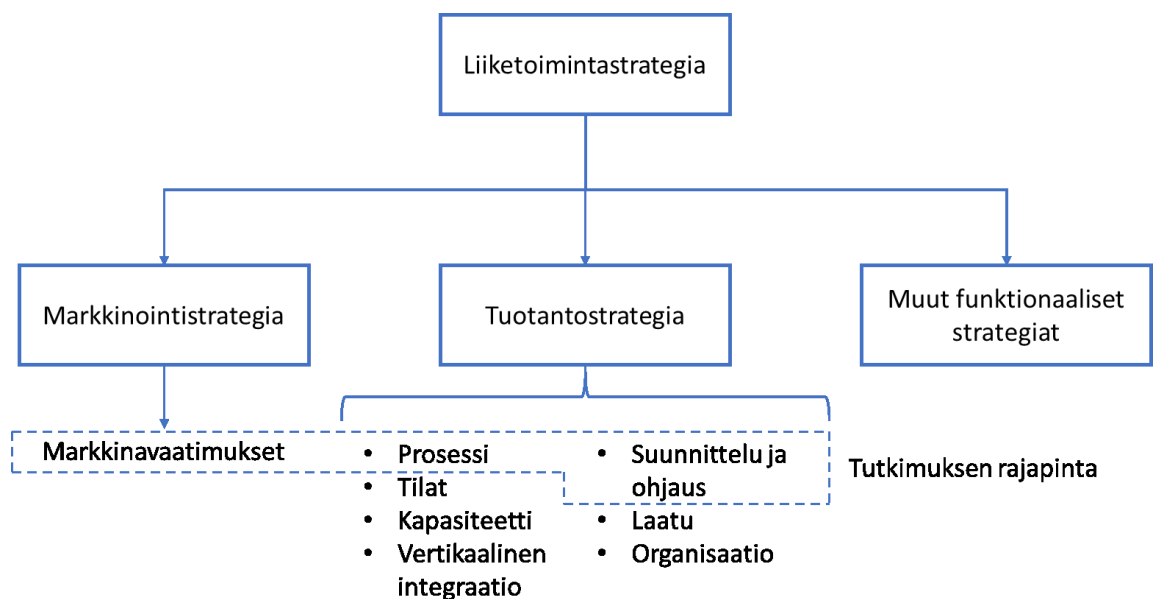
## 1.3 Tutkimuksen rajaus

Tutkimus koskee valmistavaa B2B-teollisuutta ja on fokusoitu pk-alihankintayrityksen kontekstiin. Tutkimuksen käsitteet määritellään syvällisesti kirjallisuuskatsauksessa,

mutta kokonaisuudessaan tässä työssä tuotannosuunnittelu ja -ohjaus määritellään tuotannon aktiviteettien koordinoinniksi aikaikkunan yli (McKay & Wiers 2003). Suunnittelu ja ohjaus on jaettu Vollmannin *et al.* (2005, s. 7) jaottelun mukaisesti kolmelle tasolle, jotka yhdessä muodostavat yrityksen tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän. Tasot ovat

- suunnittelu
- aikatauluttaminen
- toimeenpano.

Tutkimus pohjautuu Berryn ja Hillin (1992) viitekehykseen ja siitä käytyyn tieteelliseen keskusteluun. Viitekehyksessä yrityksen markkinatarpeet, tuotantoprosessi sekä tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä sovitetaan sopimaan yhteen toistensa kanssa. Wheelwright (1984) esittää puolestaan, mitä tuotantostrategia sisältää ja miten se sijoittuu yrityksen strategisessa päätöksenteossa. Hänen mukaansa tuotantoprosessi sekä tuotannosuunnittelu ja -ohjaus ovat kaksi useasta tuotantostrategian päätöksentekokategoriasta. Edeltävät asiat yhdistämällä voidaan esittää tutkimuksen sijoittuminen yrityksen strategisessa päätöksenteossa, mikä on kuvattu alla.



**Kuva 1.** Tutkimuksen sijoittuminen yrityksen strategisessa päätöksenteossa (mukaillen Berry & Hill 1992; Wheelwright 1984).

Kuvassa tutkimuksen kohdealueet on rajattu katkoviivalla. Tutkimus kohdistuu siis markkinointistrategiaan markkinavaatimusten tunnistamisen osalta, mutta muutoin pääasiassa tuotantostrategian kahteen päätöksentekokategoriaan.

Yritysten täytyy edetä hyvistä sisäisistä käytännöistä ja prosesseista ulkoisten prosessien tehokkaaseen hallintaan, koska ulkoisten prosessien hallitsemiseksi yrityksen täytyy tietää, mitä informaatiota se haluaa ulkoisista lähteistä ja milloin (Yu *et al.* 2013). Tämän

vuoksi työn pääpaino pidetään sisäisten toimintojen suunnittelussa, ohjauksessa ja integroinnissa, mutta toimitusketjusuunnittelua käsitellään kevyemmin. Seuraavaksi käydään läpi tutkimuksen kulku.

## 1.4 Tutkimuksen rakenne ja toteuttaminen

Tutkimus suoritetaan tapaustutkimuksena metallialan pk-alihankintayritykseen. Tutkimus jakautuu johdantoon, kirjallisuuskatsaukseen, empiiriseen tutkimusosuuteen, tulosten tulkintaan sekä tutkimuskysymyksiin vastaamiseen ja loppupäätelmien tekoon. Tutkimuksen aluksi koostetaan kirjallisuuskatsaus tuotannosuunnittelusta ja -ohjauksesta osana teollisuusyrityksen toimintaa. Erityisesti painotetaan yrityksen markkinoiden, tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän välistä yhteyttä. Osat alueet käydään läpi ensin yleisellä tasolla ja sitten pk-alihankintayrityksen kontekstissa. Kirjallisuuskatsaus perustuu tieteellisiin, vertaisarvioituihin lehtiartikkeleihin sekä kirjoihin. Katsauksen tarkoituksena on esitellä tarkasteltava ilmiö, antaa sille teoreettinen runko sekä määritellä ilmiöön liittyvät termit ja käsitteet.

Kirjallisuuskatsauksen jälkeen käydään läpi tutkimuksen empiirisen osuuden suorittaminen ja saadut tulokset. Empiirinen osuus on yhdistelmä dokumenttipohjaista- ja haastattelututkimusta. Tutkimustyyppinä on tapaustutkimus, joka kohdistuu metallialan pk-alihankintayritykseen. Empiirinen osuus sisältää kohdeyrityksen tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen nykytilan kartoituksen sekä suorituskyvyn arvioinnin dokumentaation ja haastatteluiden avulla. Haastatteluiden kysymysrunko on lisätty työn loppuun liitteeksi.

Tulosten esittelyn jälkeen vastataan tutkimuskysymyksiin kytkemällä tutkimustulokset teoreettiseen taustaan. Vastaukset tutkimuskysymyksiin johdetaan tulosten tulkinnassa ja esitetään tiivistetysti lopun yhteenvedossa. Tässä kohtaa käydään myös läpi, miten aiempi tutkimus tukee saatuja tuloksia sekä miten tulokset poikkeavat aiemmista tutkimustuloksista. Tämän jälkeen esitetään tutkimuksen oleellimmat johtopäätökset johtamistyön kannalta. Sitten arvioidaan työn tieteellinen uutuusarvo sekä työn onnistuminen ja rajoitteet. Lopuksi annetaan jatkotutkimusehdotukset.

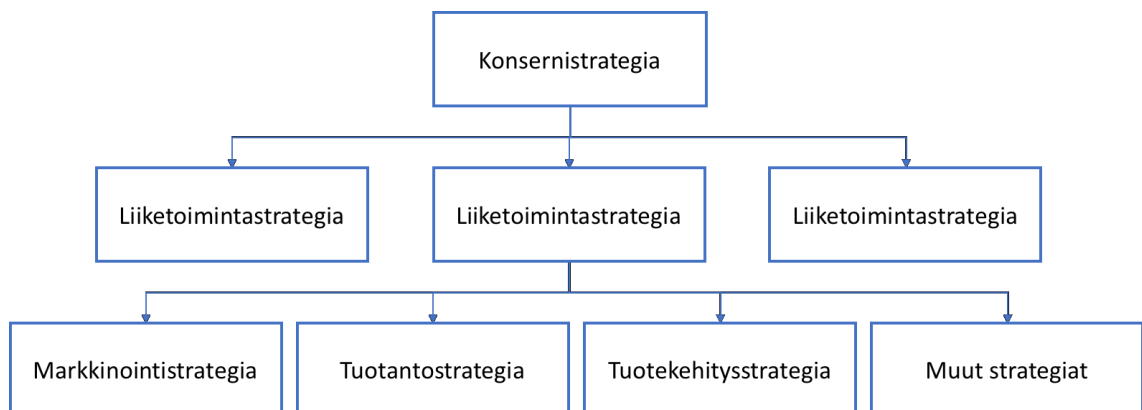
## 2. KIRJALLISUUSKATSAUS

### 2.1 Tuotanto osana yrityksen toimintaa

Alkujaan Skinner (1969) esitti ajatuksen, jonka mukaan tuotanto voi olla arvokas osa yrityksen strategiaa. Hänen mukaansa tuotannon johtamisen perustana ovat liiketoimintastrategian ja tuotantotehtävän tunnistaminen, jotka ohjaavat tuotantoa koskevia valintoja. Tällöin tuotanto saadaan tukemaan yrityksen tavoitteita, mikä parantaa yrityksen kilpailukykyä. Tuotannon strateginen sovittaminen yrityksen tavoitteisiin voidaankin nähdä jopa suurimpana yksittäisenä yrityksen suorituskyvyn edistäjänä (Sardana *et al.* 2016). Seuraavana käsitellään, mitä yrityksen strateginen päätöksenteko pitää sisällään.

#### 2.1.1 Yrityksen strateginen päätöksenteko

Wheelwright (1984) näkee yrityksen strategisessa päätöksenteossa kolme tasoa, jotka ovat konsernistrategia, liiketoimintastrategia ja funktionaalinen strategia. Nämä on esitetty alla olevassa kuvassa.



**Kuva 2.** Yrityksen strategisen päätöksenteon tasot (mukaihen Wheelwright 1984).

Konsernistrategialle voidaan määrittää kaksi päätehtävää. Ensinnäkin konsernitasolla päätetään, mihin liiketoimintoihin yritys haluaa osallistua ja mihin ei. Toiseksi konsernistrategiassa määritetään, millaisia resursseja konserni tarvitsee liiketoimintojensa tukemiseksi ja miten kyseiset resurssit hankitaan. (Wheelwright 1984)

Toisena tasona strategisessa päätöksenteossa on liiketoimintastrategia. Liiketoimintastrategiassa määritetään ennen kaikkea strategisen liiketoimintayksikön liiketoiminnalliset rajat siten, että liiketoiminta linkittyy konsernitason strategiaan. Tämä tarkoittaa, että määritetään, mitä markkinasegmenttejä liiketoimintayksikkö tavoittelee ja millä tarjoomalla, jotta vältetään liiketoimintayksiköiden välinen kannibalisaatio. Lisäksi liiketoi-

mintastrategiassa määritetään perusta, millä tavoin liiketoimintayksikkö saavuttaa ja säilyttää kilpailuedun kohdemarkkinasegmenteillä. (Wheelwright 1984) Liiketoimintastrategia ohjaa funktionaalisten strategioiden muodostamista (Löfving 2016).

Liiketoimintastrategian alapuolella ovat funktionaaliset eli toimintojen strategiat, joita tyypillisesti ovat markkinointi-, tuotanto-, tuotekehitys- sekä talousosaston strategia. Myös muiden toimintojen strategiat ovat mahdollisia toimialasta riippuen. (Wheelwright 1984) Funktionaaliset strategiat toimivat vain yhteistyössä toistensa kanssa (Säfsten *et al.* 2007). Funktionaalinen strategia täytyy olla olemassa, mikäli halutaan, että toiminto tukee liiketoimintastrategiaa. Funktionaalissa strategiassa kuvataan, miten toiminto edesauttaa liiketoimintayksikön kilpailuedun muodostamista sekä miten toiminto täydentää muita funktionaalisia strategioita. (Wheelwright 1984) Funktionaaliset strategiat eivät saa olla keskenään ristiriidassa (Löfving 2016). Seuraavaksi käydään läpi markkinavaatimuksia.

## 2.1.2 Markkinavaatimukset

Tässä työssä markkinavaatimuksia käsitellään siltä osin, kun ne ovat oleellisia tuotannon suunnittelun ja -ohjauksen kannalta. Markkinoinnin yksi perustehtävistä on tunnistaa markkinoiden tarpeet. Markkinoiden segmentoinnissa yritys jaottelee markkinat ryhmiin erilaisten tarpeiden mukaan. Tämän jälkeen yritys voi tavoitella tarjoomallaan näistä segmenteistä yhtä tai useampaa. (Kotler & Keller 2012, s. 235) Kuten aiemmin mainittiin, liiketoimintastrategiassa määritetään tavoitellut markkinasegmentit, joiden tarpeet liiketoimintayksikkö pyrkii täyttämään.

Kohdesegmenttien tarpeet voidaan kääntää tuotantoa koskeviksi vaatimuksiksi (Vollmann *et al.* 2005, s. 453), joista tässä työssä käytetään nimitystä markkinavaatimukset. Berryn ja Hillin (1992) mukaan tällaisia tuotannon kannalta oleellisia markkinasegmenttejä toisistaan erottavia muuttujia ovat esimerkiksi

- tuotteen tyyppi
- tuotevalikoima
- muutokset tuotevalikoimassa
- volyyymi
- kokonaisvolyymien vaihtelu
- toimitusnopeus
- toimitusvarmuus
- aikataulumuutokset.

Tuotteen tyyppi eli onko tuote standardoitu vai kustomoitu, tuotevalikoiman laajuus, volyyymi sekä toimitusnopeus ovat oleellisimpia tuotantoympäristön kannalta, jotta tuotanto ja markkinat sopivat yhteen (Berry & Hill 1992; Olhager & Selldin 2007a). Seuraavaksi syvennyttään funktionaalista strategioista tuotantostrategiaan.

### 2.1.3 Tuotantostrategia

Tuotantostrategia on siis yksi funktionaalisista strategioista. Kuten aiemmin mainitaan, funktionaalisten strategioiden tarkoitus on yhteisesti tukea liiketoimintastrategiaa. Tuotantostrategian tavoitteena ei täten ole tuotannon tehokkuuden maksimointi, vaan järjestää tuotanto siten, että se palvelee liiketoiminnallisia tarpeita parhaiten.

Tuotantostrategia voidaan määritellä sarjana tiettyihin päätöksentekokategorioihin liittyviä päätöksiä, jotka edesauttavat liiketoimintayksikön kilpailuedun muodostamista (Wheelwright 1984). Päätösten täytyy täten pitkällä aikavälillä tukea markkinasegmenttien vaatimia kilpailullisia tekijöitä (Säfsten *et al.* 2007). Tuotantostrategia voidaan jakaa tuotantostrategian prosessiin ja sisältöön (Swink & Way 1995), joista sisällöllinen päätöksenteko koskee tuotannon kyvykkyyksiä ja näihin liittyviä strategisia valintoja (Dangayach & Deshmukh 2001).

Tuotantostrategian sisällössä on perinteisesti nähty kaksi erillistä osa-aluetta: kilpailulliset prioriteetit sekä päätöksentekokategoriat (Olhager & Rudberg 2002). Kilpailulliset prioriteetit tarkoittavat tuotannolle määriteltyjä tavoitteita, jotta tuotanto saadaan tukemaan kohdemarkkinasegmenttien tarpeita ja täten liiketoimintastrategiaa (Leong *et al.* 1990). Tuotantotehtävä tarkoittaa, mitä tuotannon täytyy toteuttaa, jotta määriteltyihin tavoitteisiin päästäisiin. Tähän liittyvät päätökset ryhmitellään usein päätöksentekokategorioihin. (Olhager & Rudberg 2002)

Tuotantostrategian prosessi jaetaan strategian muodostamiseen ja toteuttamiseen (Leong *et al.* 1990). Muodostamisessa kilpailulliset prioriteetit pyritään saamaan yhtenäiseksi päätöksentekokategorioiden kanssa. Muodostettu strategia toimeenpannaan toteuttamisvaiheessa. (Löfving 2016) Toisin sanoen strategian muodostamisessa kohdemarkkinasegmenttien tarpeet käännetään tuotannollisiksi vaatimuksiksi, minkä jälkeen tuotantotehtävä asetetaan siten, että sitä toteuttamalla tavoitteisiin päästään.

Tuotantotehtävää määrittävien päätösten sisältö on siis hyödyllistä jäsentää päätöksentekokategorioihin (Wheelwright 1984). Päätöksentekokategoriat vaihtelevat jonkin verran tutkijasta riippuen, mutta kirjallisuudessa on yhtenevä näkemys, mitkä ovat tuotannon kannalta relevantteja osa-alueita (Olhager & Rudberg 2002). Jokainen kategoria sisältää muutamia vaihtoehtoisia valintoja, joita tuotannon osalta voidaan tehdä (Choudhari *et al.* 2010). Wheelwrightin (1984) esittämät osa-alueet on kuvattu alla.



Struktuuriset kategoriat	Infrastruktuuriset kategoriat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapasiteetti</li> <li>• Tilat</li> <li>• Prosessiteknologia</li> <li>• Vertikaalinen integraatio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Työvoima</li> <li>• Laatu</li> <li>• Tuotannon suunnittelu ja -ohjaus</li> <li>• Organisaatio</li> </ul>

**Kuva 3.** Tuotantostrategian sisällölliset päätöksentekokategoriat (mukailten Wheelwright 1984).

Kuvan kategorioista vasemmalla sijaitsevan neljän kategorian eli kapasiteetin, tilojen, prosessiteknologian ja vertikaalisen integraation voidaan ajatella olevan struktuurisia osa-alueita, koska ne ovat luonteeltaan strategisia eli kestoaltaan pitkäaikaisia, vaikeita peruuttaa sekä vaativat huomattavan määrän pääomaa investointeihin. Loput neljä puolestaan ovat infrastruktuurisia osa-alueita, koska ne eivät pääasiassa vaadi huomattavia investointeja ja ne linkittyvät päivittäiseen operatiiviseen toimintaan. (Wheelwright 1984) Laajamittaiset muutokset infrastruktuuristen kategorioiden sisällössä voivat kuitenkin ajoittain olla kalliita toteuttaa, mitä ei sovi unohtaa (Säfsen *et al.* 2007). Vaikka monet tutkijat ovat jalostaneet Wheelwrightin jaottelua myöhemmin, on jako struktuurisiin ja infrastruktuurisiin osa-alueisiin pysynyt voimassa (Löfving 2016).

Koska liiketoimintastrategialla on taipumus muokkautua ajan myötä, on myös tuotantostrategiaa päivitettävä, jotta se jatkaa liiketoimintastrategian tukemista. Yritykset tekevät tyypillisesti harvoin syvällisiä muutoksia päätöksentekokategorian osa-alueisiin, mutta useita kertoja vuodessa päätöksiä, jotka voidaan lukea kuuluvaksi niihin. (Wheelwright 1984) Koska osa-alueet sisältävät vaihtoehtoisia valintoja, on ympäristön muuttuessa siten tarkasteltava, tukevatko tehdyt valinnat kohdesegmenttien tavoittelua vai tuleeko valintoja muuttaa.

Päätöksentekokategorioiden sisältö vaikuttaa myös toisiinsa (Löfving 2016). Tuotannon ominaisuuksien fokus tarkoittaa sitä, missä määrin päätöksentekokategoriat ovat keskenään yhtenevät. Jos kategoriat sopivat hyvin yhteen, on kyse vahvasta fokuksesta, mikä parantaa tuotannon suorituskykyä. Tämä tila voidaan saavuttaa parhaiten, kun markkinavaatimuksia on rajallinen määrä eli jos fyysiset tuoteominaisuudet ja asiakkaiden suorituskriteerit ovat rajalliset. (Bozarth & Edwards 1997) Jos yrityksen tuotannon on tarkoitus tavoitella useaa markkinasegmenttiä, on täten haastavaa muodostaa tuotantostrategian sisältö siten, että kaikkien segmenttien tarpeet kyetään täyttämään.

Tuotantostrategia voi osaltaan vaikuttaa yrityksen strategian muotoilussa tai uudelleenmäärittämisessä. Osallistamalla tuotantopäällikkö strategiseen suunnitteluprosessiin onnistutaan tehokkaammin tuotanto- ja liiketoimintastrategian yhteensovittamisessa, jolloin

tuotantostrategia myös käytännössä huomioidaan osana yrityksen strategiaa. Tällöin tuotantostrategian päätöksentekokategoriat on sisällytetty yrityksen strategiaan. (Brown *et al.* 2007) Seuraavaksi käsitellään tuotantotehtävää tarkemmin.

#### 2.1.4 Tuotantotehtävä

Tuotantotehtävän avulla ilmaistaan siis, mitä tuotannon tulee toteuttaa, jotta tuotannolle asetettuihin vaatimuksiin päästään ja tätä kautta kohdesegmenttien tarpeet tyydytetään. Se on kriittinen tekijä liiketoiminnan kannalta, jotta tuotannon kyvykkyydet kehitetään tukemaan markkinoiden eri kohdesegmenttejä (Vollmann *et al.* 2005, s. 454). Tuotantotehtävän valinnalla yritys asemoi itsensä markkinoilla verrattuna kilpailijoihin, koska valinnalla määritetään, millä tavalla yritys tavoittelee kilpailuetua (Olhager & Rudberg 2002).

Tuotannolle asetettuja vaatimuksia voivat olla esimerkiksi joustavuus, tuotannon kustannustehokkuus tai tuotteen laatuvaatimukset. Nämä yhdistetään päätöksentekokategorioihin eli tämän tutkimuksen puitteissa tuotantoprosessin sekä tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän muotoilulle. (Vollmann *et al.* 2005, s. 454) Seuraavaksi käsitellään, miten vaatimuksiin pääsemistä voidaan tarkastella tuotannon suorituskyvyn kautta.

#### 2.1.5 Tuotannon suorituskyky

Kuten aiemmin mainitaan, kilpailulliset prioriteetit tarkoittavat tuotannolle asetettuja tavoitteita, joihin pääsemällä liiketoimintayksikkö kykenee kilpailemaan liiketoimintastrategiansa määräämällä tavalla. Kirjallisuuden vallitsevan näkemyksen mukaan kilpailulliset prioriteetit koostuvat neljästä peruskomponentista, jotka ovat kustannukset, toimitus, laatu sekä joustavuus (Ward *et al.* 1998). Näitä pidetään yleisesti tuotannon kilpailukyvyn ulottuvuuksina, joiden avulla yritys voi parantaa asemaansa markkinoilla (Sarmiento *et al.* 2007). Viidenneksi kilpailulliseksi prioriteetiksi on ehdotettu innovatiivisuutta (Thürer *et al.* 2013), mutta sitä ei pidetä tarpeeksi operatiivisena käsitteenä muiden neljän ulottuvuuden rinnalla empiirisesti tarkasteltavana (Ward *et al.* 1998).

Tuotannon tavoitteet voidaan itsessään jakaa useampaan osaan (Sarmiento *et al.* 2007). Esimerkiksi kustannusten suhteen voidaan tarkastella suoria tuotantokustannuksia, tuotavuutta, kapasiteetin hyödyntämistä tai varaston arvoa (Ward *et al.* 1998). Toimitus puolestaan on perinteisesti jaettu toimitusvarmuuteen ja toimitusnopeuteen (Sarmiento *et al.* 2007), joista toimitusvarmuutta pidetään ensisijaisena tavoitteena (Ward *et al.* 1998). Laatu on jaettu jopa kahdeksaan ulottuvuuteen (Garvin 1987), mutta oleellisimpina pidetään asiakkaan laatuvaatimusten täyttämistä ja tuotteen ominaisuuksien laadukkuutta (Sarmiento *et al.* 2007).

Joustavuus tarkoittaa yleisesti kykyä mukautua ympäristön muutokseen (Gupta & Goyal 1989). Hallgren ja Olhager (2009) lisäävät, että tämän tulee tapahtua vain vähäisillä ylimääräisillä rahallisilla ja laadullisilla kustannuksilla tai toimitussuorituskyvyn heikkeneemisellä. Gerwin (1993) on luonut suuntaviivat joustavuuden analysoinnille määrittämällä seitsemän ulottuvuutta sen mittaamiseen. Näistä oleellisimmiksi ovat osoittautuneet tuotevalikoimajoustavuus eli kyky tuottaa laaja valikoima tuotteita tai tuotevariantteja matalilla muutoskustannuksilla (Bengtsson & Olhager 2002) sekä volyyminjoustavuus eli kyky nostaa tuotantomääriä kysynnän kasvaessa sekä pitämään varastot matalina kysynnän las-  
kiessa (Chandraa *et al.* 2015).

Tuotannon tavoitteet määritetään siis tukemaan liiketoimintayksikön kilpailuedun muodostamista. Kilpailuetu pyritään puolestaan saavuttamaan kohdesegmentissä, joka on erotettu muista segmenteistä erilaisten tarpeidensa perusteella. Tämän vuoksi muissa segmenteissä tuotannon tavoitteet ja näiden painotukset eroavat, joten ei voida asettaa yleisiä tavoitearvoja, jotka määrittävät yrityksen tuotannon suorituskyvyn. Sen sijaan yritykset asettavat tavoitearvonsa itse osana tuotantostrategian muodostamisvaihetta. Seuraavaksi tarkastellaan, mitä vaihtoehtoja tuotannon prosessivalinnaksi on.

### 2.1.6 Tuotantoprosessi

Tuotannon prosessivalinnat voidaan jakaa kahteen pääryhmään, jotka ovat jatkuva sekä epäjatkuva tuotanto. Ensin mainitussa tuotetta valmistetaan jatkuvasti usein kemiallisilla menetelmillä, kun taas jälkimmäisessä valmistetaan erillisiä fyysisiä tuotteita. (Porter *et al.* 1999) Fyysisten tuotteiden valmistus jaetaan kirjallisuudessa usealla eri tavalla prosessivalintoihin.

Tyypillinen tapa jakaa epäjatkuva tuotanto osiin on erotella toisistaan yksittäis-, erä- ja linjatuotanto (Berry & Cooper 1999). Yksittäistuotanto voidaan edelleen jakaa yksittäis- ja projektituotantoon (da Silveira 2005). Eräänä prosessivalintana esitellään toistuva tuotanto. Siinä resurssit suorittavat ennalta määritettyjä tehtäviä, jotta samoja tai samankaltaisia tuotteita valmistuu sykleittäin tasaisella tahdilla ajanjakson yli. (Aziz *et al.* 2013) Yhteistä kirjallisuudessa on, että ääripäät ovat tavallisesti ainutkertaisten tuotteiden yksittäistuotanto sekä massatuotteiden jatkuva linjatuotanto (Porter *et al.* 1999).

Mitä matalamman volyymin prosessi on kyseessä, sitä useammin kilpaillaan joustavuudella. Sen sijaan korkean volyymin prosesseissa fokus on usein kustannustehokkuudessa. (da Silveira 2005) Markkinoiden ja tuotteen ominaispiirteiden vaikutuksista tuotantoprosessiin keskustellaan syvällisemmin myöhemmin. Seuraavaksi käydään läpi, miten tämän luvun aiheet ilmenevät pk-alihankintayritysten kontekstissa.

### 2.1.7 Tuotantoa koskeva päätöksenteko pk-alihankintayrityksessä

Pk-yrityksissä tuotantoon liittyvä päätöksenteko on keskitetympää kuin suurissa yrityksissä. Päätökset myös tehdään ilman, että moni työntekijä osallistuisi päätöksentekoprosessiin. (Löfving 2016) Päätöksenteko on siten epämuodollisempaa ja nopeampaa kuin suurissa yrityksissä ja samat henkilöt saattavat päättää monien eri osa-alueiden asioista (Choudhari *et al.* 2012).

Tuotannon tavoitteet riippuvat kohdemarkkinoiden tarpeista. On kuitenkin tutkittu, että joustavuudella kilpailu on tärkeämpää pienille kuin suurille yrityksille (Timilsina *et al.* 2014). Osittain tämän vuoksi pk-yritysten on vaikea kasvaa suuriksi, sillä se vaatisi prosessin muuttamisen tukemaan eri voittavia tekijöitä (Tokola *et al.* 2015).

Tuotantostrategian päätöksentekokategorioiden sisällön ei ole havaittu merkitsevästi riippuvan yrityksen koosta muutoin kuin henkilöstön ja rekrytoinnin osalta (Choudhari *et al.* 2012). Lisäksi kehittyneen tuotantoteknologian hyödyntämisasteessa saattaa olla eroja yrityksen koosta riippuen (Swamidass & Kotha 1998). Seuraavaksi kootaan yhteen alaluvun sisältö.

### 2.1.8 Yhteenveto

Liiketoimintastrategia ohjaa, mitä markkinasegmenttejä liiketoimintayksikkö tavoittelee ja mihin se perustaa kilpailuetunsa. Liiketoimintastrategian alaisuudessa ovat funktionaaliset strategiat, jotka tukevat yhdessä liiketoimintayksikön kilpailuedun muodostumista. Tämän tutkimuksen kannalta oleellisia funktionaalisia strategioita ovat markkinointistrategia ja tuotantostrategia, sillä markkinointistrategian sisällössä tunnistetaan kohde-segmenttien tarpeet, jotka kääntyvät tuotantoa koskeviksi vaatimuksiksi.

Tuotantostrategia muodostuu kilpailullisista prioriteeteista ja päätöksentekokategorioista. Kilpailulliset prioriteetit tarkoittavat tuotannon tavoitteita, jotka asetetaan siten, että ne vastaavat kohdemarkkinoiden tarpeita ja siten kilpailuedun tavoittelemista. Päätöksentekokategoriat tarkoittavat tuotannon osa-alueita, joiden sisältö määritetään tuotantotehtävän kautta siten, että ne tukevat tuotannon tavoitteisiin pääsemistä. Tavoitteisiin pääsemistä mitataan tuotannon suorituskyvyllä, jonka neljä pääosa-alueita ovat kustannus, laatu, toimitus ja joustavuus. Pk-yrityksillä joustavuus on usein suhteellisesti tärkeämpi osatekijä kuin suurilla yrityksillä.

Päätöksentekokategorioita on useita, joista tässä tutkimuksessa käsitellään tuotantoprosessia sekä tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta. Tuotannon prosessivalinnat voidaan jaotella usealla tavalla, mutta usein tuotanto jaotellaan jatkuvaan ja epäjatkuvaan tuotantoon. Näistä jälkimmäisen toisessa ääripäässä on ainutkertainen yksittäistuotanto, kun

taas toisessa jatkuva linjatuotanto. Tuotannosuunnittelua ja -ohjausta käsitellään seuraavassa luvussa.

## 2.2 Tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä

Tuotannosuunnittelu ja -ohjaus kokonaisuudessaan määrittellään tuotannon aktiviteettien koordinoinniksi aikaikkunan yli. Näiden aktiviteettien kenttä on laaja, joten kompleksisuuden vähentämiseksi ne jäsennetään usein muutamalle eri tasolle. (McKay & Wiers 2003) Tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän tärkeimpänä tehtävänä nähdään materiaalivirtojen hallinta, henkilöstön ja laitteiston hyödyntäminen sekä toimittajien, oman ja asiakkaiden kapasiteetin hyödyntäminen asiakastarpeisiin vastaamiseksi (Vollmann *et al.* 2005, s. 4). Tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä koostuu kolmesta eri tasosta (Vollmann *et al.* 2005, s. 7), jotka järjestettynä pidemmästä aikavälistä lyhyempään ovat

- suunnittelu
- aikatauluttaminen
- toimeenpano.

McKay ja Wiers (2003) huomauttavat, että usein näiden tasojen tulkinta eri yrityksissä poikkeaa toisistaan, mikä vaikeuttaa tieteellisen tutkimuksen suorittamista. Yhteistä on, että suunnittelu mielletään korkeammalla tasolla tapahtuvaksi kuin aikatauluttaminen ja aikatauluttamisen tapahtuvan ennen toimeenpanoa. Suunnittelun voidaan esimerkiksi katsoa tarkoittavan tulevaisuuden kysynnän kapasiteettitarpeiden määrittelyä, mikä tapahtuu pääosin myynnin ja tuotannon suunnittelun tasolla (Vollmann *et al.* 2005, s. 19). Tällöin ohjaus puolestaan määrittelee, miten kapasiteetti käännetään tuotteiksi, kun tilaukset saapuvat. Tämä tehdään pääosin karkeasuunnittelussa. Aikatauluttaminen ja toimeenpano ovat tässä jaottelussa suunnittelun ja ohjauksen jälkeen tapahtuvaa suunnitelmien toteuttamista.

Suunnittelun osuus on perinteisesti pitänyt sisällään myynnin ja tuotannon suunnittelun sekä karkeasuunnittelun. (Olhager & Rudberg 2002) Olhager (2013) näkee, että tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen kenttä on laajentunut sisäisistä operaatioista edelleen toimitusketjuoperaatioihin, joissa linkitetään yritys, asiakkaat ja toimittajat toisiinsa. Hänen mukaansa samalla tuotannosuunnittelun tehtävä on vaikeutunut, koska tuotteiden elinkaaret ja toimitusajat ovat lyhentyneet. Kolmantena suunnitteluun kuuluvana osa-alueena voidaan siten nähdä toimitusketjusuunnittelu. Tällöin kokonaisuudessaan tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen osa-alueet laajemmasta sisempään järjestettynä ovat toimitusketjusuunnittelu, myynnin ja tuotannon suunnittelu, karkeasuunnittelu, aikatauluttaminen ja toimeenpano. Vaikka yritykset eroavat toisistaan, on kaikki nämä suoritettava kaikenlaisissa tuotantoympäristöissä (Vollmann *et al.* 2005, s. 11). Seuraavaksi käydään jokainen tasoista tarkemmin läpi.

## 2.2.1 Toimitusketjusuunnittelu

Nopeammat ja tiheämmät toimitukset, tuotteiden lyhyemmät elinkaaret, laajempi valikoima, räätälöidyt tuotteet sekä investointien kasvanut riski ovat johtaneet ajamaan varastot, hinnat ja kustannukset minimiin sekä lisäämään joustavuutta ja ketteryyttä. Nämä yhdessä ovat lisänneet tarvetta toimitusketjusuunnittelulle. (Hvolby & Trienekens 2002) Toimitusketjusuunnittelulla pyritään operatiivisen suorituskyvyn kasvuun sekä sovittamaan operaatiot, liiketoimintastrategia sekä toimitusketjun toimijat yhteen (Jonsson & Holmström 2016). Tämä tapahtuu ymmärtämällä paremmin ymmärtämällä paremmin asiakasvaatimuksia ja hyödyntämällä tehokkaammin asiakasennusteita (Yu *et al.* 2013).

Toimitusketjun suunnittelun ja hallinnan termit ovat olleet hyvin tunnistettuja jo vuosittain vaihteessa, mutta itse toteuttaminen on laahannut perässä (Jonsson & Holmström 2016; Olhager & Selldin 2004). Integraatio toimitusketjun toimijoiden välillä ei täten toimi yhtä hyvin kuin integraatio yrityksen sisäisten toimintojen välillä (Olhager 2013). Toimitusketjun suunnittelu ja hallinta koetaan tärkeäksi asiakkaiden suuntaan, mutta sitä käytetään kuitenkin enemmän toimittajien suuntaan, koska ostaja on usein vahvempi osapuoli. Tulevaisuuden suuntauksena on, että suunnittelu lisääntyy varsinkin ensimmäisen tason toimittajien ja asiakkaiden suuntaan. (Olhager & Selldin 2004) Sekä asiakas- että toimittajaintegraation lisääntymisen on todettu vaikuttavan positiivisesti yrityksen taloudelliseen suorituskykyyn (Yu *et al.* 2013).

Teoreettinen ymmärrys toimitusketjusuunnittelusta puuttuu, koska sitä on harvoin tutkittu kontekstissa, minkä johdosta empiirinen todistusaineisto on vähäistä (Jonsson & Holmström 2016). Ainoastaan ajoittain alimpana toimitusketjusuunnittelun tasona nähtävä myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelu on viety laajamittaisesti toimitusketjutasolle ennusteiden jakamisen myötä. Toimitusketjusuunnittelun käyttöönoton kasvaminen vaatisi tuotantojärjestelmien joustavuuden lisääntymistä, jotta suunnittelu yksinkertaistuisi (Jonsson & Holmström 2016). Tieto- ja viestintäteknologian kehittyminen mahdollistaa aiempaa suuremman määrän monimutkaista tiedonjakamista kysyntäketjussa koskien esimerkiksi varastotasoja, toimitustilannetta, ennusteita ja töiden yhteistä aikataulutusta (Prajogo & Olhager 2012). Kuten työn rajauksessa mainitaan, toimitusketjusuunnittelua ei käsitellä tämän enempää tässä tutkimuksessa. Seuraavaksi käydään läpi myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelun tehtävät ja päätöksenteon vaihtoehdot.

## 2.2.2 Myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelu

Myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelun (*S&OP, sales and operations planning*) päätehtävä on tasapainottaa kysyntä ja tarjonta yhteistyössä muiden funktioiden suunnitelmien kanssa. Siinä kaikkien toimintojen suunnitelmista luodaan yksi yhteinen liiketoimintastrategiaa tukeva suunnitelma. (Thomé *et al.* 2012) Myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelu toimii linkkinä strategisen päätöksenteon ja tuotannon välillä (Vollmann *et al.* 2005, s. 60).

Myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelu käsittää myynnin kokonaisvolyymien ennakoinnin sekä tuotannon kokonaistason määrittelyn kuukausitasolla, missä onnistuminen vaikuttaa positiivisesti kustannuksiin ja laatuun (Vollmann *et al.* 2005 s. 60–61). Positiivinen vaikutus on havaittu myös toimitussuorituskyvyn suhteen (Thomé *et al.* 2014). Myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelussa päätetään tuoteperheiden ryhmittelystä, suunnittelustrategioista sekä kokonaistuotantomääristä. Se eroaa karkeasuunnittelusta, jossa määritetään tuotannon jakautuminen tuoteperheittäin myynnin ja tuotannon suunnittelussa asetetun kokonaistason sisällä. (Olhager & Rudberg 2002)

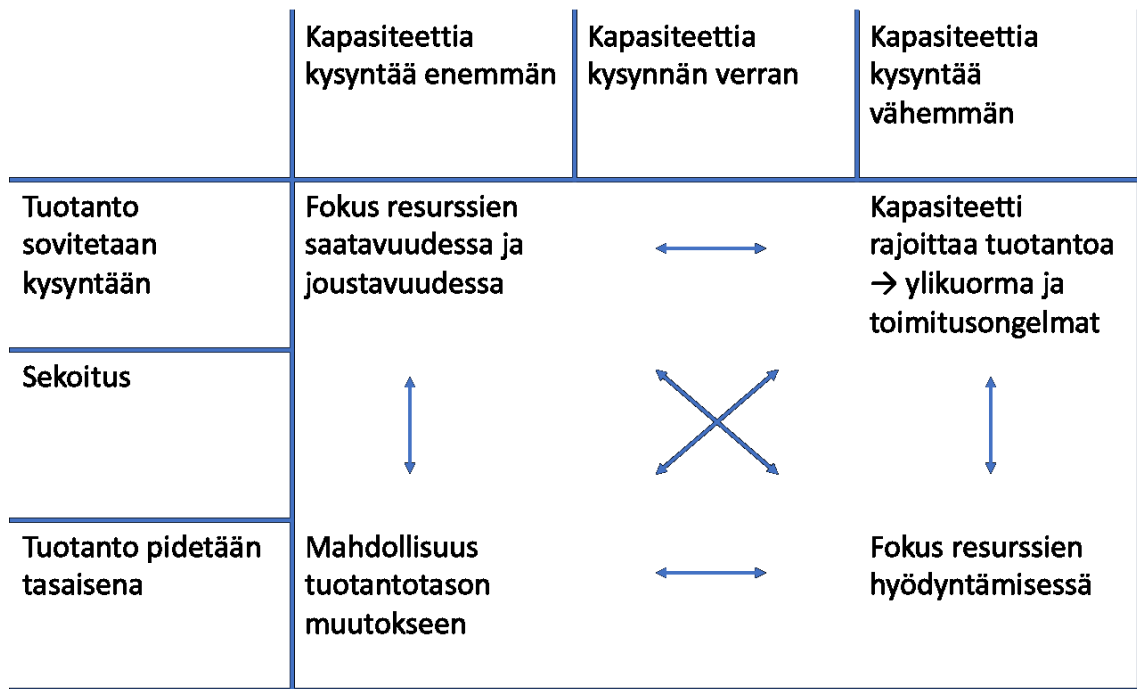
Myynnin ja tuotannon suunnittelussa voidaan erotella kolme tuotannon suunnittelustrategiaa, jotka ovat

- tasoittava tuotanto (*level*)
- tuotannon sopeutus kysyntään (*chase*)
- edellisten sekoitus (*mix*).

Tasoittavassa tuotannossa tuotannon määrä pidetään tasaisena, jolloin kysynnän vaihteluun vastataan varastoilla. Mikäli tuotanto sopeutetaan kysyntään, tuotannon määrää muutetaan kysynnän vaihtelun mukaan. Suunnittelustrategian mukaan määritetty tuotantosuunnitelma muutetaan myöhemmin resurssien suunnittelussa kapasiteetin vaatimussuunnitelmaksi, jolloin voidaan tunnistaa yli- ja alikapasiteetti. (Olhager *et al.* 2001)

Myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelu voidaan nähdä osittain strategisena ja osittain taktisena tasona, joten se muodostaa linkin struktuurisille kategorioille (Leong *et al.* 1990). Näistä se on yhteydessä erityisesti kapasiteetin hallintaan. Kapasiteetin hallinnassa kapasiteetin muutoksen strategioina voivat olla kysyntää johtava kapasiteetti, kysyntää perässä oleva kapasiteetti sekä kysyntää vastaava kapasiteetti. Kysyntää johtavassa tuotannossa pidetään ylimääräistä kapasiteettia ja investoidaan lisäkapasiteettiin, kun kysyntä nousee kapasiteetin tasolle. Kysyntää perässä olevassa kapasiteetissa kapasiteetti nostetaan investoidessa kysynnän tasolle ja annetaan sitten laskea sen alapuolelle. Kysyntää vastaavassa kapasiteetissa ero kysynnän ja kapasiteetin välillä pyritään pitämään mahdollisimman pienenä. (Olhager *et al.* 2001)

Tuotantostrategian näkökulma keskittyy täten kapasiteetin muutoksen ajoitukseen, kun taas myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelun näkökulma tuotantotason ja kokonaismyynnin suhteeseen. Siten ne vaikuttavat toisiinsa tavalla, joka on esitetty alla olevassa kuvassa.



**Kuva 4.** Kapasiteetin hallinnan ja tuotantomäärien suunnittelun strategioiden yhteensovittaminen (mukailten Olhager et al. 2001).

Kuten kuvasta nähdään, kapasiteetin hallinnan osa-alue rajoittaa myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelun mahdollisuuksia. Kysyntää johtava kapasiteetti jättää tilaa, mutta kysyntää laahaava kapasiteetti pakottaa etsimään lisäkapasiteettia, mikäli myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelussa käytetään strategiana tuotannon sopeutusta kysyntään. Tällöin Olhagerin *et al.* (2001) mukaan vaihtoehtoina on käyttää ylitöitä, alihankintaa ja kapasiteetin joustavuutta lisäkapasiteetin löytämiseksi, jolloin usein seurauksina ovat toistuvat ylikuormat sekä suuret toimitusongelmat. Seuraavaksi tarkastellaan karkeasuunnittelun sisältöä.

### 2.2.3 Karkeasuunnittelu

Tuotannon karkeasuunnittelun (*MPS, master production scheduling*) tehtävä on kääntää myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelussa määritetty tuotannon kokonaistaso lopputuotteiksi määrineen ja ajoituksineen. Karkeasuunnittelussa luodaan viikkotason tuotantosuunnitelma ottamalla huomioon resurssien ominaisuudet – kuten tuotantokustannukset ja kapasiteettirajoitukset – sekä liiketoimintaympäristön ominaisuudet. (Vollmann *et al.* 2005, s. 169–170) Siinä päätetään, mitä kokoonpannaan, valmistetaan ja ostetaan (Vieira & Favaretto 2006). Tämän myötä myynti saa tietoa, mitä toimitusaikoja voidaan luvata asiakkaille (Zhao *et al.* 2001). Suunnitelmaa tarkennetaan jatkuvasti rullaavan suunnittelun periaatteilla ja sitä hyödyntävät karkeakuormitus sekä materiaalien tarvelaskenta (Vollmann *et al.* 2005, s. 169–170).

Liiketoimintaympäristö ohjaa, milloin asiakastilaus kohdennetaan tuotteille eli ovatko tuotteet esimerkiksi valmiiksi varastossa tilauksen saapuessa (Vollmann *et al.* 2005, s.



170). Hetkeä, jolloin materiaali sidotaan tilaukseen, kutsutaan asiakastilauksen kohdentamispisteeksi. Pisteiden sijoittamisella toimitusketjuun tavoitellaan oikean valikoiman tuotteita olevan saatavilla oikeilla määrillä oikeaan aikaan. Piste voi sijaita joko yrityksen sisällä tai yritysten rajapinnassa. (Olhager 2010) Päätös asiakastilauksen kohdentamispisteiden sijainnista on strategisen tason päätös (Olhager 2003).

Asiakastilauksen kohdentamispiste jakaa toimitusketjun Leaniin ja ketterään osaan. Lean-osa tarkoittaa toimitusketjua kohdentamispisteestä ylävirtaan. Silloin on kyse fyysisesti tehokkaasta toimitusketjusta, jolloin tavoitellaan hyvää kustannustehokkuutta. Ketterä osa on kohdentamispisteestä alavirtaan, jolloin kyseessä on markkinaresponsiivinen toimitusketju. Tällöin pyritään korkeaan suorituskykyyn joustavuudessa. (Olhager & Rudberg 2002) Asiakastilauksen kohdentamispisteiden sijoittuminen liittyy oleellisesti tuotantomuotoihin, jotka on nimetty sen mukaan, mikä tuotteiden valmiusaste on asiakastilauksen saapuessa (Sharman 1984). Päätuotantomuodot ovat tilauksesta valmistus, tilauksesta kokoonpano sekä varasto-ohjautuva tuotanto (Olhager 2003).

Tilauksesta valmistus (*MTO, make-to-order*) tarkoittaa, että tuotteen valmistusprosessi aloitetaan asiakastilauksen saapumisen jälkeen. Se on tyypillinen valinta, kun tuote rakennetaan räätälöiden asiakasvaatimuksiin. (Vollmann *et al.* 2005, s. 448–449) Tuotteen valmistusprosessi saattaa pitää tällöin sisällään myös suunnittelun. Ajoittain tutkimuksessa tämä eriytetään omaksi tuotantomuodokseen nimeltään tilauksesta suunnittelu (*ETO, engineer-to-order*), mutta tätä ei ole tutkittu niin paljon kuin myöhempiä kohdentamispisteitä. Myös tilauksesta osto (*BTO, buy-to-order*) saatetaan eriyttää tilauksesta valmistuksesta, jos materiaalia ei ole varastossa. (Gosling & Naim 2009) Tilauksesta valmistuksessa asiakastilauksia ohjataan tilauskannassa ilman suurta tarvetta ennusteiden käytölle. Vaihtelu kysynnässä on suurta, mikä vaikeuttaa aikataulussa pysymistä. (Vollmann *et al.* 2005, s. 448–449)

Tilauksesta kokoonpanossa (*ATO, assemble-to-order*) komponentteja ja osakokoonpanoja pidetään varastossa, jolloin asiakastilauksen jälkeen suoritetaan ainoastaan loppukokoonpano. Sitä käytetään usein, kun tuotantoaika ylittää toimitusajan asiakkaalle, mutta lopputuotevarastojen ylläpito olisi hankalaa ja kallista useiden varianttien vuoksi. (Vollmann *et al.* 2005, s. 449) Sitä hyödynnetään usein myös, mikäli komponenttien toimitusajat ovat pitkiä (Benjaafar & ElHafsi 2006). Tällöin komponentteja ja osakokoonpanoja pidetään varastossa valmiina, mikä lyhentää tuotannon läpimenoaikaa tilauksesta valmistukseen verrattuna (Vollmann *et al.* 2005, s. 449). Tilauksesta kokoonpanon avulla yritys voi tavoitella sekä kustannustehokkuutta että laajaa tuotevalikoimaa (Benjaafar & ElHafsi 2006). Siinä ohjataan osakokoonpanoja ja loppukokoonpanoaikatauluja. Suunnittelurakenne on yksinkertaistettu ja ennusteita käytetään varastomäärien hallitsemiseksi. Vaihtelu kysynnässä koskee pääasiassa painotuksia tuotevalikoimassa, ei niinkään kokonaisvolyymia. (Vollmann *et al.* 2005, s. 449)

Varasto-ohjautuva tuotanto (*MTS, make-to-stock*) tarkoittaa, että tuotteet valmistetaan varastoon ennen asiakastilauksen saapumista (Vollmann *et al.* 2005, s. 449). Fokus on kysynnän ennakoimisessa ennusteen perusteella ja kysyntään vastaamisen suunnittelussa. Tärkeimpiä operatiivisen toiminnan kohteita ovat varastojen suunnittelu, tuotantoeräkojen määrittäminen ja kysynnän ennustaminen. (Soman *et al.* 2004) Varasto-ohjautuvassa tuotannossa suunnittelun ja ohjauksen ei tarvitse sietää vaihtelua kysynnässä, kunhan ennusteen tarkkuutta seurataan. Asiakastilaukset täytetään suoraan varastosta. (Vollmann *et al.* 2005, s. 449)

Tässä tutkimuksessa tilauksesta valmistuksesta käytetään ajoittain lyhennettä MTO, tilauksesta kokoonpanosta lyhennettä ATO sekä varasto-ohjautuvasta tuotannosta lyhennettä MTS, koska nämä ovat vakiintuneita termejä myös suomenkielisessä tutkimuksessa. Seuraavaksi tarkastellaan, mitä vaihtoehtoja materiaalien yksityiskohtaisessa suunnittelussa on.

## 2.2.4 Aikatauluttaminen

Aikatauluttamisessa käännetään karkeasuunnittelun tuotantomäärät todellisiksi materiaali- ja kapasiteettitarpeiksi. Materiaalien suunnittelun ja ohjauksen perusvaihtoehdot ovat ajastettu ja virtautettu ohjaus. (Vollmann *et al.* 2005, s. 301) Ajastettu ohjaus pohjautuu usein materiaalien tarvelaskentaan (Ornek & Cengiz 2006) ja virtautettu ohjaus JIT:iin (Vollmann *et al.* 2005, s. 449).

Materiaalien tarvelaskenta (*MRP, material requirements planning*) vie karkeasuunnittelun ajastetut tuotantosuunnitelmat tuotetasolta yleensä monitasoisen tuoterakenteen läpi yksittäisten osien tasolle. Siinä määritetään komponenttien ja raaka-aineiden tarpeet lukumäärällisesti sekä ajallisesti. Nämä tarpeet toimivat syötteenä yksityiskohtaiselle kapasiteetin suunnittelulle. (Vollmann *et al.* 2005, s. 224) Materiaalien tarvelaskenta on omimmillaan erätuotannossa (Vollmann *et al.* 2005, s. 449).

Komponenttien ja raaka-aineiden tarpeet ajastetaan suhteessa toisiinsa, mikä tapahtuu usein rajoittamattomaan kapasiteettiin taaksepäin ajoituksella. Tällöin työt aloitetaan niin myöhään kuin mahdollista, mikä pienentää keskeneräisten tuotteiden arvoa. (Enns 2001) Keskeneräisen tuotannon arvo on kuitenkin usein korkea, jotta työvaiheiden kapasiteetti saadaan tehokkaasti käytettyä (Vollmann *et al.* 2005, s. 450). Materiaali- ja kapasiteettitarpeiden suunnittelun jälkeen työ voidaan ajoittaa ja vapauttaa tuotantoon (Vollmann *et al.* 2005, s. 241). Suunnitelmia muokataan yleensä päivittäin tai viikoittain (Vollmann *et al.* 2005, s. 450).

JIT (*Just-In-Time*) on japanilaisten kehittämä tuotantofilosofia, jossa pyritään tehokkaaseen tuotantoon poistamalla hukkaa tuotannosta jatkuvan parantamisen keinoin (Crawford & Cox 1990). JIT:n tarkoituksena on optimoida pitkällä tähtäimellä koko tuotanto- ja jakeluverkosto (Jones 1991). Menestyksekkäs toteuttaminen tähtää tuotannon ja

toimitusten nopeuttamiseen sekä laadun parantamiseen (Davy *et al.* 1992). JIT vaikuttaa tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen kaikilla tasoilla, mutta näkyvimmin lattiatasolla eli toimeenpanon tasolla. Materiaalien suunnittelussa JIT vähentää suunniteltavien osien lukumäärää viemällä suunnittelun kokoonpanotasolle. (Vollmann *et al.* 2005, s. 303)

JIT voidaan implementoida joko sisäisesti esimerkiksi asetusajojen pienentämisellä ja työntekijöiden osallistamisella tai ulkoisesti kehittämällä toimintaa toimitusketjun toimijoiden välillä (Chan & Burns 2002). Yksityiskohtainen suunnittelu eliminoidaan yleensä hyödyntämällä monitaitoisia työntekijöitä ja solutuotantoa. Tämä vähentää suunnittelun määrän lisäksi myös läpimenoaikaa. Vaikutus näkyy myynnin ja tuotannon kokonais-suunnittelussa sekä karkeasuunnittelussa tasaisen tuotantotason tavoittelemisena. (Vollmann *et al.* 2005, s. 303)

JIT:iin perustuva virtautettu ohjaus on yleensä käytössä toistuvassa tuotannossa, kokoonpanolinjoilla ja muissa virtaavissa järjestelmissä. Ohjauksen kohteena ovat usein yksitasoiset tuoterakenteet, joiden avulla karkeasuunnitelma käännetään sopiviksi virtausmääriksi. Tuotannolle määritetään sopiva tahtiaika, jotta töiden eteneminen on mahdollisimman sujuvaa. Keskenäisten tuotteiden järjestelmällistä seurantaa ei tarvita. (Vollmann *et al.* 2005, s. 450–451) Seuraavaksi käydään läpi toimeenpanoon liittyvät päätöksenteolliset vaihtoehdot.

### 2.2.5 Toimeenpano

Toimeenpanon tehtävänä on toteuttaa ylemmillä tasoilla määritellyt tuotantosuunnitelmat sekä saada palautetta tuotannosta takaisin (Olhager & Rudberg 2002). Toimeenpano (*PAC, production activity control*) pitää sisällään työn vapauttamisen tuotantoon ja ostoon sekä näiden jälkeisen lattiataason ohjauksen ja toimittajien seuraamisen. Toimeenpanossa yksittäiset työt myös ajoitetaan työpisteiden ja toimittajien osalta. (Vollmann *et al.* 2005, s. 370)

Tuotantosuunnitelmien toteuttamisen menetelmät ovat työntöohjaus eli MRP-pohjainen ohjaus (*push*) sekä imuohjaus eli JIT-pohjainen ohjaus (*pull*). MRP-pohjainen toimeenpano tarkoittaa, että yksittäiset operaatiot ajoitetaan jokaisen työvaiheen osalta, kun taas JIT-järjestelmässä täytetään alavirran varastoja asiakasvaatimusten perusteella. (Olhager & Selldin 2007a) Pääperiaatteena on, että työntöohjausta käytetään, mikäli asetusajoilla on merkitystä läpimenon kannalta ja imuohjausta puolestaan, jos asetusajat ovat minimaaliset (Olhager & Rudberg 2002). JIT-ohjauksessa yksityiskohtaisen aikatauluttamisen ja seurannan tarve käytännössä häviää, koska työt liikkuvat tuotannon läpi nopeasti eikä keskenäisen tuotannon varastoja ole (Vollmann *et al.* 2005, s. 372). Vaikka MRP-pohjainen ohjaus saattaa vaikuttaa samankaltaiselta kuin ajastettu aikatauluttaminen ja JIT-pohjainen ohjaus samalta kuin virtautettu aikatauluttaminen, ovat aikatauluttaminen ja toimeenpano kaksi erillistä tasoa. Siten menetelmiä voidaan käyttää myös ristiin hybridijärjestelmissä. (Olhager & Selldin 2007a)

MRP-pohjainen ohjaus perustuu kuitenkin usein ajastettuun aikatauluttamiseen, jolloin lattiataason ohjauksen tehtävän on ohjata tuotteet työvaiheiden läpi toimitusvaatimusten mukaisesti. Ohjaussäännöt perustuvat tyypillisesti jollain periaatteella toimitusaikaan. (Vollmann *et al.* 2005, s. 451) Tällöin tavoitteena voi olla esimerkiksi läpimenoajan tai myöhässä olevien rivien minimointi (Natarajan *et al.* 2007). Ohjaus on tyypillisesti keskitettyä (Berry & Hill 1992). Tuotannon etenemistä ja kuormitusnäkyviä seurataan aktiivisesti tuotannon aikana, kuten myös toteumia suunnitelmiin nähden. Tilaukset suljetaan, kun tuote saavuttaa lopputuotevaraston tai kun tuotteet toimitetaan asiakkaalle. (Vollmann *et al.* 2005, s. 451)

JIT-pohjaisessa ohjauksessa tilaukset vetävät varastoja tuotannon läpi, jolloin keskeneräinen tuotanto pysyy mahdollisimman pienenä. Tällöin sekä läpimenoaika että hukka, kuten odotus, ylimääräinen liikuttelu ja tarkastukset, vähenevät. (Foster & Horngren 1987) Myös laatu paranee. On tutkittu, että JIT parantaa koko yrityksen suorituskykyä pienentämällä varastotasoa ja laatuksennäköisiä sekä lisäämällä asiakasresponsiivisuutta (Fullerton & McWatters 2001).

Mitä syvemmin JIT adoptoidaan, sitä suuremmat hyödyt ovat (Fullerton & McWatters 2001). Onnistumisen kannalta oleellista on kouluttaa työntekijät ristikkäin useisiin työtehtäviin, jotta tuotannon joustavuus kasvaa (Epps 1995). Tyypillisesti käytetään solutuotantoa. Muodollista suunnittelua ei tarvita, koska työt tehdään tarpeeseen välittömästi tarpeen ilmaantuessa. Työn ohjaus tapahtuu tuotannon työntekijöiden toimesta. (Vollmann *et al.* 2005, s. 452)

JIT toteutetaan usein korteilla, joista yleisimmät ovat kanban-kortit sekä POLCA-kortit (Powell *et al.* 2013). Kanban-menetelmässä kortti toimii tuotantotilauksena ja se kertoo kuorman määrän (Shahabudeen & Sivakumar 2008). Korttien ja operaatioiden määrä päätetään lattiatasolla (Powell *et al.* 2013).

POLCA on korttipohjainen ohjausjärjestelmä ympäristöön, jossa on korkea kysynnän vaihtelu ja räätälöityjä tuotteita. Se on hybridimenetelmä, joka yhdistää työntö- ja imuohjauksen. (Krishnamurthy & Suri 2009) POLCA on sopiva ympäristöön, jossa tuotteet valmistetaan tilauksesta (Riezebos 2010). Kortit säätelevät tilausten etenemistä solutuotannossa rajoittamalla keskeneräisen tuotannon määrää sekä yrittämällä nopeuttaa töiden siirtymistä eteenpäin (Powell *et al.* 2013). Seuraavana käsitellään tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen erityispiirteitä pk-alihankintayritysten kontekstissa.

## **2.2.6 Tuotannosuunnittelu ja -ohjaus pk-alihankintayrityksessä**

Pk-yrityksissä on usein asetettu täsmälliset tuotannon suorituskyvyn mittarit, mutta suunnittelussa ei ole selkeää rakennetta. Monesti tärkeitä parametreja ei syötetä päätöksenteon tueksi. (O'Reilly *et al.* 2015) Suunnittelu on siten pienissä yrityksissä suuria huonommin

organisointua, minkä vuoksi esimerkiksi kiiretoita ja pullonkauloja ei käsitellä systemaattisesti. Työjonot määritetään pääasiassa määräpäivän mukaan. Kuorman hallinnassa on puutteita, mistä syystä varsinkin alihankkijoilla tapahtuu usein töiden uudelleenaikatauluttamista. Lisäksi puuttuvat osat aiheuttavat muutoksia tuotantoon. (Tokola *et al.* 2015)

Alihankkijoilla kysyntä vaihtelee Bullwhip-ilmiöstä johtuen, minkä lisäksi tuotevalikoima on tyypillisesti laaja (Tokola *et al.* 2015). Pk-yritykset käyttävät useita puskurointi- ja vaimennuskeinoja epävarmuuden minimoimiseksi, jotta toimitussuorituskyky saadaan mahdollisimman korkeaksi (Lenny Koh & Simpson 2005). Korkea suorituskyky saavutetaan usein epämuodollisilla käytännöillä (Voss *et al.* 1996). Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että pienet yritykset ovat suuria huonompia hyödyntämään teknisiä apuvälineitä sekä päätöksenteon tukena että operatiivisessa toiminnassa (Milgrom & Roberts 1995).

Pk-alihankkijat pyrkivät pääsääntöisesti hyödyntämään asiakkaidensa ennusteita kysynnän hallitsemisessa. Tämä nähdään myös merkittävimpana kehityskohteena pk-alihankkijoiden keskuudessa. Lisäksi kuorman vaihteluun vastataan ylimääräisillä koneilla ja ylitöillä. (Tokola *et al.* 2015) Seuraavaksi kootaan yhteen tämä alaluvun asiat.

## 2.2.7 Yhteenveto

Tuotannosuunnittelulla ja -ohjauksella tarkoitetaan tuotannon aktiviteettien koordinoimista, mitä tehdään monella eri aikaikkunalla. Usein suunnittelu ja ohjaus jaotellaan aikaikkunoiden perusteella pidemmästä lyhyempään viiteen osa-alueeseen, jotka ovat toimitusketjusuunnittelu, myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelu, karkeasuunnittelu, aikatauluttaminen ja toimeenpano. Näistä tässä tutkimuksessa käsitellään neljää alinta.

Myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelussa tasapainotetaan kysyntä ja tarjonta yhdessä muiden funktioiden kanssa. Tärkein päätöksenteon kohde on, pidetäänkö tuotanto tasaisena, sopeutetaanko tuotannon taso kysyntään vai toimitaanko näiden ääripäiden välimaastossa. Karkeasuunnittelun tehtävä on määrittää lopputuotteiden tuotantomäärät, tuotannon ajoitus ja tuotantomuoto. Vaihtoehtoja tuotantomuodoksi ovat tilauksesta valmistus, tilauksesta kokoonpano ja varasto-ohjautuva tuotanto. Aikatauluttamisessa määritetään todelliset materiaali- ja kapasiteettitarpeet. Vaihtoehtoja ovat ajastettu aikatauluttaminen, jossa määritetään edellä mainitut tarpeet osa- ja komponenttitasolla lukumäärällisesti ja ajallisesti sekä virtautettu aikatauluttaminen, jossa suunnittelu yksinkertaistetaan kokoonpanotasolle. Toimeenpanossa suunnitelmat toteutetaan ja kerätään palautetta tuotannosta takaisinpäin. Toimeenpanossa on kaksi päätöksenteollista vaihtoehtoa, joista MRP-pohjaisessa ohjauksessa yksittäiset operaatiot ajoitetaan ja tuotannon toteutumista seurataan aktiivisesti, kun taas JIT-pohjaisessa ohjauksessa alavirran varastot vetävät tuotteet tuotannon läpi nopeasti ja keskeytyksettä ilman tarvetta seurannalle.

Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen tasot yhdessä muodostavat yrityksen tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän. Tasojen tehtävät on suoritettava kaikenlaisissa tuotantoympäristöissä. Pk-yrityksissä suunnittelu ja ohjaus ovat pääsääntöisesti suuria yrityksiä huonommin organisoituja, minkä lisäksi alihankkijoilla Bullwhip-efekti lisää kysynnän epävarmuutta. Seuraavaksi käsitellään tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen suhdetta aiemmin läpikäytyihin asioihin markkinavaatimuksista ja tuotantoprosessin vaihtoehdoista.

### **2.3 Markkinoiden, tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen strateginen yhteensopivuus**

Aiemmin on käyty läpi, että tuotantostrategian päätöksentekokategorioiden sisällön tulee mahdollistaa tuotannolle asetettujen tavoitteiden saavuttamisen. Tuotannon tavoitteiden puolestaan tulee vastata markkinavaatimuksiin, jotta liiketoimintayksikkö tavoittaa kohdesegmenttinsä. Myös tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen sisällön tulee siis sopia strategisesti yhteen markkinoiden kanssa. Tälle löytyy laajalti tukea kirjallisuudesta (Berry & Hill 1992; Chan & Burns 2002; Howard *et al.* 2002; Olhager & Rudberg 2002).

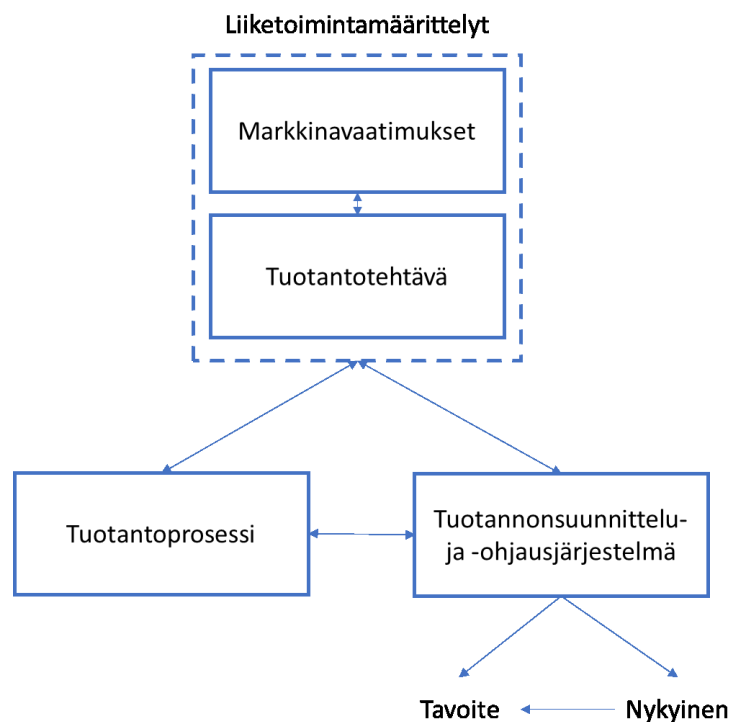
Tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen liittyvät investoinnit eivät siten automaattisesti johda parempaan suorituskykyyn markkinoilla, vaikka itse järjestelmän implementointi suoritettaisiin onnistuneesti. Tästä syystä Berry ja Hill (1992) esittävät, että tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen liittyvän päätöksenteon täytyy ottaa huomioon markkinoiden vaikutukset prosessivalintaan ja edelleen tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmään. Lisäksi tulee tunnistaa tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän tasojen päätöksenteolliset vaihtoehdot ja näiden sopivuus eri liiketoimintoihin.

Käännettynä valintojen tuotannosuunnittelussa ja -ohjauksessa tulee tukea tuotantoprosessia, mikä auttaa tuotantoa kokonaisuudessaan vastaamaan markkinoiden kohdesegmentin vaatimuksiin. Tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmään liittyvän päätöksenteon tulee täten pysyä synkronoituna ja fokuoituna yrityksen strategisten tavoitteiden kanssa, jotta se kehittyy samaan suuntaan kuin yrityksen muuttuvat tarpeet (Chan & Burns 2002; Vollmann *et al.* 2005, s. 11). On tärkeää, että nykyiset resurssit ovat yhteensopivia markkinavaatimusten kanssa, mutta yhtä lailla oleellista on, että resurssit kyetään muokkaamaan sopiviksi markkinatarpeiden muuttuessa (Sardana *et al.* 2016). Muutoin on mahdollisuus epäonnistumiseen tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmään tehtävissä investoinneissa, joita Berry ja Hill (1992) tunnistavat olevan neljää erilaista tyyppiä:

- Investoidaan sopimattomasti.
- Alkuperäinen investointi on muuttunut sopimattomaksi johtuen muutoksista markkinoilla.
- Alkuperäinen investointi on muuttunut sopimattomaksi johtuen muutoksista prosessissa.
- Yritetään ratkaista moninaisia tuotannon ongelmia yhdellä ratkaisulla.

Toisaalta sopiva tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä voi auttaa lieventämään suorituskyvyn heikennystä, mikäli prosessivalinta ei sovi markkinavaatimuksiin (Olhager & Rudberg 2002). Lisäksi se voi yleisesti ottaen lieventää myös muita epäkohtia markkinointi- ja tuotantostrategian tai tuotantostrategian struktuuristen ja infrastruktuuristen päätöksentekokategorioiden välillä (Vollmann *et al.* 1988).

Kokonaisuudessaan on täten syytä saada markkinat ja tuotantotehtävä, joista käytetään yhteisnimitystä liiketoimintamäärittelyt, sopimaan tuotantoprosessiin sekä tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmään (Vollmann *et al.* 2005, s. 453). Tämä on esitetty seuraavassa kuvassa.



**Kuva 5.** Liiketoimintamäärittelyiden, tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen linkittyminen (mukaillen Vollmann *et al.* 2005, s. 453).

Kuvasta voidaan huomata, että vaikutukset osa-alueiden välillä ovat molemminpuolisia. Tyypillisesti vahvin linkki on ajateltu olevan markkinavaatimusten ja prosessivalinnan välillä, mutta yhtä tärkeää on sovittaa tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä mark-

kinavaatimuksiin sekä tuotantoympäristöön. Yhteys markkinavaatimusten ja prosessivalinnan välillä on kuitenkin syytä selvittää ensin, koska se vaikuttaa tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän rooliin. (Olhager & Rudberg 2002)

Kuvasta nähdään myös, tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmässä tulee ottaa huomioon sekä nykytila että tavoitetilä. Jos halutaan siirtyä tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmässä nykytilasta tavoitetilään, voidaan tilanteesta riippuen kehittää olemassa olevaa järjestelmää tai uusia koko järjestelmä. Investoinnit ja implementointi saattavat kestää pitkän aikaa, joten siirtymäajalla voidaan käyttää nykyistä järjestelmää sopivilla muokkauksilla. On kuitenkin pidettävä huoli, että järjestelmän tasot ovat keskenään yhteensopivat, mikä saattaa olla haastavaa, jos liiketoiminnan eri osat eroavat toisistaan. (Vollmann *et al.* 2005, s. 453) Seuraavaksi käydään läpi markkinoiden vaikutus prosessivalintaan.

### 2.3.1 Markkinoiden vaikutus prosessivalintaan

Kirjallisuudessa on laaja perusta sille, että markkinavaatimukset vaikuttavat vahvasti tuotantoprosessin valintaan (Olhager & Rudberg 2002). Tunnetuimmat markkinoiden ja prosessivalinnan yhteyden mallit ovat tuote-prosessimatriisi (Hayes & Wheelwright 1979) sekä tuoteprofilointimalli (Hill 2000, s. 153). Molemmat näistä keskittyvät tuotantoprosessin valintaan markkinoiden ja tuotteen ominaispiirteiden, kuten tuotteen volyymin perusteella (Olhager & Rudberg 2002).

Tuote-prosessimatriisissa prosessivalinnat on sidottu tuotteen elinkaaren eri vaiheisiin. Mallissa työpajatuotanto yhdistetään matalan volyymin standardoimattomiin tuotteisiin, erätuotanto matalan volyymin ja laajan tuotevalikoiman tuotteisiin, kokoonpanolinja korkean volyymin ja kapean valikoiman tuotteisiin sekä jatkuva prosessi korkean standardoimisasteen kulutushyödykkeisiin. (Hayes & Wheelwright 1979) Mallia on tutkittu empiirisesti ja todettu yhteyden olevan vahva (Safizadeh *et al.* 1996). Tosin on myös esitetty, että mallin esittämä yhteys prosessin ja tuotteen elinkaaren välillä on merkitsevä, mutta ei niin vahva kuin malli esittää sen olevan (Ahmad & Schroeder 2002).

Tuoteprofilointimalli puolestaan esittää, että työpaja liittyy laajan tuotevalikoiman, matalan volyymin ja matalan eräkoon tuotantoon, kun taas linjatuotanto liittyy kapean tuotevalikoiman, suuren volyymin ja suuren valmistuseräkoon tuotantoon. Erätuotanto sijoittuu näiden väliin. Lisäksi malli kuvaa, että työpajatuotannossa kilpailuetu perustuu toimitusnopeuteen ja joustavuuteen, kun taas linjatuotannossa se pohjautuu kustannustehokkuuteen. (Hill 2000, s. 153) Tuoteprofilointimallia on sekä tuettu että kritisoitu, sillä toisaalta sen koetaan paljastavan tehokkaasti kehittyvät ristiriitaisuudet markkinoiden ja prosessin välillä, mutta toisaalta se nähdään liian yksinkertaistettuna mallina nykyaikaiselle tuotantotekniikalle (Ahmad & Schroeder 2002). Seuraavaksi tarkastellaan markkinoiden sekä tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän välistä yhteyttä.



### 2.3.2 Markkinoiden vaikutus tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen

Berry & Hill (1992) esittävät viitekehysten markkinavaatimusten sekä tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän yhteydelle. Tämä viitekehys on ainoa laatuaan (Olhager & Rudberg 2002), vaikkakin monet tutkijat tunnustavat markkinavaatimuksilla olevan suuri rooli tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän suunnittelussa (Grünwald *et al.* 1989; Kochhar & McGarrie 1992; Newman & Sridharan 1995). Viitekehyksessä markkinavaatimukset on linkitetty tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän kolmelle alimmalle tasolle eli karkeasuunnitteluun, aikatauluttamiseen ja toimeenpanoon yksi kerrallaan. Jokaisen tason osalta on huomioitu päävaihtoehdot eli karkeasuunnittelussa tuotantomuotoina tilauksesta valmistus, tilauksesta kokoonpano ja varasto-ohjautuva tuotanto, aikataulutamisessa ajastettu ja virtautettu ohjaus sekä toimeenpanossa MRP- ja JIT-pohjainen ohjaus. Olhager ja Rudberg (2002) ovat tiivistäneet tämän yhteen taulukkoon, johon Olhager ja Selldin (2007a) lisäävät tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän neljännen tason eli myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelun. Siinä päätöksenteollisia vaihtoehtoja ovat tasainen tuotanto, kysyntään sopeutuva tuotanto ja edellisten sekoitus. Saatu viitekehys on esitetty alla olevassa taulukossa.

**Taulukko 1.** Tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän vaihtoehtojen yhteys markkinavaatimuksiin (mukailten Olhager & Rudberg 2002; Olhager & Selldin 2007a).

Markkinoiden ominaisuus / suunnittelun ja ohjauksen valinnat	Sopeutus kysyntään MTO Ajastettu MRP	ATO	Tasainen tuotanto MTS Virtautettu JIT
Tuotteen tyyppi	ainutkertainen	↔	standardoitu
Tuotevalikoima	laaja	↔	kapea
Volyymi	matala	↔	korkea
Kokonaiskysynnän vaihteluun sopeutuminen	helppo	↔	haastava
Tuotevalikoiman kysynnän vaihtelu	korkea	↔	matala
Toimitusnopeus	haastava	↔	helppo
Toimitusvarmuus	haastava	↔	helppo

Taulukosta voidaan havaita, että yritykset, jotka tuottavat suuren määrän standardoituja tuotteita, päätyvät tyypillisesti valitsemaan tasaisen ja varasto-ohjautuvan, virtautetun tuotannon imuohjauksella. Sen sijaan useita matalavolyymisiä räätälöityjä tuotteita tekevät yritykset valitsevat tuotantomuodokseen tilauksesta valmistuksen ja ohjaustavakseen ajastetun aikatauluttamisen MRP-pohjaisella työntöohjauksella. Tällöin tuotantotasoa pyritään yleensä sopeuttamaan kysyntään. Mikäli yrityksen tuotantomuoto on tilauksesta kokoonpano, voi se yleensä käyttää varasto-ohjautuvan tuotannon mallia ennen tilauksen kohdentamispistettä ja tilauksesta valmistuksen mallia tämän jälkeen (Olhager & Rudberg 2002), jolloin yritys voi maksimoida molempien mallien hyödyt suorituskyvyn optimoimiseksi (Olhager 2010).

Mallia on tutkittu empiirisesti ja havaittu, että markkinavaatimusten sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen sovittaminen toisiinsa parantaa yrityksen suorituskykyä korkean epävarmuuden ympäristöissä. Parantuminen ilmenee erityisesti yhteensopivuudessa myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelun sekä karkeasuunnittelun tasoilla. (Olhager & Selldin 2007a) Näillä tasoilla yhteensopivuus edistää suorituskykyä

- toimitusvarmuudessa
- toimitusnopeudessa
- volyymijoustavuudessa
- joustavuudessa tuotevalikoiman suhteen.

Korkean epävarmuuden ympäristössä yritysten tulisi siten suosia kysyntää vastaavaa tuotantoa ja tilauksesta valmistusta, jotta epävarmuuden heikentävä vaikutus suorituskykyyn saadaan kompensoitua. Sen sijaan aikataulutuksen ja toimeenpanon kohdalla teorian suositusten mukaan toimiminen ei näytä vaikuttavan merkittävästi suorituskykyyn. Yritykset kuitenkin suosivat ajastettua aikatauluttamista ja työntöohjausta sekä dynaamisissa että staattisissa ympäristöissä, mutta virtautettua aikatauluttamista ja imuohjausta lähinnä staattisissa ympäristöissä. (Olhager & Selldin 2007a) Myös Chan ja Burns (2002) sekä Jonsson ja Mattsson (2003) mainitsevat, että yritykset näyttävät käyttävän MRP-pohjaista lähestymistapaa aikatauluttamisessa ja toimeenpanossa laajalti kaikissa ympäristöissä.

Tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän valintojen tärkeimmät ajurit ovat myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelun tasolla kokonaisvolyymi ja toimitusaika asiakkaalle. Karkeasuunnittelussa tärkeimmät ajurit ovat tuotevarianttien määrä sekä toimitusaika asiakkaalle. Molempien ylempien tasojen ajurit ovat siten markkinalähtöisiä. Alempien tasojen tärkeimmäksi ajuriksi on tunnistettu tuotannon läpimenoaika. (Olhager & Selldin 2007b) Tämä tukee näkemystä siitä, että markkinoiden ominaisuudet vaikuttavat ennen kaikkea kahden ylimmän tason valintoihin. Seuraavaksi tarkastellaan tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen välistä yhteyttä.

### 2.3.3 Tuotannon prosessivalinnan vaikutus tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen

Tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen välistä yhteyttä ei ole tutkittu yhtä paljon kuin aiempia yhteyksiä, eikä samanlaista mallia ole luotu kuin markkinoiden sekä tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän välille (Olhager & Rudberg 2002). Tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen välillä on kuitenkin useissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteys (Berry & Hill 1992; Kochhar & McGarrie 1992; Newman & Sridharan 1995). Yksittäis- ja pienten määrien erätuotanto ovat yhteensopivat tilauksesta valmistuksen ja työntöohjauksen kanssa, kun taas suurten määrien erätuotanto ja linjatuotanto sopivat varasto-ohjautuvaan tuotantoon imuohjauksella. Ajustettu aikatauluttaminen on parhaimmillaan ylipäänsä erätuotannossa ja virtautettu aikatauluttaminen linjatuotannossa. (Berry & Hill 1992) JIT-prosessi solutuotannolla ohjaa käyttämään virtautettua materiaalien suunnittelua ajastetun sijaan (Vollmann *et al.* 2005, s. 454–455). Toistuvaa tuotantoa puolestaan voidaan käyttää sekä tilauksesta valmistuksessa että varasto-ohjautuvassa tuotannossa, kuten myös työntö- ja imuohjauksen yhteydessä (Aziz *et al.* 2013). On myös huomioitava, että heikko prosessivalinta saattaa johtaa huonoon laatuun ja sitä myöten jatkuviin uudelleenaikatauluttamisiin, mikä puolestaan saattaa ajaa yrityksen valitsemaan liian monimutkaisen ohjausjärjestelmän (Vollmann *et al.* 2005, s. 454–455).

Tuotantoprosessi vaikuttaa enimmäkseen tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen kahteen alimpaan tasoon eli aikatauluttamiseen ja toimeenpanoon, koska fyysinen ympäristö vaikuttaa siihen, miten päivittäistä toimintaa ohjataan (Olhager & Rudberg 2002). Kuitenkin myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelun strategioista tasoittavan tuotannon strategia liittyy usein linja- ja jatkuvaan tuotantoon, kun taas yksittäis- ja erätuotanto liittyvät strategiaan, jossa tuotantotaso määritetään kysynnän mukaan. Tämä johtuu siitä, että myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelun strategiat tukevat eri voittavia ominaisuuksia ja siten eri prosesseja. (Safizadeh & Ritzman 1997) Tutkimustuloksissa on löydetty useita eri vaikuttavia muuttujia, miten prosessivalinta vaikuttaa tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen, mutta Olhagerin ja Rudbergin (2002) mukaan nämä voidaan tiivistää kahteen:

- ohjauspisteiden määrä
- asetusajat.

Työpajoilla, joissa on funktionaalinen layout, on useita ohjauspisteitä ja täten moninaisia reititysmahdollisuuksia. Tällöin ajastettu ohjaus on sopiva lähestymistapa aikatauluttamiseen. Virtausasteen nostaminen esimerkiksi solu- tai linjatuotannon muodossa sen sijaan lisää mahdollisuuksia virtautetun aikataulutuksen hyödyntämiselle. (Olhager & Rudberg 2002) Virtautettu tuotanto on siten luonnollinen valinta, jos ohjauksen kohteena on koko tuotantoyksikkö.

Asetusajat vaikuttavat ohjauspisteiden määrän ohella aikatauluttamiseen. Mikäli asetusajoilla on vaikutusta tuotannon läpimenoon, on välttämätöntä käyttää ajastettua aikatauluttamista. Jos asetusajoilla ei ole merkitystä, voidaan hyödyntää virtautettua tuotantoa. (Olhager & Rudberg 2002) Edelliset asiat yhdistämällä voidaan siten päätellä, että virtautettu ohjaus vaatii virtautettua tuotantoprosessia, jota ohjataan yhtenä kokonaisuutena ja jossa eräkoolla ei ole merkitystä tuotannon läpimenoa kannalta. Seuraavaksi kootaan yhteen käytyt asiat yhteensopivuudesta markkinoiden, tuotantoprosessin sekä tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen välillä.

### 2.3.4 Yhteenveto

Tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän tulee olla yhteensopiva tuotantoprosessin ja edelleen markkinoiden ominaisuuksien kanssa, jotta yritys voi tavoittaa kohdesegmenttinsä. Yhteensopivuus on säilytettävä myös tuotantoprosessin tai markkinatarpeiden muuttuessa. Mikäli nykytilan tunnistetaan olevan kaukana tavoitetilasta, tulee yrityksen suunnitella sopiva ratkaisu siirtymäajalle, sillä investointien implementoinnit saattavat viedä runsaasti ajallisia ja rahallisia resursseja.

Markkinoiden ominaisuudet vaikuttavat tuotantoprosessiin siten, että työpaja- ja pienten määrien erätuotanto liittyvät matalan volyymin ja laajan tuotevalikoiman tuotantoon, kun taas kokoonpanolinja liittyy kapean tuotevalikoiman ja suuren volyymin tuotantoon. Työpajatuotannossa kilpailuetua tavoitellaan toimitusnopeudella ja joustavuudella, kun taas linjatuotannossa kustannustehokkuudella.

Markkinoiden ominaisuudet vaikuttavat tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän joka tasolla, mutta eniten myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelussa sekä karkeasuunnittelussa. Suuri volyymi standardoituja tuotteita sopii yhteen tasaisen, varasto-ohjautuvan tuotannon kanssa, jota ohjataan virtautetulla aikatauluttamisella JIT-pohjaisesti. Matala volyymi räätälöityjä tuotteita johtaa kysyntään sopeutuvaan tuotantotasoon, jossa tuotteet valmistetaan tilauksesta ja niitä ohjataan ajastetulla aikatauluttamisella MRP-pohjaisesti. Tilauksesta kokoonpanossa voidaan toimia varasto-ohjautuvan tuotannon mallilla ennen tilauksen kohdentamispistettä ja tilauksesta valmistuksen mallilla tämän jälkeen.

Tuotantoprosessi vaikuttaa tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän valintoihin siten, että yksittäis- ja pienten määrien erätuotanto ovat yhteydessä tilauksesta valmistuksen malliin, kun taas suurten määrien erätuotanto varasto-ohjautuvan tuotannon malliin. Vaikutukset ilmenevät etenkin tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen kahdella alimmalla tasolla. Virtautettu tuotanto vaatii, että ohjauspisteinä toimii koko tuotantoyksikkö ja että asetusajoilla ei ole läpimenoa kannalta merkitystä. Seuraavaksi käydään läpi yhteenveto kirjallisuuskatsauksesta.

## 2.4 Yhteenveto

Yrityksen liiketoimintastrategia määrittää, millä tavalla yritys luo kilpailuetua. Kilpailuedun saavuttamiseksi markkinointistrategiassa määritetään kohdesegmenttien tarpeet, jotka käännetään tuotannon vaatimuksiksi. Vaatimukseen pääsemiseksi tuotannolle asetetaan tavoitteet, jotka ohjaavat tuotantostrategian sisällöllistä päätöksentekoa eri osa-alueiden, kuten tuotantoprosessin sekä tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän suhteen.

Tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmää käsitellään tässä tutkimuksessa neljän tason kautta, jotka ovat myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelu, karkeasuunnittelu, aikatauluttaminen ja toimeenpano. Myynnin ja tuotannon kokonaissuunnittelussa päätetään tuotannon kokonaistaso, karkeasuunnittelussa lopputuotteiden tuotantomäärät ja tuotantomuoto, aikatauluttamisessa materiaalien ohjaustapa sekä toimeenpanossa lattiatason ohjaustapa. Nämä pätevät kaikissa tuotantoympäristöissä.

Tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän tulee sopia yhteen tuotantoprosessin ja markkinatarpeiden kanssa, jotta yritys voi tyydyttää asiakkaidensa tarpeet. Vaikutukset ilmenevät kaikkien näiden osa-alueiden välillä kumpaankin suuntaan. Markkinavaatimukset vaikuttavat eniten tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän kahdella ylimmällä tasolla, kun taas tuotantoprosessi kahdella alimmalla. Strateginen yhteensopivuus edistää yrityksen suorituskykyä. Seuraavaksi syvennyttään tutkimuksen toteuttamiseen.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1 Tutkimuksen luonne

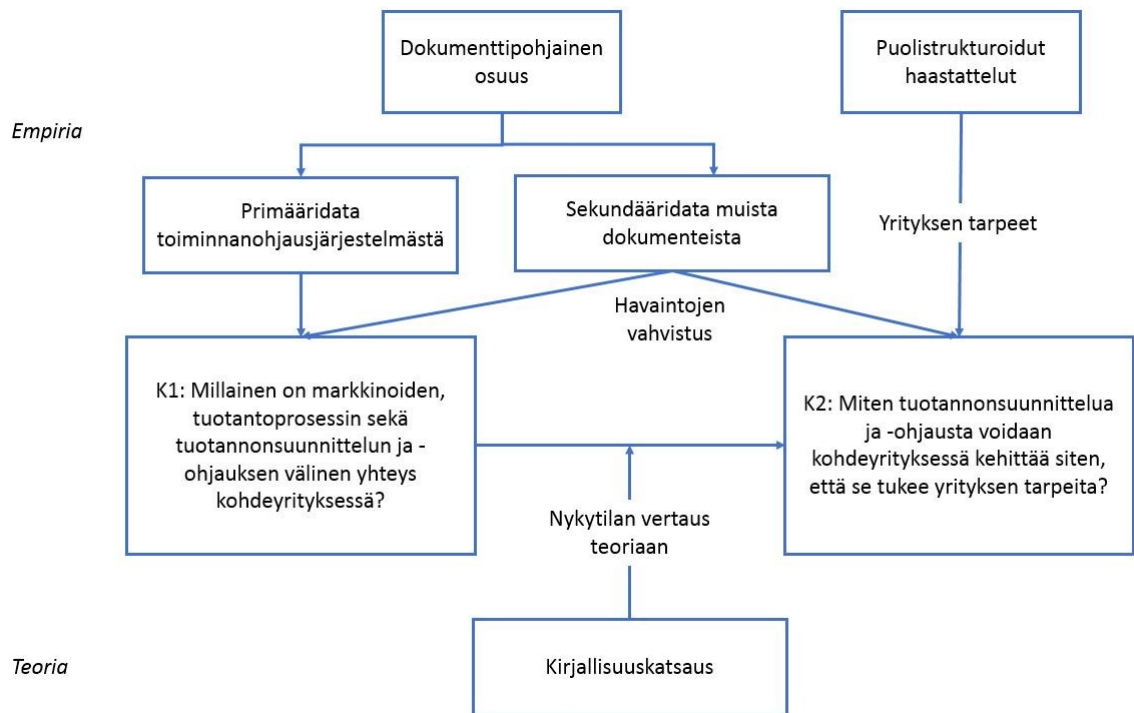
Tutkimuksen filosofiana on kriittinen realismi. Kyseisessä filosofiassa asioiden oletetaan olevan olemassa sellaisenaan, mutta voimme havaita niitä vain tulkinnan kautta. Kriittinen realismi sopii tämän tutkimuksen filosofiaksi, koska se ohjaa lähestymään ilmiötä monitasoisen tutkimuksen kautta, jotta tarvittava ymmärrys ilmiöstä syntyy. (Saunders *et al.* 2009, s. 115) Tämän tutkimuksen kontekstissa kriittinen realismi ilmenee siten, että tuotannonsuunnitteluun ja -ohjaukseen liittyvän päätöksenteon tutkimiseksi on ymmärrettävä sen sijoittuminen yrityksen strategisessa päätöksenteossa sekä erityisesti yhteys markkinavaatimukseen ja tuotantoprosessiin. Vain tällöin voidaan ymmärtää ilmiön taustalla olevien rakenteiden vaikuttaminen toisiinsa.

Tutkimuksen lähestymistapa on abduktiivinen järkeily. Siinä käydään vuoropuhelua teorian ja empirian välillä. (Walton 2014, s. 1) Toisin sanoen ilmiötä lähestytään teoreettisen pohdinnan kautta, mikä tässä tutkimuksessa on esitetty luvussa kaksi. Teoriaa kuitenkin täydennetään tarpeen mukaan tutkimuksessa esiin nousevien kiinnostavien asioiden myötä.

Tutkimuksen tutkimusstrategia on yhden tapauksen tapaustutkimus, jossa pyritään saavuttamaan syvä ymmärrys ilmiöstä (Saunders *et al.* 2009, s. 146). Tapaustutkimuksessa tarkasteltavaa ilmiötä tutkitaan kontekstissaan, jolloin rajat näiden välillä saattavat olla häilyvät (Yin 2003, s. 13). Koska tutkimuksessa tarkastellaan useampaa kuin yhtä kohdetta organisaatiossa, on kyseessä upotettu tapaustutkimus (Yin 2003, s. 39).

### 3.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus suoritetaan sekamenetelmätutkimuksena, jossa hyödynnetään sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia tapoja aineiston keruussa ja analysoinnissa. Tämä sopii kriittisen realismin filosofiaan (Saunders *et al.* 2009, s. 119). Ajallinen fokus on poikittaistutkimus. Tutkimuksessa käytettävät menetelmät ovat dokumenttipohjainen tutkiminen sekä haastattelut. Dokumenttipohjainen osuus sisältää sekä kvantitatiivista primääridataa että kvalitatiivista sekundääridataa. Haastattelut suoritetaan puolistrukturoituina haastatteluina, jolloin saatava data on kvalitatiivista. Menetelmien rooli tutkimuskysymyksiin vastaamisessa on esitetty alla olevassa kuvassa.



**Kuva 6.** Tutkimusmenetelmien käyttö tutkimuskysymyksiin vastaamisessa.

Kuten kuvasta nähdään, dokumenttipohjaisen osuuden ensimmäinen rooli tässä tutkimuksessa on kuvailla kohdeyrityksen markkinavaatimusten, tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen sisältö ja yhteys toisiinsa, mikä auttaa vastaamaan tutkimuskysymykseen yksi. Tämä osuus perustuu kohdeyrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä saatavaan kvantitatiiviseen primääridataan.

Tapaustutkimus vaatii usein kahden eri tutkimusmenetelmän käyttämistä ilmiön tarkasteluun eli triangulaatiota, jotta varmistutaan, että data kertoo sellaiset asiat ilmiöstä kuin mitkä tutkija tulkitsee niiden kertovan (Saunders *et al.* 2009, s. 147). Yksi tyypillinen tapa saada johtopäätöksille vahvistusta tutkimuskysymykseen vastaamiseksi on käyttää sekundääridataa analysoinnin tukena (Saunders *et al.* 2009, s. 258). Sekundääridataa voidaan käyttää tässä tutkimuksessa, koska se auttaa vastaamaan tutkimuskysymykseen, käytön hyödyt ovat suuremmat kuin haitat ja dataan on helppo pääsy (Saunders *et al.* 2009, s. 272). Tämän vuoksi dokumenttipohjaisessa osuudessa hyödynnetään toiminnanohjausjärjestelmästä saatavan datan lisäksi yrityksen muista dokumenteista saatavaa kvalitatiivista sekundääridataa. Tällä tavalla vahvistetaan primääridatasta saatavia havaintoja eli tuetaan molempiin tutkimuskysymyksiin vastaamista.

Haastatteluita käytetään dokumenttipohjaisen osuuden täydentämisenä. Täydentämisellä pyritään yleisesti ottaen tutkimaan eri osia tutkittavasta ilmiöstä (Saunders *et al.* 2009, s. 154). Tässä tutkimuksessa haastatteluiden avulla kartoitetaan, mitkä ovat kohdeyrityksen asiakasvaatimukset ja arvolupaus asiakkaalle sekä mitä vaatimuksia nämä aiheuttavat tuotannolle. Tällä täydennetään siis sellaista osaa tutkimuksesta, jota ei kyetä dokument-

tipohjaisella osuudella tyydyttävästi suorittamaan. Haastattelut ovat siten tässä tutkimuksessa tarpeen, jotta tutkimuskysymyksessä kaksi mainitut tarpeet pystytään tarkentamaan yksiselitteisiksi tavoitteiksi.

Lisäksi kohdeyrityksen tuotantoon tutustutaan yhdessä kohdeyrityksen edustajien kanssa tehdaskierroksella. Tämä tehdään siksi, että vältetään väärinkäsitykset tulosten tulkinassa. Lisäksi tehdaskierroksella voidaan varmentaa kohdeyrityksen prosessivalinta. Seuraavaksi käydään läpi dokumenttipohjaisen- sekä haastatteluaineiston keruu.

### 3.3 Aineiston keruu

Koska tutkimuksen menetelmät ovat dokumenttipohjainen osuus sekä haastattelut, jakautuu myös aineiston keruu näiden mukaan kahteen osaan. Lisäksi dokumenttipohjaisessa osuudessa on eroteltavissa toisistaan primääridatan keruu ja sekundääridatan kartoittaminen.

Haastatteluiden tarkoitus tässä tutkimuksessa on kartoittaa, mitkä ovat kohdeyrityksen asiakasvaatimukset, mitä kohdeyritys lupaa asiakkailleen sekä mitä nämä merkitsevät tuotannolle. Haastatteluilla siten tarkennetaan tutkimuskysymystä kaksi sen osalta, mihin suuntaan tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta tulee kehittää. Tämä pitää sisällään nykyiset tavoitteet sekä odotukset siitä, mihin suuntaan kohdeyrityksen tavoitteet ovat muuttumassa. Toisin sanoen yrityksen tarpeet määritetään selkeiksi lyhyen aikavälin tavoitteiksi. Lisäksi haastatteluiden avulla arvioidaan, ovatko kohdeyrityksen asiakasvaatimukset ja tuotannon tavoitteet yhdenmukaiset vai ristiriidassa keskenään. Haastattelut suoritetaan puolistrukturoituina eli teemahaastatteluina, koska tällöin on mahdollisuus ymmärtää eri asioiden välisiä suhteita (Saunders *et al.* 2009, s. 322), mihin tässä tutkimuksessa pyritään.

Markkinat voidaan jaotella ryhmiin sen mukaan, mitkä ovat eri segmenttien tarpeet (Kotler & Keller 2012, s. 235). Tarpeet voidaan puolestaan kääntää tuotantoa koskeviksi vaatimuksiksi (Vollmann *et al.* 2005, s. 453). Tuotannolle voidaan antaa tehtävä, joka toteuttamalla päästään tuotannon tavoitteisiin ja sitä kautta tyydytetään asiakkaiden tarpeet (Olhager & Rudberg 2002). Berryn ja Hillin (1992) mallissa markkinavaatimusten ja tuotannon tavoitteiden tulee olla yhteensopivat tuotantoprosessin sekä tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen kanssa. Tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen kehittämiseksi tulee lisäksi tietää, mihin suuntaan tarpeet ja siten tavoitteet ovat kehittymässä. Näiden syiden vuoksi puolistrukturoitujen haastatteluiden tavoitteena on selvittää

- mitkä ovat kohdeyrityksen kohdesegmentit ja näiden tarpeet
- mitä kohdeyritys lupaa asiakkailleen
- mitä tavoitteita arvolupaus asettaa tuotannolle
- mihin suuntaan tarpeet ja siten tavoitteet ovat muuttumassa.



Haastatteluiden asiakysymykset on koottu näiden asioiden ympärille. Haastateltavia on kuusi kappaletta kohdeyrityksen myynnin ja tuotannon johdosta.

Haastattelujen kysymykset on pyritty muotoilemaan mahdollisimman neutraaleiksi. Lisäksi haastattelujen pitopaikaksi valitaan rauhallinen tila. Kysymykset on asetettu siten, että kohdeyrityksen edustajien tulisi ne ymmärtää. Mikäli vastaajat ymmärtävät kysymykset selkeästi väärin, korjataan merkitykset tutkimuksen mukaisiksi haastattelutilanteissa. Haastateltavien annetaan rauhassa rakentaa vastauksensa ja tarpeen mukaan kysytään tarkentavia kysymyksiä. Haastattelut nauhoitetaan, mutta niiden aikana tehdään myös lyhyitä muistiinpanoja, jotta vastaajien eleet ja näkyvät asenteet voidaan huomioida. Näiden asioiden avulla varmistetaan haastattelutulosten luotettavuus (Saunders *et al.* 2009, ss. 327-337).

Haastattelujen aluksi kysytään lämmittelykysymyksiä. Näiden tarkoitus on valmistaa vastaaja käsittelemään aihetta (Saunders *et al.* 2009, s. 337). Aloituskysymysten jälkeen esitetään varsinaiset asiakysymykset. Näiden jälkeen kysytään yhteenvetona lopetuskysymykset. Haastatteluiden suunniteltu pituus on puolesta tunnista tuntiin. Haastatteluista merkitään muistiin niiden pitopaikka, pitoaika, kesto sekä kohdehenkilö.

Dokumenttipohjaisen osuuden data rajattiin kohdeyrityksen edustajien kanssa. Primääridataksi määritettiin vuoden 2017 tilauskantaan liittyvä data. Data haettiin yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä viidellä eri tietokantakyselyllä Excel-taulukoihin käsittelyä varten. Sekundääridataksi kerättiin kaikki muu sellainen dokumenttipohjainen data, joka liittyy kohdeyrityksessä tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen. Tällaiseksi luettiin MckKay & Wiersin (2003) määritelmän mukaisesti sellaiset dokumentit, joita käytetään tuotannon aktiviteettien koordinointiin. Lisäksi sekundääridataksi koottiin tuotannosuunnittelua ja -ohjausta koskevat prosessikuvaukset sekä analyysit. Dokumenttipohjainen aineisto on esitetty alla olevassa taulukossa.

**Taulukko 2.** Tutkimuksen piiriin kuuluva dokumenttipohjainen primääri- ja sekundääridata.

Datan tyyppi	Datan sisältö
Primääridata	Vuoden 2017 tilauskanta
Sekundääridata	Tilausten ohjauksen Excel-tiedostot
	Palaverimuistiot
	Prosessikuvaukset
	Selvitykset myöhästyneistä töistä
	Tuotannonohjauksen arvovirtakuvauksen kooste
	Tilausennusteet Excel-tiedostoina

Yllä olevassa taulukossa näkyvän vuoden 2017 tilauskannan osalta kerättiin sellainen data, joka tarvitaan kohdeyrityksen markkinoiden, tuotannon sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen sisällön hahmottamiseksi ja suorituskyvyn analysointiin. Markkinavaatiusten osalta muuttujat ovat Berryn ja Hillin (1992) mukaisesti tuotteen tyyppi, tuotevalikoiman laajuus, yksittäisten tuotteiden volyyymi, kokonaisvolyymin vaihtelu, vaihtelu tuotevalikoiman sisällä, toimitusnopeus ja aikataulumuutokset. Näitä varten saatavat tiedot toiminnanohjausjärjestelmästä ovat tilauskohtaisesti asiakas, piirustusnumero, tilausmäärä, tilauspäivämäärä, toimituspäivämäärä, tuoteryhmä ja tuoterakenteen syvyys.

Tuotannon ominaispiirteiden hahmottamiseksi järjestelmästä haettiin tuotantotilausten osalta eräkoot, työvaiheet, tehdyt työtunnit sekä alihankintojen käyttö. Olhagerin ja Rudbergin (2002) mukaan oleellisimmat muuttujat tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen kannalta ovat ohjauspisteiden määrä ja asetusaikat, mutta asetusaikoja ei järjestelmästä löydy, joten näiden osalta joudutaan turvautumaan sekundäärilähteistä saatavaan tietoon. Lisäksi tuotantoprosessiin ja työpisteiden fyysiseen sijaintiin tutustuttiin kohdeyrityksen edustajien kanssa, jotta datan tulkintavirheiden mahdollisuus pienenee.

Tuotannosuunnittelu ja -ohjausjärjestelmän osalta toiminnanohjausjärjestelmästä haettiin kapasiteetin ja materiaalien tarvelaskentaan liittyvät tiedot, joiden avulla voidaan arvioida, miten aikatauluttaminen on kohdeyrityksessä organisoitu. Tuotantomuodon sen sijaan pystyy päättelemään vertailemalla tuotanto- ja tilausmääriä sekä työhön sisältyviä työvaiheita. Muut tiedot tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen ominaispiirteiden kuvaamiseksi saadaan sekundäärilähteistä.

Edellä esitellystä taulukosta nähdään, että tutkimuksessa hyödynnetään useita sekundäridatalähteitä. Tämä on välttämätöntä, jotta saadaan muodostettua kokonaiskuva tuotannon suunnittelun ja -ohjauksen prosessista kohdeyrityksessä. Sekundäridata sisältää myös tietoja primääridatassa esiin nousseiden asioiden tarkentamiseksi sekä tukemiseksi. Sekundäridatalähteet rajattiin tilauskannan mukaisesti koskemaan vuotta 2017. Sekundäridatalähteitä on kolme eri tyyppiä: tuotannonohjauksen apuvälineinä käytettävät dokumentit, prosessikuvaukset ja analyysit.

Tuotannon suorituskyvyn arvioimiseksi tarvitaan dataa toiminnanohjausjärjestelmästä. Haastatteluiden perusteella kohdeyrityksen tuotannon suorituskyvyn analysoimisen pohjaksi määräytyi toimitusvarmuus. Tämän vuoksi järjestelmästä haettiin toimitusvarmuuteen liittyvä data eli tilauksien todellinen toimituspäivämäärä asiakkaalle, jota voidaan verrata asiakkaan toivomaan toimituspäivämäärään. Kehitysehdotusten vaikutuksia kustannuksiin ja laatuun arvioidaan ainoastaan karkealla tasolla eikä järjestelmädatan perusteella.

### 3.4 Aineiston käsittely

Haastattelutulosten käsittely aloitetaan datan litteroinnilla. Litteroinnissa tulisi huomioida myös tapa, jolla haastateltavat kysymyksiin vastaavat (Saunders *et al.* 2009, s. 485). Tästä syystä aineiston keruussa merkitään muistiin kommentteja haastateltavien reaktioista ja olemuksesta.

Haastatteluiden tavoitteena on selvittää teoriasta johdettavat ennalta määritellyt asiat eli kohdeyrityksen kohdesegmentit vaatimuksineen, arvolupaus asiakkaille, edellisten asioiden asettamat vaatimukset tuotannolle sekä tulevaisuuden suuntaviivat. Nämä ovat selkeitä toisistaan poikkeavia, mutta toisilleen merkityksellisiä kategorioita. Tästä syystä haastattelujen sisältö käsitellään kategorisoimalla vastaukset (Saunders *et al.* 2009, s. 492). Haastateltavien vastaukset jaotellaan kategorioihin vastausten avainsanojen perusteella.

Pääosa dokumenttipohjaisesta osuudesta perustuu kohdeyrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä saatavaan primääridataan. Data koostuu kaikkiaan 5246 tilausrivistä ja näihin liittyvistä tiedoista. Datan käsittelyn ensimmäinen vaihe on aineiston esikäsittely, jossa data käydään läpi virheellisten tietojen varalta, koska näitä esiintyy useimmiten laadukkaassakin kvantitatiivisessa datassa (Saunders *et al.* 2009, s. 425). Tämä suoritettiin yhdessä kohdeyritysten edustajien kanssa. Tässä vaiheessa datasta jätettiin pois korjauksia, lisätoita, laskutusta varten teknisistä syistä luodut tilausrivit sekä kohdeyrityksen omaan käyttöön tehdyt tilausrivit, kuten työkalujen valmistukset. Esikäsittelyn jälkeen lopullinen Excel-tiedostossa analysoitava datan määrä on 4612 tilausriviä.

Aineisto sisältää kvantitatiivista dataa monessa eri muodossa. Osa on jatkuvaa numeerista dataa, kuten tuotteen myyntihinta tai käytetyt työtunnit. Näiden osalta data on hyödyllistä

koodata ryhmiin käsittelyä varten (Saunders *et al.* 2009, s. 422). Osa puolestaan on diskreettiä dataa, kuten tuotantomäärät. Loppuosa datasta on nominaalista kuvailevaa dataa kuten asiakkaat, koska näitä ei voida asettaa suuruusjärjestykseen (Saunders *et al.* 2009, s. 418).

Kvantitatiivisen aineiston käsittely suoritetaan eksploratiivisen data-analyysin mukaisesti, koska siten voidaan luoda ymmärrys käsiteltävästä datasta (Saunders *et al.* 2009, s. 428). Käsittely tehdään markkinoiden ominaispiirteiden, tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen osalta erikseen. Aineiston käsittely pohjautuu aiemmin mainittuihin muuttujiin, kuten esimerkiksi yksittäisten tuotteiden volyyymiin. Tämän vuoksi käsittelyn ensimmäinen vaihe on jaotella aineisto eri muuttujien mukaan. Tulokseksi saadaan tässä vaiheessa lukuja. Kun muuttujiin jako on suoritettu, voidaan toisessa vaiheessa luoda saaduista summista ja osuuksista kaavioita, jotta ymmärrys datasta lisääntyy.

Tulosten osalta arvioidaan myös laadullisia asioita, kuten onko tuotevalikoima kapea vai laaja. Kirjallisuudessa ei tyypillisesti määritellä tällaisten muuttujien osalta täsmällisiä rajoja eri kategorioiden välille, joten tälle ei ole tarvetta tässä tutkimuksessa. Sen sijaan näiden osalta vertaillaan, miten kohdeyrityksen kysyntä on jakautunut. Esimerkiksi tuotevalikoiman osalta voidaan siten vertailla, onko asiakkuuksien tai tuoteryhmien välillä eroja valikoiman laajuudessa.

Työ sisältää myös sekundäridatalähteitä. Nämä käytiin läpi tarkasteluajanjakson osalta. Dataa käytettiin hyväksi, jos se vaikutti tukevan tutkimuskysymyksiin vastaamista, on luotettavaa sekä käytön hyödyt arvioitiin kustannuksia suuremmiksi (Saunders *et al.* 2009, s. 273). Sekundäridatalähteillä arvioitiin etenkin tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen prosessiin liittyviä aktiviteetteja.

Haastatteluiden perusteella tutkimuskysymyksen kaksi tavoitearvoksi täsmentyi 95 % toimitusvarmuus. Tämän vuoksi jokaisen primääridatan asiakastilausrivin osalta määritettiin toteutunut toimitusaika asiakkaan toivomaan aikaan verrattuna. Tämän jälkeen toimitusvarmuus jaoteltiin aiemmassa vaiheessa määriteltyjen kysynnän, tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen ominaispiirteiden muuttujien suhteen, jotta voitiin arvioida, miten toimitusvarmuudessa suoriudutaan. Seuraavaksi esitetään aineiston käsittelyn tulokset.

## 4. TULOKSET

### 4.1 Haastattelut

Tässä aluvuossa käsitellään puolistrukturoitujen teemahaastattelujen tulokset teemoittain. Haastattelujen kysymysrunko on esitetty liitteessä A. Jokaiseen teemaan liittyvät kysymykset käydään läpi yhtenä kokonaisuutena. Tämän jälkeen haastattelutulokset koostaan yhteen yhteenvedossa. Samalla esitetään perusteet tutkimuskysymyksen kaksi tarkentamiselle, mikä on tarpeen tuotannon suorituskyvyn arvioimista sekä tulosten tulkin-  
taa varten.

#### 4.1.1 Kohdemarkkinoiden vaatimukset

Haastattelujen perusteella kohdeyrityksen asiakaskunnassa on demografisesti useita kohdesegmenttejä. Asiakkaita on eri toimialoilta kuten kaivos-, öljy- ja energiateollisuudesta. Lisäksi osa asiakkaista on pk-yrityksiä ja osa suuria pörssiyrityksiä. Koska asiakkaat ovat eri toimialoilta, myös tuotteita on monenlaisia, kuten vaihdekoteloita ja runkoja. Suurin osa tuotteista on asiakkaan näkökulmasta katsottuna standardituotteita, mutta kohdeyritys tekee useiden asiakkaiden kanssa myös räätälöityjä- ja tuotekehitysprojekteja.

Monipuolisesta asiakaskunnasta huolimatta vastaajat eivät näe haastattelujen perusteella suuria eroja asiakkaiden arvostuksissa tai vaatimuksissa. Ainoastaan dokumentoinnissa on selkeitä eroja asiakkaiden välillä. Lisäksi kaksi vastaajaa näkee yhden pääasiakkaan painottavan enemmän laatua kuin toisen, joka painottaa enemmän hintaa. Asiakkaiden välisten erojen lisäksi haastateltavat eivät myöskään näe eroja vaatimuksissa asiakkuuksien sisällä. Esimerkiksi tuotekehitysprojekteissa saattaa olla normaalia tilausta tiiviimpää yhteistoimintaa asiakkaan kanssa, mutta vaatimukset toimitusajan ja laadun suhteen nähdään samoina kuin standardituotteiden osalta.

Kilpailukyvyn kannalta tärkeimmät asiat koettiin haastatteluissa vaihtelevasti. Toimitustäsmällisyys, kustannustehokkuus ja laatu mainittiin kaikki tärkeimpinä suorituskyvyllisinä tekijöinä asiakassuhteiden jatkumisen kannalta. Toimitustäsmällisyys ja laatu koetaan tärkeimpinä asioina kilpailukykyisyyden lisäämiseksi lyhyellä aikavälillä. Sen sijaan kustannustehokkuutta ja toimitusnopeuden parantamista pidetään kriittisimpinä pidemmän aikavälin kehityskohteina.

Asiakkaiden suorituskykyvaatimuksista ainoana selkeästi määriteltynä mittarina haastateltavat pitävät toimitusvarmuutta. Haastateltavien mukaan kaikkien merkittävien asiakkuuksien osalta vaadittu toimitusvarmuus on 95 %. Kaikki haastateltavat mainitsivat tämän vaatimuksen sekä ovat yhtä mieltä siitä, että vaatimus on sama kaikkien asiakkaiden osalta.

Yhden asiakkuuden osalta eräs vastaaja mainitsi, että alkuperäiseen toimituspäivämäärään ei tarvitse päästä, kunhan jonkun muun tilausrivin vastaava tuote toimitetaan toisen tilalla. Toisin sanoen, mikäli työ keskeytyy esimerkiksi laatuongelmien takia, on asiakkaalle tärkeää, että samalla aikataululla saadaan jokin korvaava tilausrivi toimitettua tilalle, vaikka tilausrivit onkin yksilöity tunnisteella – tässä tapauksessa numeroinnilla ja dokumentoinnilla. Asiakas kuitenkin toivoo selkeyden vuoksi, että tilaukset toimitettaisiin niille alun perin osoitettuina päivinä. Toimitusvarmuustavoite on täten 95 % samoin kuin muilla asiakkuuksilla. Tämä asiakkuus on sama, jonka suhteen eräs vastaaja mainitsi, että toimitusvarmuuden suhteen voidaan joustaa hieman enemmän kuin muiden asiakkaiden, mikäli se takaa laatuvaatimukseen pääsemisen.

Toimitusvarmuus nähdään kriittisenä tekijänä asiakassuhteiden jatkumisen kannalta lyhyellä aikavälillä, sillä toimitusvarmuusvaatimusten selkeä alittaminen aiheuttaa seurantalialle joutumisen usean asiakkaan osalta jo muutaman peräkkäisen huonosti menneen kuukauden kuluessa. Lisäksi vastaajien mielestä uusien asiakkaiden osalta on erityisen tärkeää, että ensimmäiset tilaukset toimitetaan ajoissa, jotta asiakkuus jatkuu. Tällä tavoin alkaa luottamuksen rakentaminen uuden asiakkaan suuntaan.

Lisäksi usea vastaaja näkee toimitusvarmuuden selkeänä kilpailuedun lähteenä ja suurimpana yksittäisenä suorituskyvyn kehityskohtana asiakastyytyväisyyden kannalta. ”On helppoa myydä lisää asiakkaille, jos kaikki toimitukset ovat ajoissa”, totesi eräs vastaaja. Parin haastateltavan mielestä hyvä toimitusvarmuus ja laatu lieventävät hintoihin kohdistuvaa painetta ja siten nostavat asiakkaan kynnystä vaihtaa toimittajaa. Useat vastaajat ilmaisivat haastatteluissa huolensa toimitusvarmuuden tasosta eräiden asiakkuuksien osalta. Heidän mielestään toimitusvarmuus tulisi saada nopeasti asiakkaiden vaatimalle 95 % tasolle.

Toimitusvarmuuden lisäksi laatu nähdään kaikkien vastaajien osalta tärkeänä suorituskyvyn osa-alueena. Laadun säilyminen koetaankin lyhyellä aikavälillä toimitusvarmuuden ohella tärkeimpänä hyvän asiakastyytyväisyyden osatekijänä. Haastateltavat kuitenkin näkevät, että laadun nykyinen taso ylittää lähes kaikkien asiakkaiden laatuvaatimukset. Suurimmat puutteet ovat vastaajien mukaan materiaalitoimittajien ja alihankkijoiden laadun tasossa sekä hallinnassa.

Laadun ja toimitusvarmuuden lisäksi asiakkaiden koetaan asettavan kustannuksellisia vaatimuksia. Tämä koskee ennen kaikkea tarjouskyselyitä uusista tuotteista. Näiden osalta eräs vastaaja huomauttaa, että selkeä ylihinnointelu saattaa jopa vaikuttaa negatiivisesti koko asiakassuhteeseen. Sen sijaan nykyisellään valmistettavien tuotteiden osalta kustannuspaineita ei yleisesti ottaen nähdä niin voimakkaina kuin uusien tuotteiden osalta, mikäli toimituksellisiin ja laadullisiin vaatimuksiin päästään. Kustannustehokkuus mielletäänkin kehityskohteenä kohdeyrityksen oman kannattavuuden parantamiseksi sekä pitkällä aikavälillä kilpailukykyisyyden turvaamiseksi.

### 4.1.2 Arvolupaus asiakkaalle

Vastaajien näkemykset kohdeyrityksen arvolupauksesta asiakkaille vaihtelevat hieman, mutta yhdestä asiasta ollaan yhtä mieltä: kohdeyritys tarjoaa asiakkailleen kaiken alusta loppuun asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kohdeyritys vastaa tarpeen mukaan koko tuotteen valmistamisesta elektroniikan ja hydrauliiikan asentamista myöten. Tällöin kohdeyritys siis huolehtii asiakkaan puolesta koko toimitusketjun hallinnasta. Eräs vastaaja ilmaisi asian siten, että kohdeyritys lupaa asiakkailleen ”asiakkaan projektin toteuttamisen kaikkien vaatimusten ja toiveiden mukaisesti”. Kokonais-toimitusten lisäksi toisessa ääripäässä kohdeyritys saattaa tehdä vain yhden työvaiheen alihankintana asiakkaalleen, mikäli asiakas näin toivoo.

Eriteltyinä arvolupauksen nähdään perustuvan luottamukseen asiakkaan kanssa. Haastateltavien mukaan kohdeyritys pyrkii rakentamaan pitkäaikaisia asiakassuhteita, joissa luottamuksen säilyminen on avainasemassa. Luottamus pohjautuu ensinnäkin rehellisyyteen asiakkaan suuntaan. ”Tehdään mitä luvataan”, lisäsi eräs vastaaja toiseksi luottamuksen osatekijäksi. Tämä tarkoittaa ennen kaikkea sitä, että asiakas saa tilaukset laadullisesti ja toimitusajallisesti sovitun mukaisesti, mutta myös luottamuksen säilyttämistä juoksevien asioiden hoitamisessa. Kääntäen luottamuksen rikkominen ja piittaamattomuus asiakasta kohtaan koetaan negatiivisimpana asiana, jonka asiakassuhteille voi tehdä.

Luottamus ja pitkäaikaiset asiakassuhteet johtavat tiiviiseen yhteistoimintaan avainasiakkaiden kanssa. Vastaajien mielestä molemminpuolinen läpinäkyvyys on tärkeää, jotta toimintaa voidaan pitkällä aikavälillä kehittää siten, että koko toimitusketju hyötyy. Erään vastaajan mukaan tällainen yhteistoiminta johtaa lähes itsestään yhteisiin tuotekehitysprojekteihin asiakkaiden kanssa. Tämän vuoksi kohdeyritys lähtee asiakkaan kanssa kokeilemaan lähtökohtaisesti kaikenlaisia projekteja, jotka sen on teknisesti mahdollista toteuttaa. Yhteinen kehittäminen mielletäänkin asiaksi, jota asiakkaat erityisesti arvostavat.

Usea vastaaja huomautti haastatteluissa, että olemassa olevien asiakkuuksien suhteen saa tehdä laadullisia ja toimitusajallisia virheitä. Tällöin on kuitenkin olennaista, että asiakkaalle viestitään asiasta ajoissa sekä rehellisesti ja että virheet korjataan välittömästi, ”mieluiten reilulla kädellä”. Etenkin toimitusajan pienen ylittämisen suhteen asiakkaat saattavat olla ymmärtäväisiä, mikäli tämä takaa sen, että laatuvaatimukseen varmasti päästään. Sen sijaan asiakkaat eivät ole tyytyväisiä, mikäli ”peitellään jälkiä, korjailaan ja selitellään”. Useat vastaajat yhdistivät tämän kaltaisen toiminnan luottamuksen rikkomiseen.

### 4.1.3 Vaatimukset tuotannolle

Haastateltavat ovat melko yhtä mieltä siitä, että kohdeyrityksen tuotannon tärkein tehtävä on toteuttaa asiat sovitusti. Tämä tarkoittaa laadullisten kriteereiden täyttämistä ja tuotteiden valmistumista ajallaan. Pahimpana asiana, mikä tuotannossa voisi mennä huonosti,

nähdään työn tekeminen huolimattomasti ja virheiden peittely: ”Samat asiat koskevat tuotantoa kuin koko yritystä. Luottamus täytyy siis pysyä myös tuotantoon ja sen rikkominen olisi pahin asia, mitä voisi tapahtua.“ Myös töiden sujuva virtaaminen mainittiin haastatteluissa tuotannon tärkeänä tehtävänä. Eräs vastaaja nosti lisäksi esiin töiden järjestämisen henkilöstölle siten, että työnteko on mielekästä, jotta osaava henkilöstö pysyy kohdeyrityksessä.

Vastaajilla on eriäviä näkemyksiä tuotannon suorituskyvylle asetetuista vaatimuksista. Kaikki kuitenkin mainitsivat haastatteluissa 95 % toimitusvarmuuden. Lisäksi osa vastaajista nosti esiin laadullisia mittareita, kuten poikkeamien ja reklamaatioiden määrän, mutta eivät asettaneet näille tavoitearvoja. Yksi haastateltava totesi reklamaatiotavoitteen olevan nolla. Eräs vastaaja kertoi jokaisen osaston tavoitteena olevan 95 % toimitusvarmuus ja sen, että todelliset työtunnit alittavat suunnitellut ajat. Joustavuuden suhteen ei haastatteluissa mainittu erityisiä suorituskykyvaatimuksia.

Vastaajat ovat yksimielisiä siitä, että suunnitelmissa ei ole uudentyyppisten tuotteiden tuotannon aloittaminen. Toisin sanoen kohdeyritys pyrkii etsimään nykyiseen tuotantoon sopivia asiakkaita ja tuotteita, eikä investoimaan kokonaan uusiin resursseihin. Siksi tässä työssä voidaan olettaa, että kohdesegmentit ja täten myös asiakastarpeet pysyvät samana lähitulevaisuudessa. Tarpeiden lisäksi resurssien oletetaan pysyvän samana. Tuotannon-suunnittelun ja -ohjauksen tavoitetilan analysoinnissa riittää täten nykytilan toimivuuden arviointi.

Haastateltavilla on pääosin yhteinen kanta siihen, millaiset tuotteet sopivat tällä hetkellä parhaiten kohdeyrityksen tuotantoon. Tällaisia ovat sellaiset keskiraskaat tuotteet kuten vaihdekotelot, joiden valmistamisessa yrityksellä on pitkät perinteet. ”Niissä on prosessi hioutunut ajan saatossa niin sujuvaksi, että kaikki menee automaattisesti tilauksesta toimitukseen“, kertoi eräs vastaaja näkemyksensä asiasta. Kaikki keskiraskaat tuotteet eivät kuitenkaan mene ilman ongelmia tuotannon läpi, sillä alihankintaa sisältävissä tuotteissa koetaan ajoittain olevan haasteita toimittajien hallinnassa.

Vastaajien mielestä erään pääasiakkaan pienehköt tuotteet menevät tuotantoprosessin läpi suunnittelun ja ohjauksen kannalta parhaiten. Nämä muodostavat tuotannosta rivimäärällisesti suurehkon osan, mutta ”harvemmin kuulee oikeastaan mitään ongelmia näiden läpimenossa“. Toisin sanoen nämä tuotteet saadaan toimitettua ajoissa eikä niissä ole laadullisia ongelmia. Sen sijaan suuremmissa tuotteissa ongelmaksi muodostuu haastateltavien näkemyksen mukaan se, että mitä useampi työvaihe työhön kuuluu, sitä enemmän suunnitelmallisuutta vaaditaan tuotannolta. Tämä nähdään yleisesti haasteena tuotannon osalta: mitä enemmän työvaiheita ja alihankintaa työt sisältävät, sitä enemmän koetaan, että tuotantoprosessin läpimenon suunnittelussa ja ohjauksessa on puutteita. Osa näistä töistä on sellaisia, joiden mielletään sopivan kohdeyrityksen henkilöstölle ja koneille erittäin hyvin. Tämän johdosta pelkona on, että ongelmat läpimenossa saavat asiakkaan harmitsemaan toimittajan vaihtoa.



Haastateltavien mielestä omiin tuotannon tavoitteisiin pääsemällä tyydytetään myös asiakkaiden suorituskykyvaatimukset. Useimpien haastateltavien mukaan laadun suhteen asiakasvaatimukset tällöin ylitetään, mutta toimitusvarmuuden suhteen ollaan asiakkaiden vaatimusten alarajalla. ”Parempi olisi suoriutua vielä vähän tätä paremmin“, kommentoi eräs vastaaja tuotannon 95 % toimitusvarmuustavoitetta. Koska kustannusten ja joustavuuden osalta ei määritetty täsmällisiä suorituskykyvaatimuksia, vastaajat tyytyivät haastatteluissa vain karkealla tasolla arvioimaan, että omiin tavoitteisiin pääseminen riittää myös asiakkaiden tarpeiden tyydyttämiseen.

Kaikkien vastaajien näkemyksen mukaan toimitusvarmuus on lyhyellä aikavälillä tärkein tuotannon kehittämisen kohde, jotta asiakkaiden tarpeet saadaan tyydytettyä. Lisäksi haastatteluissa mainittiin toimitusnopeuden ja kustannustehokkuuden parantaminen. Toimitusvarmuuden kehittäminen koetaan mahdollisena muiden suorituskyvyn osa-alueiden kärsimättä. Vastaajat ovat yksimielisiä, että kaikkien asiakkaiden suorituskykyvaatimukset on mahdollista täyttää samanaikaisesti osan asiakkaista kärsimättä. Yksi vastaaja ilmaisi kuitenkin huolensa, että ”suurimpien kuormituspiikkien” aikaan voidaan joutua priorisoimaan joitakin asiakkaita toisten edelle. Hän kuitenkin lisäsi, että tällainen tilanne ei tapahdu usein, jos työkuorman hallintaa saadaan kehitettyä.

#### **4.1.4 Yhteenveto**

Haastatteluiden perusteella kohdeyrityksen asiakaskunnalla on yhdenmukaiset vaatimukset kohdeyrityksen suoriutumiseksi. Lisäksi vastaajat kokevat, että tuotannon suorituskyvyllä asetettuihin tavoitteisiin pääsemällä myös asiakkaat pysyvät tyytyväisinä. Tärkeimpänä tuotannon suorituskyvyn kehityskohteenä mielletään lyhyellä aikavälillä toimitusvarmuuden parantaminen ja pitkällä aikavälillä toimitusnopeuden ja kustannustehokkuuden kehittäminen. Toisin sanoen toimitusvarmuuden parantaminen on vastaajien mielestä kriittisin kehityskohde tällä hetkellä.

Kohdeyrityksen toimitusvarmuustavoite on jokaisen asiakkuuden, tuotteen ja oman tuotannon osalta 95 %. Vaikka erään avainasiakkuuden suhteen voidaan tästä joustaa hieman enemmän kuin toisen, on tavoite lähtökohtaisesti sama, joten se asetetaan tämän tutkimuksen kehitystoimenpiteiden osalta tavoitearvoksi. 95 % koetaan vähimmäistavoitteena, joka on sallittua ylittää. Nykyinen laatu koetaan riittäväksi, joten sen osalta tässä työssä riittää, että kehitystoimenpiteet eivät heikennä nykyistä laatua. Toimitusnopeus ja kustannustehokkuus nähdään pitkän aikavälin kehityskohteina, joten laadun ohella tässä tutkimuksessa tavoitteena on olla heikentämättä niitä. Toimitusnopeuden osalta tämä tapahtuu kuitenkin automaattisesti, jos toimitusvarmuus paranee, joten sitä ei tarvitse erikseen käsitellä. Joustavuuden suhteen haastatteluissa ei mainittu mitään tavoitteesta tai nykyisestä tilasta, joten sen analysointi rajataan myöskin tämän työn ulkopuolelle. Siten tutkimuskysymys kaksi voidaan tarkentaa seuraavaan muotoon:

*Miten tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta voidaan kohdeyrityksessä kehittää kustannustehokkuuden ja laadun kärsimättä siten, että toimitusvarmuudeksi saadaan vähintään 95 %?*

Haastateltavien mielestä asiakkaiden suorituskykyvaatimukset eivät eroa merkittävästi toisistaan, kuten eivät myöskään vaatimukset asiakkuuksien sisällä eri tuoteryhmien välillä. Tästä syystä koko tilauskanta voidaan käsitellä kehittämisen tavoitteiden osalta yhtenä joukkona ilman tarvetta asettaa omia tavoitteita eri kohdesegmenteille. Tutkimuskysymys kaksi koskee sellaisenaan siis koko kohdeyrityksen tuotantoa.

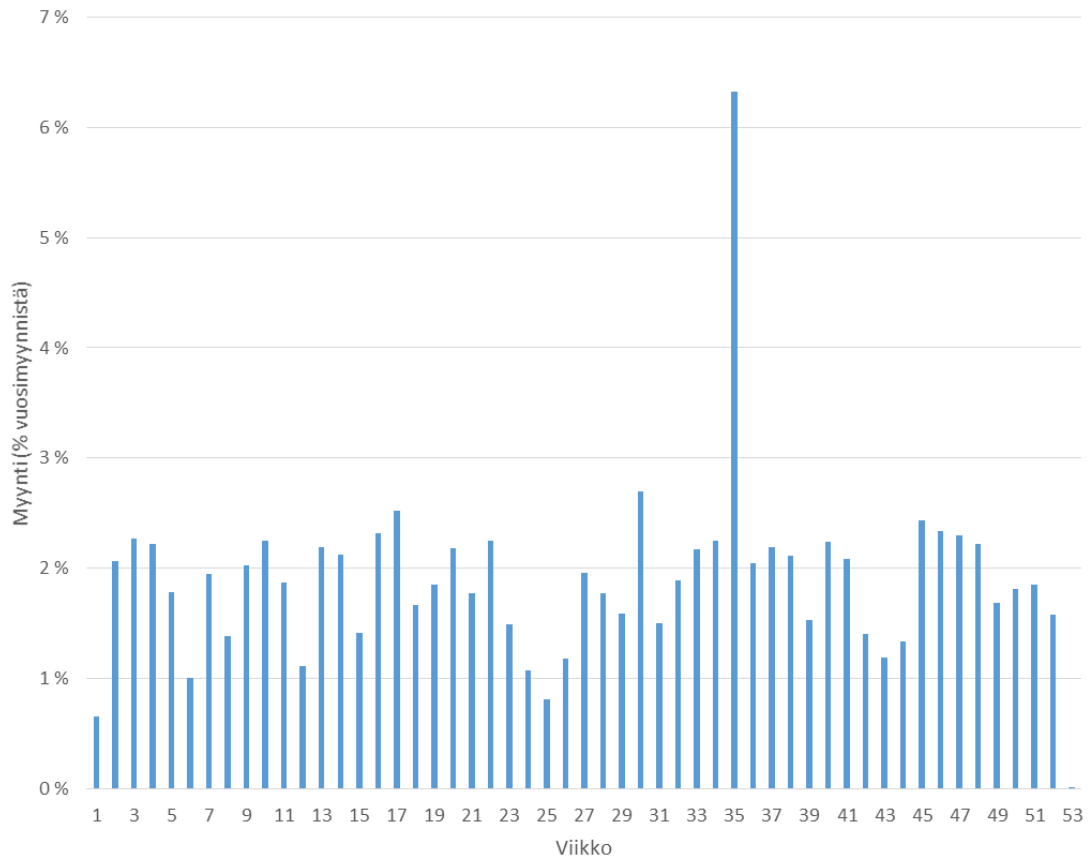
## **4.2 Dokumenttipohjainen analyysi**

Tässä aluvuossa käydään läpi kohdeyrityksen markkinoiden, tuotannon sekä tuotannonsuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän ominaispiirteet. Osio pohjautuu kohdeyrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä saatavaan primääridataan, jota täydennetään sekundääridatalähteillä. Jokaisen osion aluksi esitellään osion sisältö sekä annetaan yleiskuva aiheesta kohdeyrityksen koko tuotannon osalta. Tämän jälkeen tuotanto jaotellaan osion sisällölle sopivan perusteen mukaisesti pienempiin osiin, joita analysoidaan erikseen. Lopuksi tuotannon nykyistä suorituskykyä arvioidaan tutkimuskysymyksessä kaksi rajattuja tavoitteita vasten. Yhteenvedossa markkinoiden, tuotannon sekä tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen tulokset kootaan yhteen.

### **4.2.1 Markkinoiden ominaispiirteet**

Kohdeyritys toimii raskaan konepajateollisuuden markkinoilla eli B2B-ympäristössä. Koska kohdeyritys toimii alihankkijana, ovat monet asiakkaille toimitettavat tuotteet vielä keskeneräisiä ja asiakkaat valmistavat ne itse loppuun. Tästä syystä myös tuotteiden valmiusaste toimitettaessa vaihtelee, mikä tarkoittaa, että osaan tuotteista saatetaan tehdä vain yksi työvaihe, mutta osa loppuun asti hydrauliiikan ja moottorin asentamista myöten. Haluttu valmiusaste on kuitenkin tiedossa tilauksen saapuessa.

Tuotteista osa on standardi- ja osa räätälöityjä tuotteita. Tuotevalikoima on hyvin laaja ja suurin osa tuotteista on matalavolyymisiä. Yli kaksi kolmasosaa tuotteista tilattiin vain kerran vuodessa. Osalla tuotteista on kuitenkin keskisuuri volyyymi, sillä niitä valmistetaan satoja kappaleita vuodessa. Sekä kokonaisvolyyymi että volyyymi suurimmassa osassa tuotteita vaihtelee paljon. Eräässä tuoteryhmässä tuotevalikoima on lukittu ja kokonaisvolyyymi vuositasolla on tiedossa, mutta volyyymi vaihtelee tuotevalikoiman sisällä. Tarkasteluajanjakson kokonaisymyynnin jakautuminen viikkotasolla on esitetty alla olevassa kuvassa.



**Kuva 7.** Kohdeyrityksen kokonaiskysyntä on satunnaista.

Kuten kuvasta nähdään, viikoittainen kysyntä vaihtelee läpi vuoden, eikä selkeää kausivaihtelua ole havaittavissa. Muutaman isomman tilauksen toimitus aiheuttaa kysyntäpiikin viikolle 35.

Tuotteiden tuoterakenteen syvyys ja laajuus vaihtelevat paljon. Toimitettavaan tuotteeseen kohdistuvien osien määrä liikkuu yhden ja useamman sadan välillä sekä vastaavasti tuoterakenteen syvyys yhdestä useampaan tasoon. Monet tuotteet ovat revisioituja, joten asiakkaan päivittäessä tuotetta muutos saattaa vaikuttaa myös kohdeyrityksen tuotantoon. Revision lisäksi tuotteesta kohdeyrityksessä valmistettava osuus saattaa kasvaa tai pienentyä ajan myötä.

Tuotteiden tuoterakenne, koko ja työstön määrä eroavat huomattavasti eri tuotteiden välillä, joten myös asiakkaiden toivotat toimitusajat eroavat ollen yhdestä päivästä yhdeksään kuukauteen. Standardituotteilla vaikuttaa olevan standarditoimitusaika, josta saataan poiketa asiakkaan toiveista riippuen. Asiakkaiden toiveiden asettamat vaatimukset kohdeyrityksen tuotannon suhteen käsiteltiin tarkemmin haastattelujen tulosten läpikäynnin yhteydessä.

Kysynnän ominaispiirteisiin pohjautuen kohdeyrityksen markkinat voidaan erotella kahteen ryhmään, jotka jakavat samankaltaiset ominaisuudet. Ryhmät on esitetty alla olevassa taulukossa.

*Taulukko 3. Kohdeyrityksellä on sekä tasaista että satunnaista kysyntää.*

<b>Muuttujat</b>	<b>Satunnainen kysyntä</b>	<b>Tasainen kysyntä</b>
<b>Tuotevalikoiman laajuus</b>	Laaja	Kapea
<b>Yksittäisten tuotteiden kokonaisvolyymi</b>	Matala/keskikorkea	Matala
<b>Kokonaisvolyymien vaihtelu</b>	Korkea	Matala
<b>Vaihtelu tuotevalikoiman sisällä</b>	Korkea	Matala
<b>Toimitusnopeus</b>	Lyhyestä pitkään	Pitkä

Kuten taulukosta nähdään, kohdeyrityksellä on sekä tasaista että satunnaista kysyntää. Suurin osa kysynnästä on satunnaista, sillä tähän ryhmään kuuluvat tuotteet muodostavat noin 65 % kohdeyrityksen myynnistä. Kyseisessä ryhmässä asiakkaat tilaavat pieniä tai keskisuuria määriä tuotteita, joita kohdeyritys joko on tai ei ole valmistanut aiemmin. Tuotevalikoima on laaja, sillä 71 % kaikista tuotteista tilataan vain kerran vuodessa ja 63 % tilauksista tilausmäärä on yksi tai kaksi kappaletta. Tuotteiden kokonaistilausmäärät vuodessa vaihtelevat yhden ja 880 kappaleen välillä. Toimitusajat ovat yhdestä päivästä useaan kuukauteen, joista rivimäärällisesti toistuvimmat ovat kaksi ja kolme viikkoa. Kaksi kolmasosaa tuotteista toimitetaan kuukauden sisällä tilauksesta. Tilausten arvo poikkeaa huomattavasti toisistaan, mikä saattaa aiheuttaa piikkejä toimituksiin, kuten kuvan 7 viikolla 35.

Kohdeyrityksen datasta saadaan selville tilauksen lisäämispäivä järjestelmään sekä asiakkaan toivoma toimituspäivämäärä, joiden yhdistelmästä voidaan laskea tilausajan pituus. Suurimmalla osalla useaan kertaan vuodessa tilattavilla tuotteilla on useampi kuin yksi tilausaika. Erot tilausajoissa saattavat johtua asiakkaiden toiveista, kohdeyrityksen toiveista tai siitä, että tilauksen syöttö järjestelmään on venynyt eri päivälle kuin tilauksen saapuminen. Tilausajoissa on kuitenkin paikoin suurtakin hajontaa: esimerkiksi erästä tuotetta on tilattu 14 eri tilausajalla, joista pienin on 5 päivää ja suurin 44 päivää.

Toinen selkeästi eroteltava ryhmä on tasaisen kysynnän tuotteet, jotka muodostavat loput noin 35 % kohdeyrityksen myynnistä. Näille on tyypillistä, että tuotteita on vain muutama ja niitä toimitetaan pääasiassa yhdestä kahteen viikossa. Kokonaisvolyymi rivimäärällisesti on siten pieni. Yksittäisten tuotteiden osalta lähes koko vuoden toimitettavat rivit on syötetty järjestelmään samana päivänä samalla tilausnumerolla, joten kysyntä on tiedossa pitkälle verrattuna ensimmäiseen ryhmään, jossa tilaukset tyypillisesti saapuvat alle kuukauden tilausajalla. Volyymi muuttuikin portaittain: joko yritys saa tai ei saa tuotteita itselleen tehtäväkseen noin vuodeksi ja jos saa, toimitusmäärät saattavat jossain vaiheessa ennalta määritellysti muuttua yhdestä kahteen tuotteeseen viikossa tai toisin päin. Toimitusnopeus on lyhyimmilläänkin pitkä verrattuna kohdeyrityksen muihin tuotteisiin, sillä tilausaika vaihtelee kolmesta kuukaudesta vuoteen.

Tasaisen kysynnän tuotteet toimitetaan asiakkaalle, jonka suhteen haastatteluissa nousi esille, että saman tuotteen eri tilausrivit voidaan poikkeustilanteissa eli laatuun liittyvien haasteiden ilmetessä toimittaa alkuperäisestä eroavassa järjestyksessä. Tällöin alkuperäiset tilausriveille annetut toimitusaikataulut eivät enää päde. Satunnaisen kysynnän tuotteet sen sijaan valmistetaan ja toimitetaan aina yksilöllisesti tietyllä aikataululla. Molempien osalta toimitusvarmuustavoite on kuitenkin sama.

Sekä tasaisen että satunnaisen kysynnän tuotteet ovat asiakkaan näkökulmasta pääasiassa standardituotteita. Ajoittain näistä valmistetaan kuitenkin myös räätälöityjä versioita. Tällaisille on tyypillistä standardimallia pidempi toimitusaika. Tarkasteltavassa datassa räätälöidyt versiot ovat ajoittain eroteltu jollakin kommentilla, kuten ”räätälimalli”, mutta luotettavasti ei voida sanoa, mikä osuus näitä tuotteita on yrityksen myynnistä. Joka tapauksessa puhutaan vuositasolla pienestä määrästä tilausrivejä verrattuna standardiversioihin. Kuten haastatteluosuudessa ilmeni, näiden osalta vaatimukset ovat samat kuin standardituotteilla.

Räätälöityjen versioiden lisäksi kohdeyritys valmistaa ajoittain ensimmäisiä versioita asiakkaidensa uusista tuotteista eli ovat mukana asiakkaiden tuotekehitysprojekteissa. Nämä saattavat annettavan palautteen pohjalta vielä palata asiakkaan tuotekehitykseen tai jatkaa välittömästi tuotantoversiona uusilla tilauksilla. Kokonaisrivimäärä vuositasolla on pieni, joten näiden tärkein rooli lienee asiakassuhteen syventäminen, kuten haastatteluissa mainittiin. Haastattelujen perusteella tuotekehitysprojektien suorituskykyvaatimukset eivät eroa muista tuotteista.

#### **4.2.2 Tuotannon ominaispiirteet**

Kohdeyrityksellä on pääasiassa funktionaalinen eli toiminnoittain ryhmitelty layout. Toimintoja ovat leikkaus, särmäys, koneistus, hitsaus, maalaus ja kokoonpano. Toiminnoissa tapahtuu pääraaka-aineen eli vahvalevyjen työstö. Toimintoja on kahdessa toimipisteessä, joista toisessa on kaikki toiminnot ja toisessa osa toiminnoista eli särmäys, hitsaus ja kokoonpano. Tuotantoerät vaihtelevat varastosta toimituksesta useisiin satoihin kappaleisiin

kerralla. Suurin osa tuotannosta on yksittäistuotantoa ja pienten määrien erätuotantoa. Töihin kohdeyrityksessä käytettävät työtunnit vaihtelevat nollasta muutamiin satoihin, sillä osa töistä tehdään kokonaan alihankintana tai kohdeyrityksen tytäryhtiössä. Myös tehtävien työvaiheiden määrä ja järjestys vaihtelevat töistä riippuen. Huomattavaa on myös, että yksittäiseen työhön saatetaan käyttää enemmän työtunteja kuin toiseen, vaikka toista tehtäisiin kappalemääräisesti paljon enemmän.

Työvaiheiden asetusajoja ei ole tarkasti määritelty. Dokumenteista käy kuitenkin selville, että asetusajat riippuvat toiminnosta: Särmäyksessä työkalujen vaihto voi viedä parikin tuntia, leikkauksessa täytyy vaihtaa levy pöydälle ja maalauksessa asetusajaa tuo värin vaihto. Koneistuksessa asetusajaa vaihtelee. Sen sijaan hitsauksessa ja kokoonpanossa ei tunnusteta olevan merkittäviä asetusajoja.

Jokaisen toiminnon osalta hyödynnetään alihankintaa. Alihankintaa käytetään lisäksi sellaisten resurssien osalta, joita kohdeyritys ei itse omista, kuten sinkityksen osalta. Monimutkaisen työstön lisäksi kohdeyritys tarjoaa jokaisen toiminnon palveluja sellaisenaan alihankintana asiakkaalle, jolloin kohdeyrityksen ei tarvitse huolehtia materiaalien saataavuudesta tai materiaalivirroista toimintojen välillä.

Kohdeyrityksen tuotannon prosessivalintoja ovat

- yksittäistuotanto
- pienten määrien erätuotanto
- toistuva tuotanto.

Tuotantomäärät ovat useimmiten pieniä: yksittäistuotantoa on 42 % ja kahden kappaleen tuotantoa 14 % tilausriveistä. Yksittäistuotannossa tuotantotilaus vastaa käytännössä aina asiakastilausta, sillä tarkasteltavasta datasta ei löydy tapausta, jolloin yksittäinen kappale tehtäisiin varastoon. Pienten määrien erätuotanto sen sijaan voidaan järjestää joko siten, että tuotettava määrä on sama kuin asiakkaan tilaama määrä tai siten, että tuotetta valmistetaan varastoon.

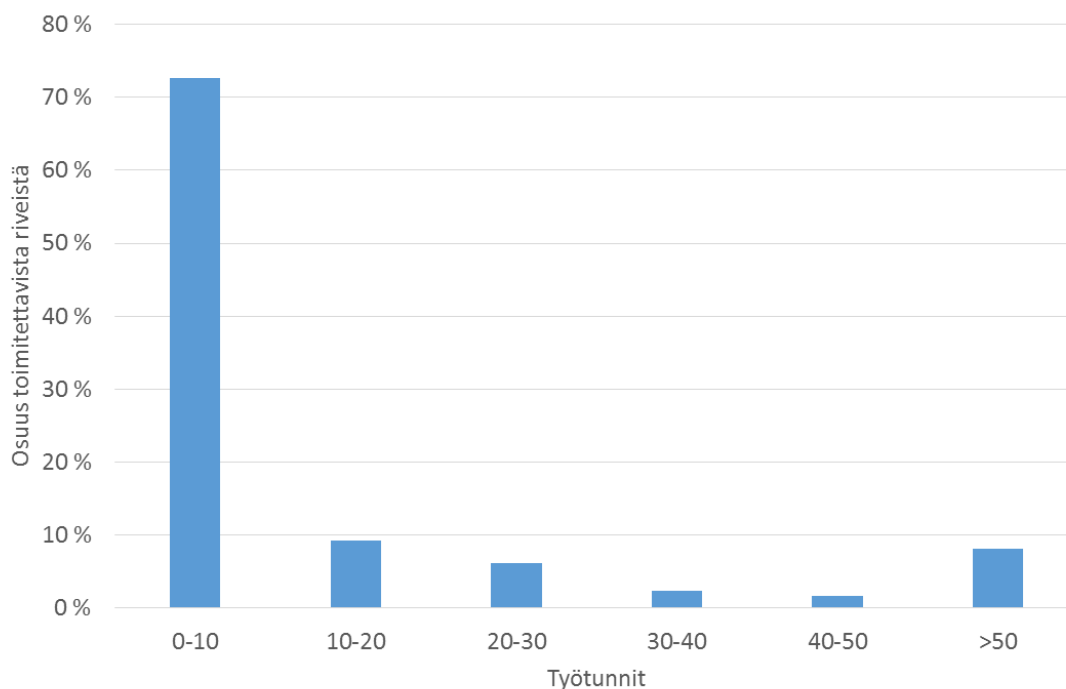
Pääasiassa pienten määrien erätuotanto järjestetään siten, että tuotettava määrä on sama kuin asiakkaan tilaama määrä. Näissä tuotteissa ei siis pidetä lopputuotteita varastossa. Asiakkaan tilausmäärä yksittäiselle tuotteelle saattaa kuitenkin vaihdella eri tilauskerroilla, jolloin myös tuotantoerän koko vaihtelee. Nämä tuotteet valmistetaan alusta kerralla loppuun asti, jolloin myöskään osakokoonpanoja ei pidetä varastossa, vaan tuotteiden valmistuttua ne toimitetaan asiakkaalle.

Toinen merkittävä valinta on tuotteiden tekeminen tilauskokoja suuremmissa erissä, jolloin tuotteita on ainakin ajoittain varastossa. Varsinaisesti tuotannon kannalta tekeminen ei kuitenkaan eroa siitä, jos tehdään tilausmäärää vastaava määrä pienten määrien erätuotantoa, joten eroavaisuuksia käsitellään tarkemmin myöhemmissä osioissa. Huomattavaa on, että varastoon teko ei tarkoita lopputuotteiden tekemistä toimitusvalmiiksi varastoon,

sillä kohdeyrityksessä kappaleet varastoidaan aina maalaamattomana ja kokoonpanemattomana. Selkeyden vuoksi tässä tutkimuksessa näitä kuitenkin kutsutaan varastotuotteiksi, jotta ne kyetään erottamaan muista tuotteista. Tilauskokoja suurempia eriä tuotetaan pääasiassa kahdessa kohdeyrityksen määrittämässä tuoteryhmässä, joista toinen muodostaa vajaat 10 % ja toinen noin 5 % kohdeyrityksen myynnistä. Varastoon tehdään ajoittain myös muita tuotteita, mutta näiden osalta ei voida datasta päätellä, millä perusteella varastoon teosta päätetään.

Kolmantena prosessivalintana voidaan pitää toistuvaa tuotantoa. Tasaisen kysynnän tuotteita voidaan pitää toistuvana tuotantona, sillä niiden tuotantovaiheet toistuvat tasaisesti ajan yli. Lisäksi kohdeyrityksellä on yksi tuoteryhmä, jonka valmistus on tahditettu yhteen tuotteeseen työvuoroa kohden. Tuoteryhmä eroaa tasaisen kysynnän tuotteista, koska tuotteiden kokonaiskysyntä sekä kysynnän jakautuminen tuotevalikoiman sisällä vaihtelevat. Tässä tuoteryhmässä puolivalmisteita tilataan ja tuotetaan erissä varastoon, joten alkutuotantoa voidaan pitää erätuotantona. Kokoonpanovaihe on kuitenkin lähtökohtaisesti tahditettu ja kapasiteettia voidaan muuttaa vaihtamalla yhdestä kahteen vuoroon tai takaisin. Vaikka tuotteita on montaa erilaista, on niissä sama kokoonpanoaika, mikä mahdollistaa yhden yhteisen tahtiajan määrittämisen koko tuoteryhmälle. Tuotteiden tuotanto tapahtuu aina samalla työopisteella ja niitä valmistavat samat henkilöt. Tämä tuoteryhmä vastaa vajaata 10 % yrityksen myynnistä.

Kohdeyrityksen työvoimaintensiivisin toiminto on hitsaus, jossa on noin puolet tuotannon työntekijöistä ja johon siten kohdistuu noin puolet tuotantoerien työtunneista. Leikkauksen, särmäyksen, hitsauksen ja koneistuksen osalta järjestelmässä on data töihin käytetyistä tunneista, mutta maalauksen ja kokoonpanon osalta ei. Olemassa olevan datan pohjalta saadaan kuitenkin käsitys siitä, minkä verran työaikaa tuotantoeriin kohdeyrityksessä kuluu. Tuotantoerien rivimäärä työtuntien funktiona sellaisista töistä, joihin on käytetty työtunteja, on esitetty alla olevassa kuvassa. Kuvaan eivät siis sisälly sellaiset työt, jotka tehdään kokonaan alihankintana tai joihin tehdään työtä, jota ei leimata viivakoodilla kohdeyrityksen toiminnanohjausjärjestelmään.



**Kuva 8.** Kohdeyrityksessä tehdään pieniä töitä, mutta suuritöiset tuotteet erottuvat omana joukkonaan.

Kuvasta voidaan havaita, että yli kaksi kolmesta tuotantoerästä vie maalausta ja kokoonpanoa ottamatta tuotantoaikaa alle kymmenen tuntia, mikä vastaa hieman yli yhtä työvuoroa. Toisaalta lähes kymmenyys töistä vie yli 50 tuntia, joten tuotevalikoima on valmistuksen monimutkaisuuden osalta hajautunut. Kohdeyrityksen omien resurssien osalta suuritöisimmät tuotantoerät vievät satoja tunteja.

Vaikka kohdeyritys tarjoaa monien eri toimintojen palveluja, ei yksittäisessä työssä silti usein ole montaa työvaihetta, mikä osittain johtaa kuvan 7 huomioon alle 10 työtunnin töiden suuresta osuudesta. 45 % töistä sisältävät korkeintaan kolme työvaihetta. Alle kymmenyksessä töistä on yhdeksän työvaihetta tai enemmän, mutta nämä muodostavat yli puolet (51 %) kohdeyrityksen myynnistä. Näiden töiden hallinta on täten liiketoiminnallisesti yhtä oleellista kuin muiden, vaikka niitä ei rivimäärällisesti ole vuositasolla paljoa.

Maalaus on ainoa toiminnoista, joka sisältyy yli puoleen tuotantoeristä (69 %). Leikkausta ja koneistusta on vajaassa puolessa (49 ja 46 %), särmäystä vajaassa kolmanneksessa (29 %) ja hitsausta vain joka neljännessä tuotantoerässä. Hitsauksen työvoimaintensiivisyys tulee kuitenkin esille siinä, että töihin, joissa ei ole hitsausta, käytetään työtunteja keskimäärin 3,2 tuotantoerää kohden, mutta töihin, joissa on hitsausta, keskimäärin 35 tuntia. Hitsaus on siis merkittävin työvaihe kapasiteetin suunnittelun ja ohjauksen kannalta.



### 4.2.3 Tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä

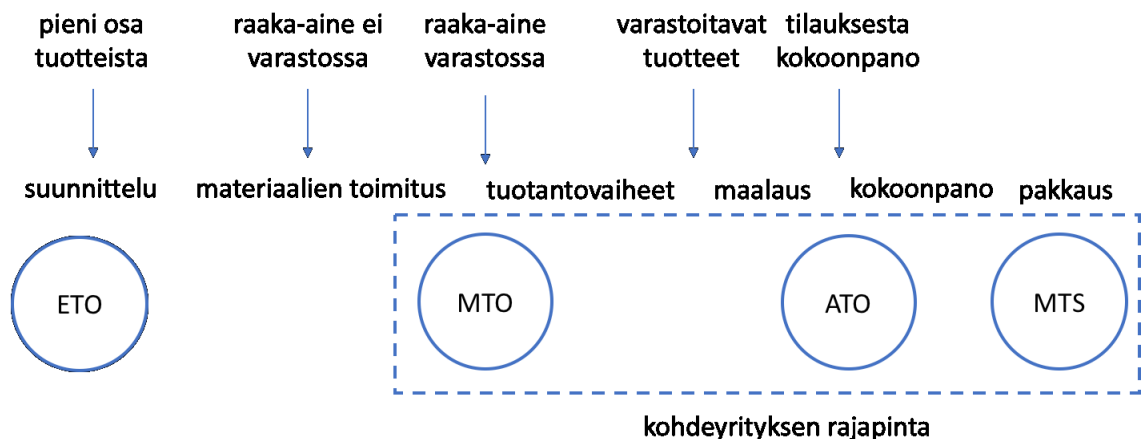
Kohdeyrityksen tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä käydään läpi taso kerrallaan ylhäältä alaspäin eli järjestyksessä myynnin ja tuotannon suunnittelu, karkeasuunnittelu, aikataulutttaminen ja toimeenpano. Jokaisen tason osalta annetaan ensin yleiskuva koko tuotannon osalta. Tämän jälkeen tasojen sisältö linkitetään aiemmin läpikäytyihin kysynnän ja tuotannon ominaispiirteisiin, jotta voidaan nähdä, onko suunnittelu ja ohjaus yhtenäistä erityyppisille tuotteille.

#### Myynnin ja tuotannon suunnittelu

Myynnin ja tuotannon suunnitteluun ei ole kohdeyrityksessä otettu virallisesti kantaa prosessikuvauksissa. Dokumenteista käy kuitenkin ilmi, että suunnittelustrategia on tasaisen ja kysyntää seuraavan tuotannon sekoitus, sillä varastotuotteita pyritään tekemään varastoon alikapasiteettitilanteissa ja toisaalta tekemään vähemmän, kun kysyntä ylittää kapasiteetin. Varastotuotteilla siis tasataan vaihtelua kysynnässä. Muutoin dokumenteissa ei ole mainintaa myynnin ja tuotannon pitkäaikaisesta suunnittelusta. Pitkäaikainen tuotantotason ja myynnin suunnittelu tapahtuu kohdeyrityksessä siten vain epämuodollisilla tavoilla.

#### Karkeasuunnittelu

Kohdeyrityksen asiakastilaukset voidaan jaotella osiin asiakastilauksen kohdentamispisteen mukaan. Jaottelu on esitetty alla olevassa kuvassa.



**Kuva 9.** Kohdeyrityksellä on useita tilauksen kohdentamispisteitä.

Kuvasta voidaan havaita, että varhaisin tilauksen kohdentamispiste yrityksellä on tilauksesta suunnittelu eli ETO. Kyseisiin tuotteisiin on lisätty järjestelmään ylimääräinen tunniste ”suunnittelu”, joten tuotteet voidaan yksiselitteisesti tunnistaa järjestelmästä. Itse suunnittelu toteutetaan ulkopuolisella toimijalla. Suunnittelun jälkeen raaka-aineet tilataan toimittajalta, joiden saavuttua yrityksen suorittama valmistus alkaa. Nämä ovat tar-

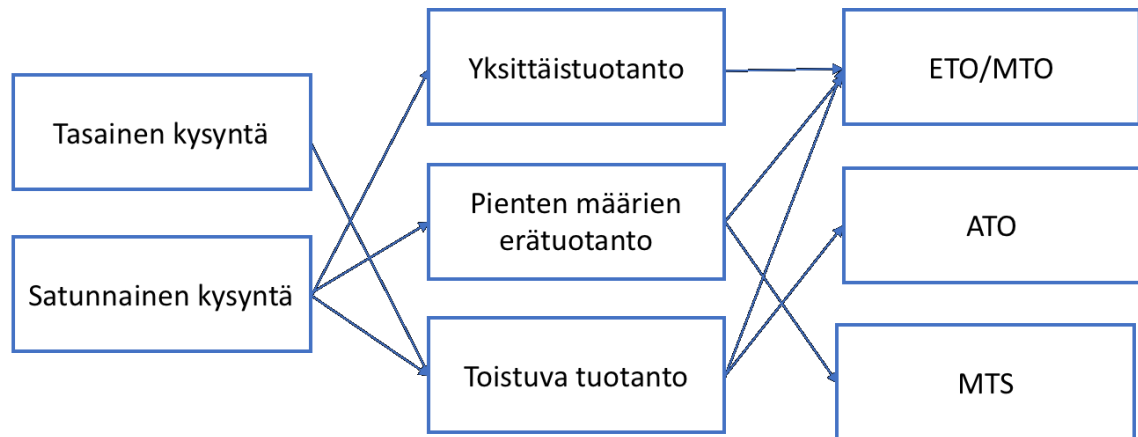
kasteltavassa datassa kaikki satunnaisen kysynnän tuotteita ja ne tuotetaan yksittäin asiakastilauksen mukaisesti. Tällaiset tuotteet muodostavat kuitenkin vain murto-osan yrityksen myynnistä.

Seuraava selkeä tilauksen kohdentamispiste on tilauksesta valmistus eli MTO siten, että tilauksen saavuttua tilataan raaka-aineet. Tähän päädytään yleensä, jos yrityksellä ei ole sopivaa levyä varastossa tai jos materiaali vaatii sellaista työstämistä, joka on järkevää suorittaa levytoimittajalla. Tähän kategoriaan menevät monet satunnaisesti tilattavat standardituotteet ja räätälöidyt tuotteet. Lisäksi tasaisen kysynnän tuotteissa asiakastilaus saapuu ennen kohdeyrityksen omaa tuotantoa, mutta ennen kohdeyritystä tapahtuvan työstämisen tilaamisesta vastaa asiakas.

Seuraava kohdentamispiste on tilauksesta valmistus eli MTO siten, että raaka-aine on valmiina varastossa. Tähän kategoriaan kuuluvat monet yrityksen valmistavat sellaiset tuotteet, joita tilataan useita kertoja vuodessa sekä tuotteet, joissa käytetään usein tarvittavaa levyvahvuutta. Tällöin tuotetaan tilausmäärän verran tuotteita sitä mukaa, kun tilauksia vastaanotetaan. Toisaalta monia tuotteita valmistetaan kerralla tilausmäärää enemmän tuottavuussyistä. Näissä tapauksissa saatetaan esimerkiksi valmistaa kuusi kappaletta, kun kahdesta kappaleesta tulee tilaus. Kyseessä on siis sillä kertaa tilauksesta valmistus, mutta seuraavat kaksi tilauksertaa tuotteet toimitetaan varastosta. Tällä tavalla toimitaan yleensä silloin, kun asiakastilauksen erä koko on vakio ja tiedossa.

Neljäs selkeä tilauksen kohdentamispiste on siten, että tuotantovaiheet ovat maalausta ja kokoonpanoa luukunottamatta valmiita. Selkeyden vuoksi näitä käsitellään tässä työssä termillä varastotuotteet, sillä kohdeyrityksellä ei ole varsinaista valmistuotevarastoa lainkaan. Tämän käytännön vuoksi kohdeyrityksen maalaus ja kokoonpano toimivat aina tilausmäärän mukaan, kun taas muut työvaiheet toimivat tuotantomäärän mukaan. Osa tuotteista valmistetaan valmiiksi tähän vaiheeseen eli tuotantotilaus muodostetaan, vaikka asiakastilausta ei ole vielä olemassa. Osa tuotteista puolestaan valmistetaan asiakastilauksen yhteydessä tilausmäärää suurempi erä, kuten edeltävässä kappaleessa mainitaan, jolloin seuraavat tilaukset toimitetaan varastosta. Kohdeyrityksellä on siis tuotteita, jotka ovat aina varasto-ohjautuvia sekä tuotteita, joita ajoittain valmistetaan tilauksesta ja ajoittain toimitetaan varastosta.

Viides ja viimeinen tilauksen kohdentamispiste kohdeyrityksessä on tilauksesta kokoonpano, jonka yleisesti käytetty lyhenne on ATO. Tällöin komponentteja ja osakokoonpanoja valmistetaan erikseen varastoon, josta niistä koostetaan erilaisia yhdistelmiä lopputuotteita. Osakokoonpanot ovat maalattuja, joten jäljellä on työvaiheista enää loppukokoonpano, pakkaus ja lähetys. Kokonaisuudessaan kohdeyrityksessä käytettävät tuotantomuodot yhdistettynä aiempiin ryhmittelyihin kysynnän ja tuotannon ominaispiirteiden mukaan on esitetty alla olevassa kuvassa.



**Kuva 10.** Kohdeyrityksen tuotanto on pääasiassa tilauksesta valmistusta.

Kuten kuvasta nähdään, pääasiassa yritys valmistaa tuotteet tilauksesta. Ajoittain tähän sisältyy myös suunnittelu sekä materiaalien hankinta. Varsinaisia loppuvarastotuotteita kohdeyrityksessä ei ole, mutta osaa tuotteista valmistetaan maalausta ja pakkausta vaille varastoon jo ennen asiakastilausta, jolloin tuotteisiin sitoutunut jalostusarvo saattaa olla huomattava. Varastoon tuotetaan myös asiakastilausten yhteydessä, jolloin varastotuotteita tehdään osittain myös tilauksesta valmistuksena. Tilauksesta kokoonpanoa kohdeyrityksessä on yhden tuoteryhmän osalta.

Koska tyypillisin tuotantomuoto on tilauksesta valmistus, ei myöskään karkeaa tuotantosuunnitelmaa ole suurimmalle osalle tuotteista olemassa. Tasaisen kysynnän tuotteita kuitenkin seurataan erillisellä Excel-tiedostolla, jossa on olemassa aikataulutusta myös sellaisille tuotteille, joiden valmistus aloitetaan vasta kuukausien päästä. Aikataulutusta tarkastelemalla selviää, että ensimmäisiä työvaiheita tehdään näissä tuotteissa usein kahden kappaleen erissä, mutta lopputuotanto on eriytetty tehtäväksi yksittäin jokaisen työvaiheen osalta. Tuotantosuunnitelmaan on jo aloitettujen tuotteiden osalta merkitty työvaiheiden valmistuminen, joten samaa listaa käytetään karkean tuotantosuunnitelman luomiseen, suunnitelmien tarkentamiseen ja toteutumisen seurantaan. Karkeaa tuotantosuunnitelmaa ei kuitenkaan käytetä kapasiteettitarpeiden karkeasuunnitteluun, sillä suunnitelmaa ei ole yhdistetty toiminnanohjausjärjestelmän tietoihin, vaan kyseessä on erillinen seurantalista.

Ennustetta hyödynnetään tilauksesta kokoonpantavien tuotteiden komponenttien ja osakokoonpanojen saatavuuden varmistamiseksi. Näissä asiakkaalta saatava ennustetieto on viety erilliseen Excel-tiedostoon lopputuotteittain kuukausitasolla. Järjestelmästä on haettu komponenttien lukumäärät samoin lopputuotteittain. Ennuste- ja materiaalitiedot on yhdistetty, jolloin saadaan jokaiselle komponentille ennustettu tarve kuukausitasolla. Tämä tieto jaetaan toimittajille joka kuukausi, jotta he pystyvät varmistamaan tuotteidensa saatavuuden, kun komponentteja myöhemmin tilataan.

Varastoon tehtävissä tuotteissa puolestaan ei ole hyödynnetty ennustetietoa. Ennustettu kysyntä olisi kuitenkin näihinkin saatavilla. Myös moniin aina tilauksesta valmistettaviin

tuotteisiin olisi saatavilla ennustettu kysynnän määrä tuleville noin viidelle kuukaudelle. Tätäkään tietoa ei käytetä tällä hetkellä kapasiteetin eikä materiaalin suunnittelussa, kuten ei myöskään tuotantomuodon valinnassa.

### Aikataulutaminen

Kohdeyrityksessä käytetään ajastettua aikatauluttamista materiaalien suunnittelussa. Toiminnanohjausjärjestelmään syötetään materiaalien ja komponenttien tiedot osatasolla, jolloin tiedossa on kaikkien tarvittavien materiaalien määrät sekä kustannukset. Materiaalitarpeita ei kuitenkaan ajasteta eikä kohdisteta työvaiheille leikattavia osia lukuun ottamatta. Tiedot tallentuvat lopputuotteittain järjestelmään, joten kun tuotteita tehdään useamman kerran, ovat tiedot valmiina järjestelmässä. Tällöin myös läpimenoaika on lyhyempi, sillä esivalmistelun tarvitsema aika lyhenee. Mikäli tiettyä osaa tarvitaan useampaan tilausriviin samalle tai eri tuotteille, järjestelmä osaa yhdistää näiden tiedot ja laskea kokonaistarpeen osalle.

Materiaalien tarve määritetään tuotantotilausten avaamisen yhteydessä. Valitusta tuotantomuodosta riippuu, avataanko tuotantotilaus samaan aikaan asiakastilauksen saapumisen kanssa vai eri aikaan, mikäli tuotetta tehdään varastoon. Myös eräkkö määrittyy tuotantomuodon mukaan. Joillekin varastoon tehtäville lopputuotteille ja komponenteille on määritelty tavoitevarastotaso. Eräkoon perusteella tiedetään materiaalien ja komponenttien todellinen tarve, jolloin näiden saatavuus voidaan tarkistaa järjestelmästä ja tarpeen mukaan tehdä tilaus materiaalin toimittajalle.

Tuotantotilaus avataan kaikille tuotteille paitsi yhdelle tuoteryhmälle. Tämä tuoteryhmä kuuluu varasto-ohjautuvien tuotteiden piiriin ja sitä seurataan erillisen Excel-tiedoston kautta. Excel-tiedostossa näkyvät lopputuotteiden ja materiaalien varastomäärät sekä keskeneräisten tuotteiden määrät eri vaiheissa tuotantoa. Uuden tuotantoerän aloittaminen merkitään tiedostoon kommentilla. Tuotantoerien suuruuksia ei ole kuitenkaan integroitu toiminnanohjausjärjestelmän kautta eikä aina edes määritelty, joten tämä tuoteryhmän osalta ei saada syötettä yksityiskohtaiselle kapasiteetin suunnittelulle samalla tavalla kuin muiden tuotteiden osalta.

Yksityiskohtainen kapasiteetin suunnittelu tapahtuu kohdeyrityksessä lopputuotteen tasolla. Koska yrityksellä ei ole omia tuotteita, kapasiteettitarpeiden syöttö järjestelmään tuotetta kohden tapahtuu vasta, kun tilaus saapuu yritykselle ensimmäisen kerran. Materiaalit saatetaan syöttää järjestelmään tuoterakenteen mukaisesti eri tasoille, mutta työvaiheet syötetään vain päätasolle eli näiden osalta yritys käyttää yksitasoista tuoterakennetta. Kapasiteettitarve voidaan syöttää järjestelmään asetus- ja työstöajan osalta, jolloin tuotantotilauksen eräkkö määrittää kokonaistyöstöajan työvaiheittain. Asetusaikaa ei kuitenkaan kohdeyrityksessä käytetä, joten kapasiteetin tarve on aina yksittäisen kappaleen tarpeen monikerta.

Järjestelmä tukee taaksepäin ajoittamista, sillä työvaiheille voidaan asettaa standardiajat, kuinka monta päivää ennen tuotteen toimitusta tai tuotantotilauksen sulkemista vaiheiden tulee viimeistään olla valmiita. Tällöin seuraavalla kerralla, kun samalle tuotteelle avataan tuotantotilaus, työvaiheille tulee automaattisesti standardiajoitus, jota voidaan tuotantotilaukskohtaisesti muuttaa. Käytettävään järjestelmään voidaan asettaa viimeisen sallitun työstöpäivän lisäksi aloitusaika, mutta tätä ei hyödynnetä. Prosessikaavioista selviää, että viimeisten sallittujen työstöpäivien standardiajat annetaan lähtökohtaisesti joka tuotteelle ja ajoitusta muutetaan tilauskohtaisesti sen perusteella, miten materiaalit ovat saatavilla ja kuinka pitkä aika on tilauksesta toimitukseen. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että standardiaikataulu poikkeaa lyhyimmistä mahdollisista tuotannon läpimenoajasta, sillä työvaiheen läpimenoaika on usein huomattavasti pidempi kuin suunniteltu kapasiteetin tarve – esimerkiksi puolen tunnin työmäärälle on saatettu antaa kolmen päivän tai viikon läpimenoaika kyseisellä työpisteellä. Kohdeyrityksessä siis ilmeisesti pyritään jo tässä vaiheessa ohjaamaan töiden järjestämistä työpisteillä, sillä toiminnot määrittävät töiden suoritusjärjestyksen annettuun viimeiseen sallittuun työstöpäivämäärään perustuen. Tätä käydään tarkemmin läpi toimeenpanoa tarkasteltaessa. Toimintatavan seurauksena todellista tuotannon läpimenoaikaa on haastava selvittää yksityiskohtaisen kapasiteetin suunnittelun perusteella, sillä vaikka suunniteltu kapasiteetin tarve on annettu tunteina, ei järjestelmästä esimerkiksi selviä, pystyykö moni työntekijä työstämään tuotetta samaan aikaan.

Yksityiskohtaista kapasiteetin suunnittelua ei suoriteta kohdeyrityksessä kaikille tuotteille. Varsinkaan suurikokoisille tilauksille ei ole monesti annettu lainkaan kapasiteetin varausta tai ajoitusta, vaikka tuotetta tehtäisiin useamman kerran. Lisäksi, kuten jo aiemmin mainittiin, eräälle tuoteryhmälle ei lainkaan avata tuotantotilauksia järjestelmään. Myöskään korjaustöille ei tehdä kapasiteetin varausta, vaikka näitä on tuotannossa usein. Näiden syiden vuoksi kapasiteetin todellinen tarve ei ole tiedossa toimintojen osalta, kuten ei myöskään tarpeiden ajoitus. Seurauksena järjestelmässä näkyvä kapasiteetin kokonaistarve on useimpien työvaiheiden osalta huomattavasti pienempi kuin käytettävissä oleva kapasiteetti, joka on viikkotasolla syötetty järjestelmään.

### Toimeenpano

Tuotantotilaukset vapautetaan tuotantoon joko tilauksen käsittelijöiden tai tuotannon esivalmistelijoiden toimesta riippuen siitä, tarvitaanko esivalmistelua. Tässä kohtaa työvaiheet on ajastettu vapaaseen kapasiteettiin sekä materiaalien saatavuus varmistettu varastovarauksilla tai ostotilausten tekemisellä. Ostot siis tehdään tavallisesti ennen töiden vapauttamista tuotantoon. Tilauksesta valmistettavat työt vapautetaan tuotantoon mahdollisimman nopeasti tilauksen saapumisen jälkeen riippumatta toimituspäivämäärästä tai työvaiheiden ajoituksesta. Tuotantoon vapauttamisen yhteydessä toimintojen vastuuhenkilöt saavat työmääräimet ja työt siirtyvät yrityksen MES-järjestelmään, jossa töiden etenemistä seurataan asiakkaittain ja työjonoja toiminnoittain.

Lattiataason ohjausmuotona kohdeyrityksessä vaikuttaa olevan MRP-pohjainen ohjaus, koska tuotantotilaukset aikataulutetaan työpisteiden ja toimittajien osalta. Suurimpaan osaan töistä on jokaiselle työvaiheelle aikataulutettavissa annettu päivämäärä, johon mennessä työvaiheen tulee olla omalta osaltaan suoriutunut tuotteen valmistuksesta. Näistä muodostuvia työjonoja seurataan toiminnoittain kohdeyrityksen MES-järjestelmästä. Tasaisen kysynnän tuotteita seurataan pääasiassa erillisistä Excel-tiedostoista kuten myös osaa sellaisista asiakkuuksista, joiden töitä on rivimäärällisesti vähän mutta jotka vaativat paljon työstämistä kohdeyrityksessä ja alihankkijoilla. Näiden tiedot täsmäävät ilmeisesti vielä tuotantotilauksen avaamisen aikana toiminnanohjausjärjestelmän tietojen kanssa, mutta aikataulujen tarkennukset muutetaan Exceliin eikä muutettuja tietoja enää synkronoida toiminnanohjausjärjestelmän kanssa. Jo aiemmin mainittua erästä tuoteryhmää, jolle ei avata tuotantotilauksia toiminnanohjausjärjestelmään, seurataan myös erillisen Excel-tiedoston kautta. Kaikki tuotantotilaukset kuitenkin jossain muodossa aikataulutetaan ja toteutumista seurataan tuotannon aikana, joten kaikki ohjaaminen on MRP- eikä JIT-pohjaista.

Osa työvaiheista reititetään tarkasti jo aikataulutettavissa ja osa puolestaan vasta lattiatasolla. Tämä voi johtua siitä, että joissakin työvaiheissa tuotteita voidaan kuormittaa joustavasti eri koneille, kun taas osassa vaiheista on vain yksi mahdollinen kone, jolla tuote voidaan valmistaa. Esimerkiksi särmäyksessä täytyy olla tietyt työkalut eikä tuotteita voida tehdä toisilla työkaluilla, kun taas koneistuksessa töitä saatetaan tehdä eri koneilla eri kerroilla kuormitustilanteen mukaan. Sen sijaan henkilöitä ei määritetä järjestelmän kautta, vaan työnjohtajat osoittavat henkilöresurssit töille.

Toimintojen vastuulla on omien kuormitusnäkymiensä seuranta sekä töiden järjestäminen siten, että annettuihin toimitusvaatimuksiin päästään. Toiminnot päättävät itsenäisesti, millä tavoilla he hallitsevat kuormaansa. Kuorman vaihtelua pyritään paikkaamaan useilla eri tavoilla. Toiminnosta riippuen usein käytettäviä joustavuuden lähteitä ovat

- työpäivän jatkaminen
- viikonlopputyöt
- alihankinnan hyödyntäminen
- kahteen vuoroon siirtyminen
- monitaitoiset työntekijät
- monikäyttöiset koneet
- toimintojen keskinäinen sopiminen.

Mikäli näilläkään keinoilla ei pysytä toimitusaikataulussa, informoidaan asiakasta muutoksista ja tarvittaessa kirjataan siirtopyyntö järjestelmään. Mikäli on ylimääräistä kapasiteettia, pyritään varastoitavia tuotteita työstämään eteenpäin.

Töiden työstöjärjestys työpisteillä perustuu siis lähtökohtaisesti työjonoon, joka muodostuu työvaiheille annetuista viimeisistä sallituista työstöpäivistä. Tämän lisäksi toimitusaika asiakkaalle sekä toimitusasiakas vaikuttavat töiden priorisointiin. Toiminnot saattavat järjestää töitä myös siten, että asetusajat ovat mahdollisimman pienet. Tällöinkin pyritään kuitenkin pysymään annetussa viimeisessä sallitussa työstöpäivässä.

Työjonot käydään yhteisesti läpi kolmesti viikossa palavereissa. Tällöin toiminnot antavat arvion töiden valmistumispäivämääristä, mikäli ne poikkeavat aikataulutamisvaiheessa annetusta viimeisestä sallitusta työstöpäivästä merkittävästi jompaan suuntaan. Erityisesti viimeisestä sallitusta päivästä jälkeenjääneitä töitä seurataan, sillä tällöin on uhkana, että asiakkaan toimitusvaatimukseen ei päästä. Muutoin varsinkaan pienempien töiden läpimenoon tuotannosta ei aktiivisesti puututa. Toimintojen työjonon lisäksi palavereissa seurataan erityisseurannassa olevia töitä. Töille kirjataan kommentteja, jotka näkyvät jokaisella työpisteellä. Kommentilla voidaan esimerkiksi huomauttaa, jos työ on kiireellinen tai räätälöity versio standardituotteesta.

Tilauksen käsittelijät ja esivalmistelijat tilaavat siis tarvittavat materiaalit ja alihankinnat jo ennen tilausten vapauttamista tuotantoon. Tämän jälkeen toiminnot vastaavat, että materiaalit ovat saatavilla heillä oikeaan aikaan. Mikäli alihankintaa käytetään, alihankintaa edeltävä työvaihe vastaa tuotteen siirtymisestä alihankintaan ja seuraava puolestaan tuotteen palaamisesta alihankinnasta ajoissa takaisin. Mikäli alihankintaa hyödynnetään kapasiteetin turvaamiseksi, huolehtii alihankintaa hyödyntävä toiminto alihankkijan ohjauksesta.

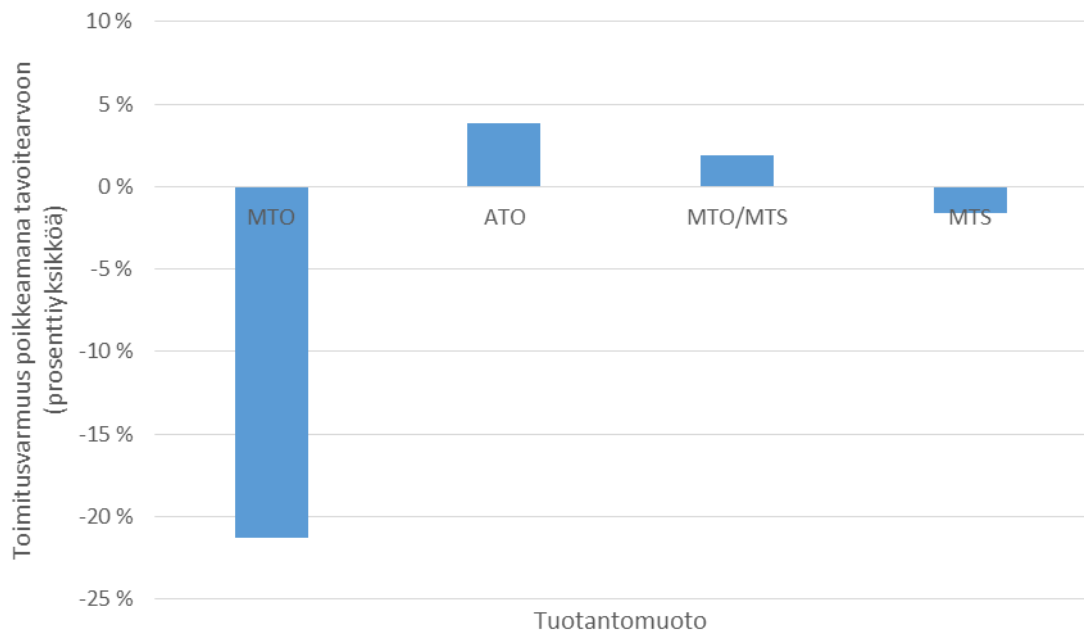
Tuotantotilaukset suljetaan, kun kaikki työvaiheet ovat valmistuneet. Tässä kohtaa asiakkaan tilaama määrä toimitetaan asiakkaalle ja loput siirtyvät varastoon. Kaikki varastotahtumat kirjautuvat suljettaessa tilaus. Tämän jälkeen tarpeen mukaan tarkastellaan toteutuneita kustannuksia verrattuna suunniteltuihin, jotta voidaan arvioida työn läpimenoa ja kannattavuutta.

#### **4.2.4 Tuotannon suorituskyky**

Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen suorituskykyä arvioidaan tutkimuskysymyksen kaksi pohjalta. Tavoitteena on siis, että kehitystoimenpiteillä toimitusvarmuus saadaan 95 % tasolle kustannustehokkuutta ja laatua heikentämättä. Kohdeyrityksen toiminnan-ohjausjärjestelmästä saadaan selville asiakastilauksrivien toimitusvarmuus ja sitä voidaan vertailla erityyppisten tuotteiden välillä.

Koko tarkasteluajanjakson tilauskannan toimitusvarmuus jää kohdeyrityksen asettamasta tavoitteesta 14,6 prosenttiyksikköä. Datasta havaitaan, että tasaisen kysynnän tuotteiden toimitusvarmuus on huomattavasti heikompi kuin satunnaisen kysynnän tuotteiden. Kummatkin kuitenkin jäävät selvästi tavoitearvosta. Tasaisen kysynnän osalta jokaisen

tuotteen toimitusvarmuus on heikompi kuin kohdeyrityksen keskimääräinen toimitusvarmuus. Tarkastelua voidaan jatkaa määrittämällä yrityksen käyttämien eri tuotantomuotojen toimitusvarmuus. Tämä on esitetty alla olevassa kuvassa.

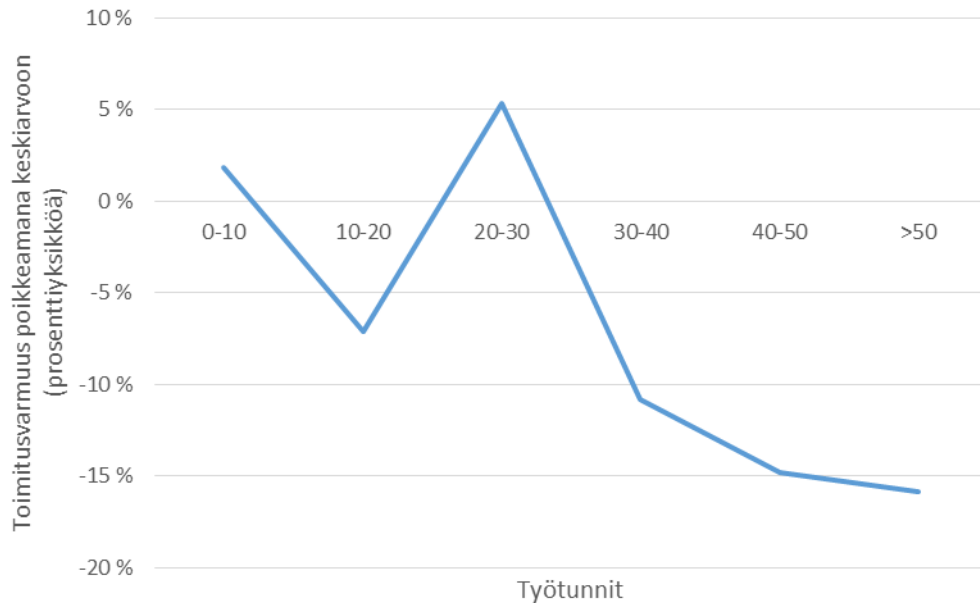


**Kuva 11.** Kohdeyrityksen toimitusvarmuus jää tavoitteesta tilauksesta valmistettavissa tuotteissa.

Kuten kuvasta nähdään, kohdeyrityksen toimitusvarmuus on parhaimmillaan tilauksesta kokoonpantavissa tuotteissa. Lähellä tätä on toimitusvarmuus sellaisissa tuotteissa, joita tuotetaan varastoon säännöllisesti asiakastilausten yhteydessä. Kummassakin näistä toimitusvarmuus ylittää tavoitteet kaikkien asiakkuuksien ja tuoteryhmien osalta. Seuraavaksi paras suorituskyky on varasto-ohjautuvissa tuotteissa. Näissä erikseen Excel-tiedoston kautta seurattava tuoteryhmä erottuu joukosta muita huonommalla toimitusvarmuudella, minkä vuoksi toimitusvarmuus jää hieman tavoitearvon alapuolelle. Kaikki mainitut tuotantomuodot sisältävät varasto-ohjautuvuutta jollain tavalla. Selkeästi heikoin toimitusvarmuus on tilauksesta valmistettavissa tuotteissa. Ongelmakohdat kohdistuvat siten tilauksesta valmistettaviin tuotteisiin ja Excel-tiedoston kautta seurattavaan varasto-ohjautuvaan tuoteryhmään.

Tilauksesta valmistettavissa tuotteissa toimitusvarmuus on heikko satunnaisen kysynnän tuotteissa ja vielä heikompi tasaisen kysynnän tuotteissa. Tilauksesta valmistettavien tuotteiden toimitusvarmuutta voidaan arvioida myös tehtyjen työtuntien funktiona. Kuvassa 11 on esitetty toimitusvarmuus sellaisten tilauksesta valmistettujen tuotteiden suhteen, joille on leimattu työtunteja.





**Kuva 12.** Toimitusvarmuus heikkenee suuritöissä tilauksesta valmistettavissa tuotteissa.

Kuvasta nähdään, että toimitusvarmuus heikkenee, kun työtunteja käytetään töihin enemmän. Pienempiä töitä on lukumäärällisesti enemmän, joten keskimääräistä toimitusvarmuutta suuret työt eivät laske kovin paljoa. Toimitusvarmuuden heikkeneminen suurissa töissä on kuitenkin merkittävä. Lisäksi on huomioitava, että kaikenkokoiset tilauksesta valmistettavat työt jäävät kohdeyrityksen tavoitearvosta vähintään 9 prosenttiyksikköä.

Toimitusvarmuus heikkenee työtuntien lisäksi operaatioiden määrän funktiona sekä tuotteen myyntihinnan funktiona. Lisäksi havaitaan, että työtuntien lisäksi alihankintojen määrä lisääntyy tuotteen myyntihinnan funktiona. Voidaan siis päätellä, että mitä monimutkaisempia työt ovat oman tuotannon ja tarvittavan alihankinnan määrän suhteen, sitä haastavampaa on pysyä toimitusaikataulussa.

Tasaisen kysynnän tuotteet kuuluvat suuritöisiin tilauksesta valmistettaviin tuotteisiin. Lisäksi ne sisältävät runsaasti alihankintaa. Niiden toimitusvarmuus on samaa luokkaa kuin suuritöisten satunnaisen kysynnän tilauksesta valmistettavien tuotteiden. Täten vaikuttaa siltä, että riippumatta, onko kyseessä satunnaisen vai tasaisen kysynnän tuote, tilauksesta valmistettavien tuotteiden osalta

- toimitusvarmuus jää kokonaisuudessaan tavoitearvosta
- toimitusvarmuus heikkenee, kun työtuntien tai alihankinnan määrä lisääntyy.

Toisin sanoen kohdeyritys voi päästä tavoitteeseensa kehittymällä näissä kahdessa osaluokassa sekä Excel-tiedoston kautta seurattavassa tuoteryhmässä ilman, että kehitystoimenpiteet vaikuttavat negatiivisesti muihin tuotteisiin.

#### 4.2.5 Yhteenveto

Kohdeyritys valmistaa raskaan konepajateollisuuden tuotteita asiakkaan tarpeiden mukaan, mutta usein kokonaistoimituksina. Tuotteet ovat pääasiassa standardituotteita, mutta välillä räätälöityjä versioita tai tuotekehitysprojekteja. Kohdeyrityksen kysyntä voidaan jakaa kahteen erityyppiseen osaan: tasaiseen ja satunnaiseen. Tasaisen kysynnän tuotteita on rivimäärällisesti vähän, mutta liikevaihdollisesti reilu kolmannes kohdeyrityksen tuotannosta. Näiden tuotantoprosessia voidaan pitää toistuvana, sillä tuotteita valmistetaan säännöllisesti tyypillisesti yhtä tai kahta kappaletta kerrallaan. Tilauksen kohdistuspiste on tällöin ennen materiaalien saapumista kohdeyritykseen.

Satunnaisen kysynnän tuotteita valmistetaan tuotteen tyypistä riippuen joko yksittäin, pienissä erissä tai toistuvasti. Suurin osa tilausriveistä on tilauksesta valmistusta siten, että tuotettava määrä on yksi tai kaksi kappaletta. Osa tuotteista puolestaan on varasto-ohjautuvia. Tällöin prosessivalintana on pienten määrien erätuotanto. Tällaiset tuotteet voidaan tehdä varastoon ennen asiakastilauksen saapumista tai asiakastilauksen yhteydessä, jolloin tuotettava määrä on suurempi kuin asiakkaan tilausmäärä. Lisäksi kohdeyrityksellä on yksi tilauksesta kokoonpantava tuoteryhmä, jonka kokoonpano on tahditettu yhteen tuotteeseen päivää kohden. Tällöin kyseessä on toistuva tuotanto.

Kohdeyrityksellä ei ole muodollista myynnin ja tuotannon suunnittelun prosessia. Karkeasuunnittelussa tasaisen kysynnän tuotteista on luotu vuodeksi tuotantosuunnitelma, mutta tätä ei ole yhdistetty toiminnanohjausjärjestelmän tietoihin. Ennustetta käytetään tilauksesta kokoonpantavien tuotteiden komponenttien varastosaldojen ohjaamiseen, mutta ei muuhun.

Kohdeyrityksen aikatauluttaminen on ajastettua. Materiaalit syötetään tuoterakenteen mukaan, mutta kapasiteetin varaus on pelkistetty yhdelle rakennetasolle. Kapasiteetin suunnittelua ei suoriteta monille suuritoisille tilauksille lainkaan eikä yhdelle varasto-ohjautuvalle tuoteryhmälle, jota seurataan kokonaan erillisen Excel-tiedoston avulla. Työvaiheet ajoitetaan taaksepäin vapaaseen kapasiteettiin, mutta ajoituksessa jätetään työvaiheille vaihteleva määrä ylimääräistä aikaa.

Toimeenpano on kokonaisuudessaan MRP-pohjaista. Työjonoja ja töiden tilannetta seurataan MES-järjestelmästä sekä erillisistä Excel-tiedostoista. Erikseen seurattavia ovat tasaisen kysynnän tuotteet, toiminnanohjausjärjestelmän ulkopuolella hallittava varasto-ohjautuva tuoteryhmä sekä monet uusien asiakkuuksien työt. Tuotannon tilanne käydään läpi kolme kertaa viikossa palaverissa. Mikäli kuorma vaihtelee paljon, hyödyntävät toiminnot useita joustavuuden lähteitä, kuten alihankintaa tai viikonlopputöitä.

Kohdeyritys pääsee toimitusvarmuustavoitteeseensa tilauksesta kokoonpantavissa tuotteissa sekä sellaisissa tuotteissa, joita tuotetaan ajoittain varastoon asiakastilausten yhtey-

dessä. Puhtaasti varasto-ohjautuvissa tuotteissa yksi tuoteryhmä laskee toimitusvarmuuden tavoitteen alapuolelle. Suurin ongelmakohde ovat tilauksesta valmistettavat tuotteet, jotka jäävät kokonaisuudessaan toimitusvarmuustavoitteen alapuolelle. Tarkempi tarkastelu osoittaa, että toimitusvarmuus heikkenee sitä mukaa, mitä enemmän työtunteja, työvaiheita tai alihankintaa työ sisältää.

## 5. TULOSTEN TULKINTA

### 5.1 Markkinoiden, tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen strateginen yhteensopivuus kohdeyrityksessä

Tässä alaluvussa käsitellään kohdeyrityksen osalta markkinoiden vaikutusta prosessivalintaan, markkinoiden vaikutusta tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen sekä tuotantoprosessin vaikutusta tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen. Jokaisen osa-alueen osalta tuloksia verrataan kirjallisuuteen. Lopuksi tehdään yhteenveto osa-alueiden strategisesta yhteensopivuudesta kohdeyrityksessä.

#### 5.1.1 Markkinoiden vaikutus prosessivalintaan

Kohdeyrityksessä markkinoiden ominaispiirteet vaikuttavat prosessivalintaan pääosin kirjallisuuden ennustamalla tavalla. Koska kysyntä painottuu laajaan tuotevalikoimaan matalan kysynnän tuotteita, on kohdeyrityksellä käytössään toiminnoittain ryhmitelty layout. Tällä tavalla mahdollistetaan monien erilaisten tuotteiden valmistus ja useat eri reititysmahdollisuudet. Toisaalta tämä monimutkaistaa tuotannosuunnittelua ja -ohjausta esimerkiksi solutuotantoon verrattuna. Funktionaalinen layout myös nostaa keskenäisen tuotannon arvoa ja pidentää läpimenoaikoja.

Laaja valikoima matalan volyymin tuotteita ohjaa kohdeyrityksen tekemään yksittäis- ja pienten määrien erätuotantoa. Tämä tukee aiempien tutkimusten havaintoja. Suurinta osaa kohdeyrityksen tuotantoresursseista käytetään siis usean tuotteen valmistamiseen. Tämä koskee myös tuotannon henkilöstöä, sillä suurin osa joka toiminnon henkilöstöstä valmistaa useita erilaisia tuotteita. Haastatteluiden perusteella tällä tavalla ylläpidetään henkilöstön osaamista, jotta kohdeyritys kykenee olemaan mukana haastavissakin projekteissa. Osa tuotannosta on varasto-ohjautuvaa, mutta näitäkin tuotteita valmistetaan pienissä erissä samoja resursseja hyödyntäen.

Kuitenkin osa tuotannosta on toistuvaa tuotantoa: Tilauksesta kokoonpantavien tuotteiden valmistus on tahditettu yhteen tuotteeseen päivässä. Näiden kokoonpano tapahtuu myös aina fyysisesti samassa paikassa tuotantohallia. Tarvittavat komponentit ja työkalut on asetettu tämän työpisteen ympärille ja tuotteita valmistavat pääsääntöisesti samat henkilöt. Kysynnän ja tuotteiden luonne on täten ohjannut tämän tuoteryhmän tuotantoprosessin eroamaan muusta tuotannosta.

Tahditetun tuotannon lisäksi kohdeyrityksellä on tasaisen kysynnän tuotteita, joita valmistetaan toistuvasti ympäri vuoden. Näitä tuotteita valmistavat useat eri henkilöt, jotka toisaalta työstävät myös muita tuotteita. Tasaisen kysynnän tuotteiden valmistamisessa

hyödynnettäviä koneita ja laitteita käytetään muidenkin tuotteiden valmistamisessa. Tasaisten kysynnän tuotteet eivät siten ole vaikuttaneet prosessivalintaan merkittävästi.

Markkinat ovat täten ohjanneet kohdeyrityksen tuotantoprosessin nykyisenlaiseksi, jossa yksi tuoteryhmä eli tilauksesta kokoonpantavat tuotteet eroavat muista tuotteista. Haastatteluiden perusteella kohdeyrityksellä ei ole suunnitelmissa hankkia uusia resursseja tuotantoonsa. Tuotantoprosessin odotetaan siis pysyvän samankaltaisena tulevaisuudessa eli uusien tuotteiden valmistamisessa käytetään nykyisiä koneita ja henkilöstöä.

### **5.1.2 Markkinoiden vaikutus tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen**

Markkinoiden ominaispiirteet vaikuttavat kohdeyrityksen tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen joka tasolla eli myynnin ja tuotannon suunnittelussa, karkeasuunnittelussa, aikatauluttamisessa ja toimeenpanossa. Nämä käydään seuraavaksi läpi yksi taso kerrallaan ylhäältä alaspäin.

Myynnin ja tuotannon suunnitteluun kohdeyrityksessä ei ole muodollista menettelyä, eikä asiasta mainita dokumenteissa. Kuitenkin dokumenteista voidaan päätellä, että pääasiallinen strategia tuotantotason suhteen on tuotantotason määrittäminen kysynnän mukaan. Toisin sanoen yleisin valinta kohdeyrityksessä on tilauksesta valmistus siten, että tuotettava erä koko vastaa asiakastilauksen eräkoko. Lisäksi eri toiminnolla on useita tapoja vastata kuorman vaihteluun. Tältä osin kohdeyrityksen myynnin ja tuotannon suunnittelun valinnat vastaavat kirjallisuuden ehdotusta (Olhager & Selldin 2007a), sillä korkean epävarmuuden ympäristöissä kysyntää vastaava tuotanto ja tilauksesta valmistus kompensoivat epävarmuuden vaikutuksia.

Kuitenkin osa tuotannosta on varasto-ohjautuvaa. Dokumenteista käy ilmi, että tällaisella tuotannolla tasataan myös kysynnän vaihtelua: suuren kuorman aikaan varasto-ohjautuvia tuotteita ei valmisteta, jos se ei ole välttämätöntä, vaan niiden valmistus ajoitetaan matalamman kuorman aikaan. Kirjallisuuden mukaan varasto-ohjautuvia tuotteita valmistetaan usein tasaisten tuotannon strategialla (Olhager & Rudberg 2002). Toisaalta kirjallisuudessa varasto-ohjautuvat tuotteet ovat kapean tuotevalikoiman, mutta korkean volyymin standardoituja tuotteita, kun taas kohdeyrityksessä varasto-ohjautuvat tuotteet koostuvat epämääräisestä ja laajasta joukosta matalan ja keskikorkean volyymin standardoituja tuotteita.

Kirjallisuuden mukaan ainutkertaisten, laajan valikoiman ja matalan volyymin tuotteiden tuotantomuoto on tyypillisesti tilauksesta valmistus ja ohjausmuoto ajastettu aikatauluttaminen työntöohjauksella (Olhager & Rudberg 2002). Kohdeyrityksellä suurin osa kysynnästä on tällaista, vaikkakin tuotteet ovat asiakkaan näkökulmasta standardituotteita. Kohdeyritys ei ole välttämättä niitä kuitenkaan aiemmin valmistanut. Kohdeyritys valmistaa niitä pääasiassa tilauksesta. Lisäksi aikatauluttamista voidaan pitää ajastettuna,

vaikkakin kohdeyritys on pelkistänyt kapasiteetin suunnittelun yhdelle rakennetasolle, minkä ohella useista – varsinkin suuritöisistä – tuotantotilauksista puuttuu kapasiteetin tarvelaskennan tiedot kokonaan. Toimeenpano on näissä tuotteissa ohjattu MRP-pohjaisesti. Suurelta osin kohdeyrityksen markkinoiden ominaispiirteet siis vaikuttavat tuotannon suunnitteluun ja -ohjaukseen teorian ennakoimalla tavalla.

Kirjallisuuden perusteella tilauksesta kokoonpantavien tuotteiden osalta toimitusketju ennen tilauksen kohdentamispistettä on usein varasto-ohjautuvaa, mutta tämän jälkeen tilauksesta valmistusta (Olhager & Rudberg 2002). Myös tämä pätee kohdeyrityksen osalta, sillä tilauksesta kokoonpantavien tuotteiden komponentteja pidetään varastossa ja tilataan ennustepohjaisesti, mutta kokoonpano tehdään tilauksesta yksittäin. Loppukokoonpanot on aikataulutettu toiminnanohjausjärjestelmän kautta ajastetusti samoin kuin valtaosa muista tuotteista. Lisäksi kuormitusilannetta seurataan tuotannon aikana kuten myös työjonoa MES-järjestelmästä, joten ohjaus on MRP-pohjaista.

Edellä mainittujen lisäksi kohdeyrityksellä on laajahko joukko ainakin ajoittain varasto-ohjautuvia tuotteita. Nämä ovat standardituotteita, joilla on matala tai keskikorkea kokonaisvolyymi ja kysynnän vaihtelu on suurta. Kirjallisuudessa varasto-ohjautuvat tuotteet ovat kapean tuotevalikoiman, mutta korkean volyymin tuotteita, joita ohjataan virtautevasti ja JIT-pohjaisesti tai ajastetusti ja MRP-pohjaisesti (Olhager & Rudberg 2002). Vaikuttaa siltä, että kohdeyrityksessä tilauksen kohdentamispiste määrittää, valmistetaanko varasto-ohjautuvat tuotteet ennen asiakastilauksen saapumista varastoon vai asiakastilauksen yhteydessä, jolloin tuotettava erä on asiakkaan tilaamaa erää suurempi. Asiakastilauksen yhteydessä varastoon valmistetaan oletettavasti kustannustehokkuuden vuoksi. Tällaisesta ei ole mainintaa kirjallisuudessa. Varasto-ohjautuvien tuotteiden aikataulutaminen ja toimeenpano on pääasiassa ajastettua ja MRP-pohjaista toiminnanohjausjärjestelmässä, mutta erään tuoteryhmän kohdalla nämä tapahtuvat erillisessä Excel-tiedostossa muuta tuotantoa epämuodollisemmalla tavalla. Kyseessä ei silti ole JIT-pohjainen ohjaus, koska tuotteiden läpimenoaika on pitkä ja tilannetta seurataan aktiivisesti tiedoston avulla.

Kohdeyrityksellä on joukko standardoituja kapean tuotevalikoiman, matalan kokonaisvolyymien ja matalan kysynnän vaihtelun tuotteita, joista tässä työssä käytetään nimitystä tasaisen kysynnän tuotteet. Näitä ei siten voida sijoittaa Berryn ja Hillin (1992) mallissa kummallekään puolelle. Tuotteet kuitenkin valmistetaan yksittäin tilauksesta ja niitä ohjataan ajastetusti MRP-pohjaisesti. Tilaukset saattavat saapua kohdeyritykseen kuukausia ennen tuotannon aloittamista, eikä kohdeyritys itse vastaa raaka-aineiden saapumisesta. Koska tuotannon läpimenoaika vaikuttaa samanpituiselta kuin aika materiaalin saapumisesta asiakkaan toivomaan toimituspäivämäärään, kohdeyrityksellä ei myöskään ole mahdollisuutta muuhun kuin yksittäin valmistukseen tilauksen mukaan.

Kokonaisuudessaan satunnaisen kysynnän tilauksesta valmistettavien ja tilauksesta kokoonpantavien tuotteiden osalta kohdeyrityksen tuotanto on siis yhdenmukainen Berryn

ja Hillin (1992) mallin kanssa. Sen sijaan kohdeyrityksen mallia tuottaa varastoon säännöllisesti asiakastilausten yhteydessä ei ole kyseisessä mallissa. Lisäksi kohdeyrityksen tasaisen kysynnän tuotteet eivät sovi Berryn ja Hillin luokitteluun, sillä ne ovat kapean tuotevalikoiman standardoituja ja matalan vaihtelun tuotteita, mutta volyyymi on matala ja hyvän toimitusvarmuuden saavuttaminen haastavaa.

### **5.1.3 Prosessivalinnan vaikutus tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen**

Kohdeyrityksen tuotanto on järjestetty toiminnoittain eli funktionaaliseen layoutiin. Tämä näkyy myös tuotannosuunnittelussa ja -ohjauksessa, sillä aikataulutamisessa kapasiteetin tarvelaskenta ja työvaiheiden ajoitus on tehty toiminnoittain. Lisäksi toimeenpanossa työjonot on määritetty toiminnoittain. Ajastettu aikataulutaminen työntöohjauksella on myös kirjallisuuden mukaan tyypillistä, kun ohjauspisteitä on useita (Olhager & Rudberg 2002). Kohdeyrityksen tapauksessa ohjauspisteitä ovat siten toiminnot.

Tilauksesta kokoonpantavilla tuotteilla on muusta tuotannosta erillinen tuotantoprosessi. Tämä näkyy myös tuotannosuunnittelussa ja -ohjauksessa, sillä näille tuotteille on asetettu aikataulutamisessa oma kuormitusryhmänsä ja tehty toimeenpanossa erillinen työjono. Lisäksi kirjallisuuden mukaan näiden tuotteiden tilauksen kohdentamispistettä ennen tapahtuva tuotanto on usein varasto-ohjautuvaa (Olhager & Rudberg 2002). Näin on myös kohdeyrityksen suhteen, sillä komponenttien varastotasojä ohjataan ennusteella.

Aikataulutaminen ja toimeenpano tapahtuvat toiminnoittain, mutta osa toiminnoista on eritelty tarkemmin järjestelmässä kuin toiset. Toiminnot on kapasiteetin tarvelaskennassa eritelty siten, että kolme toimintoa on esitetty yhtenä kokonaisuutena, kaksi kahteen osaan jaoteltuna ja yksi työkaluittain siten, että eri vaihtoehtoja on kymmeniä. Lisäksi kuormitusryhmien avulla on edelleen jaoteltu kaksi toimintoa pienempiin osiin. Osa jaotteluista perustuu käytössä oleviin resursseihin kuten siihen, leikataanko osa poltto- vai plasmaleikkauksella. Osa puolestaan perustuu asetusaikoihin, sillä esimerkiksi työkaluittain jaotellun toiminnon eli särmäyksen töistä muodostuu myös työjonot työkaluittain. Kyseisessä toiminnossa tehdään usein monta saman työkalun työtä kerralla asetusaikojen minimoimiseksi.

Asetusaikojen on todettu kirjallisuudessa vaikuttavan tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen siten, että jos asetusaajoilla on merkitystä, käytetään ajastettua aikataulutamista (Olhager & Rudberg 2002). Tämä pitää kohdeyrityksen osalta paikkansa. Ainoastaan tilauksesta kokoonpantavat tuotteet ovat selvästi erottuva joukkonsa, jossa asetusaajoilla ei ole merkitystä. Kirjallisuuden mukaan tällöin mahdollisuus virtautettuun ohjaukseen kasvaa (Olhager & Rudberg 2002). Työt kuitenkin laitetaan järjestelmään samalla tavalla kuin muutkin, joten myös tilauksesta kokoonpantavia tuotteita ohjataan ajastetusti MRP-ohjauksella.

### **5.1.4 Yhteenveto**

Markkinat ovat ohjanneet kohdeyrityksen layoutin funktionaaliseksi. Lisäksi tuotannon pääprosessivalinnat ovat yksittäistuotanto ja pienten määrien erätuotanto. Kuitenkin tilauksesta kokoonpantavien tuotteiden muusta poikkeava luonne on ohjannut niiden tuotantoprosessin laitteiden ja henkilöstön osalta erilliseksi muusta tuotannosta. Valinnat ovat yhteensopivia kirjallisuuden ehdotusten kanssa. Prosessivalintaan ei oleteta tulevan muutoksia lähitulevaisuudessa.

Markkinat vaikuttavat kohdeyrityksen tuotannosuunnitteluun ja -ohjaukseen osittain kirjallisuuden ennustamalla tavalla: Laajan tuotevalikoiman, matalan volyymin ja korkean kysyntävaihtelun tuotteita valmistetaan tilauksesta sekä ohjataan ajastetusti MRP-pohjaisesti. Tilauksesta kokoonpantavia tuotteita ohjataan ennusteperusteisesti ennen asiakastilauksen kohdentamispistettä ja tilauksesta valmistettavien tuotteiden kaltaisesti tämän jälkeen. Sen sijaan varasto-ohjautuvia tuotteita kohdeyritys ei ohjaa kirjallisuuden odottamalla tavalla ennustepohjaisesti.

Toiminnoittain järjestetty layout tarkoittaa, että kohdeyrityksellä on useita ohjauspisteitä tuotannossa. Tämä ohjaa kohdeyrityksen kirjallisuuden ennustamalla tavalla ajastettuun aikatauluttamiseen MRP-pohjaisella ohjauksella. Lisäksi kohdeyrityksellä asetusajoilla on pääasiassa merkitystä, joten mahdollisuudet tuotannon virtauttamiselle ovat ohuet tilauksesta kokoonpantavia tuotteita lukuun ottamatta.

## **5.2 Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen toimivuus ja kehittäminen kohdeyrityksessä**

Tässä alaluvussa arvioidaan aluksi kohdeyrityksen tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen toimivuutta. Tämä tapahtuu vertaamalla tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen organisointia kirjallisuuden ehdotuksiin. Aiemmista haastatteluista koostetuista dokumenteista saadaan selville, mitä ongelmia toimintojen vastuuhenkilöt kokevat nykyisissä toimintatavoissa olevan. Kun nämä yhdistetään aiemmin esitettyihin tuloksiin kohdeyrityksen tuotannon suorituskyvystä, voidaan ehdottaa kehitystoimenpiteitä sekä arvioida toimenpiteiden odotettuja vaikutuksia.

### **5.2.1 Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen toimivuus**

Seuraavaksi käydään läpi suunnittelun ja ohjauksen toimivuutta tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen eri tasoilla. Analyysi perustuu toiminnanohjausjärjestelmästä saadun primääridatan läpikäynnin yhdistämiseen kohdeyrityksen aiempaan omaan selvitykseen tuotannonohjauksen ongelmista.



## Karkeasuunnittelu

Tilauksesta kokoonpantavat tuotteet erottuvat selkeästi omana tuoteryhmänään. Näille tuotteille on selkeästi määritelty ennusteen käyttö ja komponenttien tavoitevarastotasot. Ei ole kuitenkaan selvää, miten osakokoonpanot valmistetaan valmiiksi loppukokoonpanoa varten. On mahdollista, että loppukokoonpanon aikataulusta vastaava henkilö pyytää näiden valmistamista epämuodollisilla tavoilla, sillä näistä ei ole järjestelmässä merkintää.

Kohdeyrityksen dokumenteista ei selviä, mitkä ovat perusteet sille, onko tuotantomuotona tilauksesta valmistus vai varastoon teko. Osaa tuotteita tehdään jatkuvasti samalla logiikalla: Esimerkiksi erästä tuotetta tehdään joka kolmannen asiakastilauksen yhteydessä kolme kappaletta ja kahden seuraavan tilauksen yhteydessä tuotteet toimitetaan varastosta. Samoin sellaisilla tuotteilla, joille avataan aina asiakastilauksesta erillinen tuotantotilaus varastoon tekemiseksi eli jotka ovat puhtaasti varasto-ohjautuvia tuotteita, vaikuttaa olevan sovittu tietty tuotantoerä koko. Osaa tuotteista sen sijaan tuotetaan välillä varastoon asiakastilauksen yhteydessä, mutta eräkoot vaihtelevat. Toiminnanohjausjärjestelmästä käy ilmi, että välillä jotain tuotetta on saatettu tehdä varastoon, seuraavalla kertaa valmistaa asiakastilauksen verran ja vasta kolmannen asiakastilauksen yhteydessä toimittaa varastosta. Lisäksi osaa tuotteista on tehty varastoon, vaikka vuositason kysyntä on huomattavasti pienempää kuin monilla sellaisilla tuotteilla, jotka valmistetaan aina asiakastilauksesta. Joidenkin tuotteiden kysyntä on ainakin toistaiseksi loppunut siten, että tuotteita on jäänyt varastoon.

Toimitusvarmuuden analysoinnissa mainittiin, että eräs varasto-ohjautuva tuoteryhmä, jonka osalta kysyntää ja varastotasoja seurataan erillisen Excel-tiedoston kautta, jää tavoitearvosta. Tuotevalikoima on rajattu ja jokaiselle tuotteelle on asetettu hälytysraja, jonka alle mentäessä varastoa täytetään. Hälytysraja on kuitenkin jokaiselle tuotteelle sama riippumatta tuotteen kysynnästä – vuosittainen kysyntä vaihtelee tuotteesta riippuen yhdestä kappaleesta lähes tuhanteen. Seurauksena on, että osassa tuotteista on jatkuvasti toimitusongelmia, kun taas joissain tuotteissa varaston kiertoaika on hyvin hidas eli vuosia.

Vaikuttaa siis siltä, että kohdeyrityksessä päätökset varastoon teosta perustuvat sekä sovituihin sääntöihin että epämuodollisiin tapoihin. Ilmeisesti päätökset eivät ainakaan kailta osin perustu tuotteiden historialliseen tai ennustettuun kysyntään. On mahdollista, että jotain tuotetta on aiemmin mennyt usein ja sitä on totuttu tekemään asiakastilauksen eräkokoja suuremmissa erissä, mutta ei ole havaittu, että tuotteen kysyntä on hiipunut. Useaan kertaan vuodessa tilattavien tuotteiden valikoima on niin laaja, että muutoksia kysynnässä voi olla haastavaa huomata ilman muodollista menettelytapaa. Toimitussuorituskyky usein menevillä tuotteilla on hyvä, mutta muodollinen menettelytapa antaisi mahdollisuuden valmistuskustannusten alentamiselle, varaston kiertoajan parantamiselle ja ohjauksen yksinkertaistamiselle.

### Aikatauluttaminen ja toimeenpano

Monissa monimutkaisissa tuotteissa on toimitusongelmia. Järjestelmädatasta selviää, että näissä ei usein ole määritetty työvaiheiden kapasiteettitarvetta eikä työvaiheiden ajoitusta. Työvaihetiedot on koottu yhdelle positiolle eli toisin sanoen käytössä on kapasiteetin ohjauksen suhteen yksitasoinen tuoterakenne. Monessa tuotteessa nähdään kuitenkin materiaalitiedoista, että tuoterakenne on monitasoinen. Työvaiheiden leimaustiedoista nähdään, että leimauksia on yhteen työvaiheeseen saatettu tehdä satoja tunteja useiden eri kuukausien aikana siten, että välillä leimauksissa on pitkiä taukoja. Ilmeisesti siis eri aikoina on tehty eri osakokoonpanoja lopputuotteesta. Koska samaa työvaihetta on tehty pitkän aikavälin yli moneen eri kertaan, on työvaihe jätetty aikatauluttamatta järjestelmään, sillä järjestelmässä yhdelle työvaiheelle voidaan asettaa vain yksi viimeinen sallittu työstöpäivä rakennetasoa kohden. Lisäksi jokainen työvaihe voi olla vain yhteen kertaan yhdellä rakennetasolla, eivätkä työvaiheiden aloitusajat ole kohdeyrityksessä käytössä. On mahdollista, että näistä syistä johtuen monimutkaisten töiden suunnittelu ja ohjaus vaikeutuvat, mikä näkyy toimitusvarmuudessa.

Aiempien haastattelujen dokumentoinnista selviää, että lattiatasolla kuorman vaihtelu koetaan suurena. Ennakoinnin puute koetaan suurena ongelmana. Lisäksi mielletään, että töiden aikataulutuksessa on puutteita, sillä välillä aikataulutus on liian tiukka ja välillä siinä on ”runsaasti ilmaa”. Toimistossa sekä lattiatasolla on epäselvää, kuormitetaanko työt rajalliseen vai rajattomaan kapasiteettiin sekä kuka lopullisen aikatauluttamisen tekee. Toiminnot kykenevät arvioimaan omaa kuormaansa noin viikon verran eteenpäin, mutta järjestelmän kautta tämä ei onnistu, sillä monesta työstä puuttuvat suunnitellut työtunnit. Työjonoja ei ole minkään toiminnon osalta määritetty kirjallisesti, sillä se koetaan mahdottomaksi, koska muutoksia tulee niin paljon ja usein. Muutoksia aiheuttavat materiaalien myöhästyminen, toimittajien laatu puutteet, kiiretilaukset sekä muutokset edellisten toimintojen tuotantosuunnitelmissa. Lisäksi kommunikoinnissa nähdään runsaasti parantamisen varaa. Pääasiassa tuotantosuunnitelmat ovat toimintojen työnjohtajien tiedossa yhdeksi päiväksi eteenpäin.

Vaikuttaa siis, että aikatauluttamiseen kuuluvan yksityiskohtaisen kapasiteetin suunnittelun sekä toimeenpanoon kuuluvan töiden ajoituksen roolit ovat kohdeyrityksessä sekaisin ja epäselvät. Työvaiheille annetaan aikataulu ennen kuin tuotantotilaus vapautetaan tuotantoon, mutta tämä tehdään rajattomaan kapasiteettiin. Tässä vaiheessa pyritään kuitenkin jo ottamaan huomioon mahdollinen kapasiteetin riittämättömyys antamalla työvaiheille enemmän aikaa kuin mitä suunniteltujen tuntien perusteella olisi tarpeen. Lattiatasolla näistä aikatauluista muodostuu työjono, jota pyritään noudattamaan, mutta johon ei päästä, koska kuorma vaihtelee paljon. Koska aikatauluihin on jo valmiiksi jätetty ylimääräistä aikaa vaiheille, mutta tähän ei ole selkeitä sääntöjä, koetaan lattiatasolla, että tuotantotilaukset on ajoitettu keskenään ristiriitaisesti ja väärin. Lisäksi puutteet kapasiteetin tarpeen määrittelyssä vaikeuttavat kuormitustilanteen seuranta ja hallintaa.

Töiden ajoituksen lisäksi toimittajien hallinnassa koetaan yleisesti suuria puutteita. Ongelmia on esimerkiksi toimittajien toimituskyvyn ja laadun kanssa. Toisaalta koetaan, että toimittajille ei mene tarpeeksi informaatiota töistä ja niiden aikataulusta. Kohdeyrityksellä on myös vaikeuksia saada töitä lähtemään alihankintaan siten, että alihankkijalle jää riittävästi aikaa osuutensa tekemiseen. Toimittajien hallitsemiseksi koettaisiinkin tarpeelliseksi olevan ”selkeät pelisäännöt”.

## 5.2.2 Kehitystoimenpiteet tavoitteisiin pääsemiseksi

Kohdeyrityksen tavoitteena on päästä 95 % toimitusvarmuuteen kaikkien asiakkaiden ja tuotteiden suhteen laadun tai kustannustehokkuuden kärsimättä. Tällä hetkellä tavoitteeseen päästään kaikkien muiden paitsi tilauksesta valmistettavien tuotteiden ja erillisellä Excel-tiedostolla seurattavan varasto-ohjautuvan tuoteryhmän osalta. Nämä kuitenkin käsittävät suurimman osan kohdeyrityksen tilauksista sekä rivi- että rahamäärällisesti.

Varasto-ohjautuvan tuoteryhmän osalta selvisi, että tuotteita ohjataan kiinteällä hälytysrajalla riippumatta tuotteiden kysynnästä. Tuotteet, joissa on suurempi kysyntä kuin muissa, on enemmän toimitusongelmia. Tämän tuoteryhmän osalta kehitysehdotuksena on siten varastotason määrittäminen historialliseen tai ennustettuun kysyntään pohjautuen.

Tulosten käsittelyssä selvisi, että tilauksesta toimitettavien tuotteiden toimitusvarmuus heikkenee sitä mukaa, mitä suurempi työ on kyseessä työ- tai rahamäärällisesti. Kaikenlaisissa tilauksesta valmistettavissa tuotteissa toimitusvarmuus jää kuitenkin tavoitearvon alle, joten kehitystoimenpiteiden tavoitteeksi voidaan tarkentaa, että laatua ja kustannustehokkuutta heikentämättä kyetään

- parantamaan kaikkien tilauksesta valmistettavien töiden toimitusvarmuutta
- tasaamaan ero erisuuruisten töiden toimitusvarmuuden välillä.

Suoraa yhteyttä ei voida sanoa sille, että muita töitä suosittaisiin tilauksesta valmistettavien töiden kustannuksella. Tilauksesta kokoonpantavien töiden osalta koko tuotantoprosessi eriytyy muusta tuotannosta, joten tämä tuotantomuodon osalta vaikutus voidaan poissulkea. Varasto-ohjautuvien tuotteiden osalta käytetään samoja resursseja kuin tilauksesta valmistettavilla tuotteilla, joten kehitystoimenpiteiden vaikutusten analysoinnissa on syytä ottaa huomioon vaikutus näihin tuotteisiin.

Kuten aiemmissa alaluvuissa käytiin läpi, kirjallisuutta vasten kohdeyrityksen valinnat tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen suhteen vaikuttavat pääosin yhteensopivilta toisiinsa ja markkinoiden ominaispiirteisiin nähden. Kohdeyrityksellä on kuitenkin epämääräisiä ratkaisuja sekä selkeitä puutteita ja eroavaisuuksia kirjallisuuteen nähden tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän rakenteessa. Nämä on koottu alla olevaan taulukkoon. Taulukon asiat käydään ensin läpi yksittäin, minkä jälkeen seuraavassa osiossa arvioidaan niiden yhteisvaikutusta tuotantoon.

**Taulukko 4.** Kohdeyritys voi kehittää toimintaansa tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen joka tasolla.

Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen taso	Kehitystoimenpide
Myynnin ja tuotannon suunnittelu	1. Muodollinen prosessi suunnitteluun
Karkeasuunnittelu	2. Selkeät perusteet varastoon teolle
Aikatauluttaminen	3. Kapasiteetin tarvelaskenta ja työvaiheiden ajoitus joka työhön  4. Suuritoisissa tuotteissa kapasiteetin tarvelaskenta ja ajastus useammalle rakennetasolle
Toimeenpano	5. Selkeät säännöt työjärjestyksen määrittämiselle työpisteillä  6. Selkeät säännöt toimittajien seurantaan ja kommunikointiin

Kuten taulukosta nähdään, myynnin ja tuotannon suunnittelun kehityskohde on luoda muodollinen prosessi. Tällä hetkellä kohdeyrityksessä suunnitellaan tulevia myynnin ja tuotannon tasoja ainoastaan epämuodollisilla tavoilla. Muodollisen prosessin avulla on mahdollista hallita tuotannon ja kysynnän suhdetta pitkällä aikavälillä. Tämä vaikuttaa kaikkien tuotteiden osalta kokonaiskysynnän tasolla, mutta vaikutuksia on haastavaa eritellä tarkemmin. Muodollinen prosessi kuitenkin mahdollistaa esimerkiksi tuotantotason strategian valinnan ja seurannan.

Karkeasuunnittelussa kehityskohteena on selkeä erottelu tilauksesta valmistettavien ja varasto-ohjautuvien tuotteiden välille. Kohdeyrityksen tulisi tarkastella, mitkä ovat sen varastointikustannuksensa ja riski tuotteiden vanhenemiselle verrattuna suurempien tuotantoerien tuomille eduille kustannustehokkuudessa. Lisäksi tuotantoerien optimoimisella on mahdollisuus vähentää vuosittaisten tuotantotilauksien määrää ja ajoittaa tilausten valmistus matalan kuorman aikoihin. Tällöin on mahdollista helpottaa tilauksesta valmistettavien tuotteiden kuorman hallintaa ilman negatiivista vaikutusta laatuun tai kustannustehokkuuteen.

Taulukkoon koostetuista kehityskohteista nähdään, että aikataulutuksen osalta kohdeyrityksen tulisi syöttää kapasiteetin tarvelaskennan vaatimat tiedot jokaiselle tuotantotilaukselle. Kuormitustilanteen seuranta vaatii tiedot kapasiteetista ja kapasiteetin varauksista, joten jos näitä tietoja ei ole saatavilla, on seuranta haastavaa. Excel-tiedoston avulla seurattava tuoteryhmä puuttuu tarvelaskennasta kokonaan, mutta se käyttää samoja resursseja kuin tilauksesta valmistettavat työt, joten myös se tulisi ohjata toiminnanohjausjärjestelmän kautta. Tiedot kapasiteetin varauksista ja työvaiheiden ajastuksesta toisiinsa nähden puuttuvat varsinkin monista suurista töistä. Lisäksi kaikkien tuotteiden osalta kapasiteetin tarvelaskenta on pelkistetty yhdelle rakennetasolle. Näiden syiden vuoksi on perusteltua olettaa, että mitä suuritöisempi työ on kyseessä, sitä haastavampi sitä on järjestelmän nykyisellä käytötavalla ohjata tuotannossa. Ehdotettujen kehitystoimenpiteiden odotetaan tästä syystä sekä tasaavan eroja erisuuruisten töiden toimitusvarmuuksien välillä että mahdollistavan kaikkien tilauksesta valmistettavien töiden toimitusvarmuuden parantamisen. Näillä asioilla ei myöskään oleteta olevan vaikutusta muiden tuotteiden toimitusvarmuudelle eikä negatiivista vaikutusta laatuun tai kustannustehokkuuteen.

Toimeenpanon osalta nähdään usea kehityskohde. Ensinnäkään kohdeyrityksellä ei ole selkeää sääntöä työvaiheiden työjärjestyksen määrittämiselle. Kirjallisuudessa esitetään useita systemaattisia tapoja järjestyksen määrittämiselle. Koska tavoitteena on tasata eroa erisuuruisten töiden toimitusvarmuuksien välillä, olisi perusteltua käyttää jotain sääntöä, joka suosii suuria töitä pieniin nähden. Tällainen on esimerkiksi järjestyksen määrittäminen kriittisen suhteen avulla, jolloin työt suoritetaan siinä järjestyksessä, missä työssä on eniten jäljellä olevaa työtä toimitusaikaan nähden (Vollmann *et al.* 2005, s. 543). Systemaattinen tapa myös mahdollistaisi myöhemmin muutosten vaikutusten arvioinnin, jos järjestyksen määrittelyyn käytettävää perustetta muutetaan. Tämän kehitystoimenpiteen ei odoteta heikentävän laatua tai kustannustehokkuutta. Kohdeyrityksen tulee tarkkailla, että tämä toimenpide ei laske varasto-ohjautuvien tuotteiden toimitusvarmuutta alle tavoitearvon.

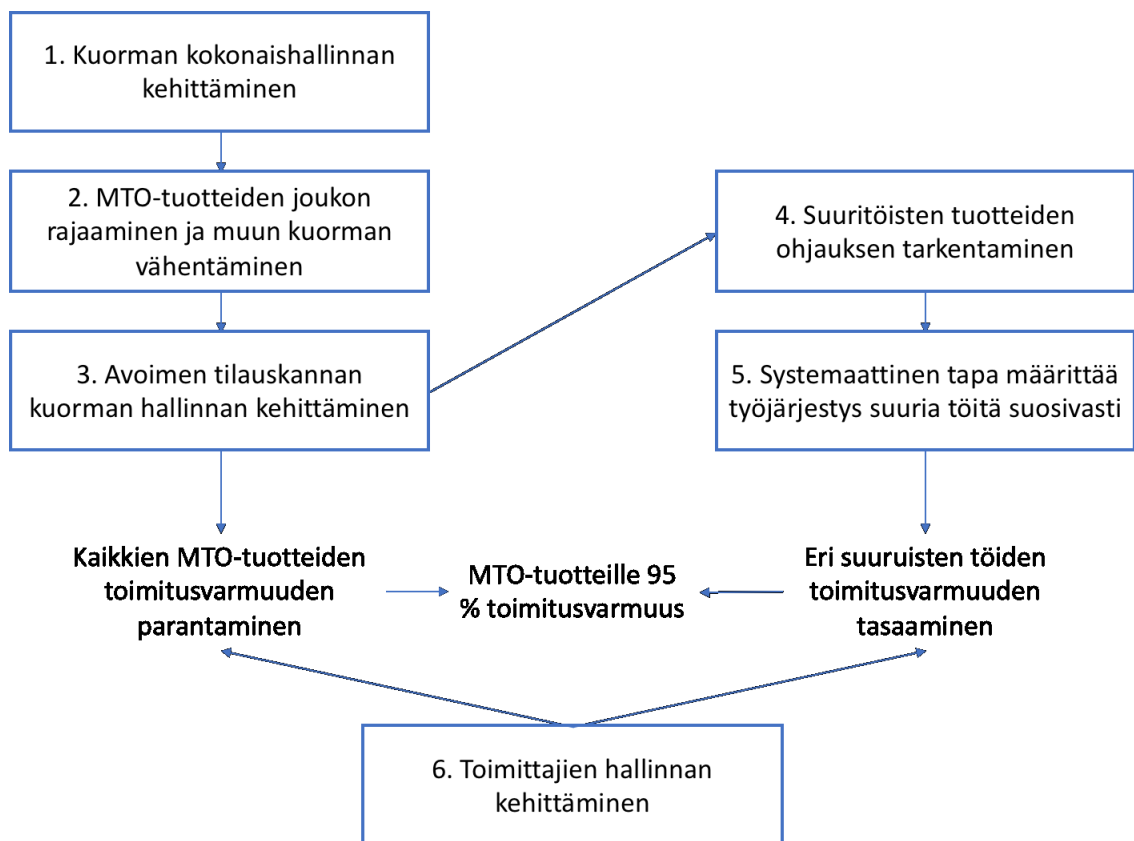
Toinen kehityskohde toimeenpanossa on toimittajien hallinta. Tämän osalta ehdotetaan tulosten perusteella systemaattisuutta seurantaan ja kommunikointiin. Koska alihankintoja sisältävien töiden osuus nousee sitä mukaa, mitä arvokkaampi työ on kyseessä, voidaan olettaa, että kehittyminen toimittajien hallinnassa auttaa kohdeyritystä tasaamaan eroja erisuuruisten töiden toimitusvarmuuden välillä sekä parantamaan kaikkien tilauksesta valmistettavien tuotteiden toimitusvarmuutta. Tämä kehityskohde ei odotusarvoisesti vaikuta negatiivisesti muiden tuotteiden toimitusvarmuuteen, laatuun eikä kustannustehokkuuteen.

### 5.2.3 Kehitystoimenpiteiden vaikutusten arviointi

Varasto-ohjautuvien tuotteiden toimitusvarmuuden saaminen 95 % tasolle edellyttää Excel-tiedostolla ohjattavien tuotteiden toimitusvarmuuden parantamista. Tämä onnistuu

kehittämällä varasto-ohjausta ennustettuun kysyntään perustuvaksi. Tätä kyetään kehittämään ilman vaikutuksia muihin tuotteisiin, joten tässä osioissa keskitytään niiden taulukossa 4 mainittujen toimenpiteiden vaikutusten arviointiin, joilla on tarkoitus saada tilauksesta valmistettaville tuotteille 95 % toimitusvarmuus.

Koska kirjallisuuskatsauksen perusteella tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen prosessi alkaa myynnin ja tuotannon suunnittelun tasolta ja tarkentuu lopulta toimeenpanoon asti, on perusteltua ehdottaa myös kehitystoimenpiteiden suorittamista ja vaikutusten arviointia järjestyksessä ylätasolta alatasolle. Kehitystoimenpiteiden vaikutusten arviointi tilauksesta valmistettavien tuotteiden toimitusvarmuuden saamiseksi tavoitearvon eli 95 % tasolle on esitetty alla olevassa kuvassa. Kuvan numerot viittaavat taulukossa 4 kehitystoimenpiteille annettuun numerojärjestykseen. Numeroa seuraavat tekstit kuvaavat toimenpiteiden vaikutusalueita.



**Kuva 13.** Kehitystoimenpiteet vaikuttavat sekä suoraan osatavoitteisiin että toisiinsa.

Kuten kuvasta voidaan havaita, molempiin osatavoitteisiin kohdistuu useita kehitystoimenpiteitä. Toimenpiteistä osalla on vaikutuksia muidenkin kuin tilauksesta valmistettavien tuotteiden toimitusvarmuuteen, laatuun tai kustannustehokkuuteen. Mikään toimenpiteistä ei kuitenkaan heikennä laatua tai kustannustehokkuutta. Ainoa mahdollisesti toimitusvarmuutta heikentävä toimenpide on viides: mikäli kohdeyritys luo työjonot suuria töitä suosivasti, on mahdollista, että varasto-ohjautuvien tuotteiden toimitusvarmuus

heikkenee, sillä nämä ovat pääsääntöisesti pienitöisiä tuotteita. Kehitystoimenpiteellä kaksi kohdeyritys voi kuitenkin pyrkiä ajoittamaan varasto-ohjautuvien tuotteiden valmistamisen matalan kuorman aikaan sekä kehitystoimenpiteellä kolme hallita avointa tilauskantaa niin, että ylikuormitustilanteisiin kyetään reagoimaan. Näillä keinoilla kohdeyritys voi kompensoida kehitystoimenpiteen viisi heikentävää vaikutusta varasto-ohjautuvien tuotteiden toimitusvarmuuteen.

## 6. YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

### 6.1 Keskustelu

Työn tavoitteeksi asetettiin ymmärtää, mikä on kohdeyrityksen tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen nykytila ja mikä tavoitetila sekä mitkä asiat erottavat kohdeyrityksen tavoitetilasta. Lisäksi tavoitteena on määrittää, miten nykytilasta päästään tavoitetilaan. Tutkimuksen tavoitteeseen päästään tutkimuskysymyksiin vastaamalla. Kysymykseen yksi vastaamalla pyritään ymmärtämään, mistä nykytila muodostuu. Kysymykseen kaksi vastaamalla määritetään tavoitetila, nykytilan erot tavoitetilaan sekä toimenpiteet tavoitetilaan pääsemiseksi. Tutkimuskysymyksiin vastataan seuraavaksi.

*K1: Millainen on markkinoiden, tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen välinen yhteys kohdeyrityksessä?*

Kohdeyritys valmistaa tuotteita lukuisille asiakkaille. Tuotteissa on suurta vaihtelua työstön määrän, tarvittavien työvaiheiden, kappalemäärien, kysynnän vaihtelun sekä toimitusaikojen suhteen, mutta asiakkaiden suorituskykyvaatimukset ovat samat joka asiakkuuden ja tuoteryhmän osalta. Asiakkaat vaativat 95 % toimitusvarmuutta ja hyvää laatua kustannustehokkaasti. Lyhyellä aikajänteellä toimitusvarmuus koetaan tärkeimmäksi kehityskohteeksi kilpailukyvyn kannalta, kun taas pidemmällä aikavälillä toimitusnopeuden ja kustannustehokkuuden kehittäminen.

Kysynnän luonteen vuoksi kohdeyrityksen layout on funktionaalinen. Prosessivalintoja ovat suurimmassa osassa tuotteista yksittäistuotanto tai pienten määrien erätuotanto. Eräässä tilauksesta kokoonpantavassa tuoteryhmässä tuotannon prosessivalinta on eriytynyt muusta tuotannosta, sillä tuotanto on toistuvaa ja tuotantoon käytetään eri resursseja kuin kaikkiin muihin tuotteisiin. Kohdeyrityksen valinnat ovat kirjallisuuden ennustamia, eikä niihin ennusteta tulevan muutoksia lähitulevaisuudessa.

Kohdeyritys valmistaa laajan tuotevalikoiman, matalan volyymin ja korkean kysyntävaihtelun tuotteita kirjallisuuden ennustamalla tavalla tilauksesta sekä ohjaa näitä ajastetusti MRP-pohjaisesti. Lisäksi kohdeyritys ohjaa tilauksesta kokoonpantavia tuotteita ennusteperusteisesti ennen asiakastilauksen kohdentamispistettä ja tilauksesta valmistuksen mukaisesti tämän jälkeen, mikä on yhteensopiva tapa kirjallisuuden kanssa. Varasto-ohjautuvien tuotteiden joukko sen sijaan on kohdeyrityksellä hajanainen eikä näitä pääsääntöisesti ohjata kirjallisuuden ehdottamalla tavalla ennustepohjaisesti.

Kohdeyrityksellä on useita ohjauspisteitä, sillä eri toimintoja ohjataan kokonaisuuksina. Kysynnän luonteen lisäksi tämä ohjaa kohdeyrityksen ohjaamaan tuotantoa ajastetulla aikataulutamisella MRP-pohjaisesti, mikä mukaillee kirjallisuutta. Ohjauspisteiden lisäksi



asetusaikojen merkityksellisyys estää kohdeyritykseltä mahdollisuudet tuotannon virtauttamiseen.

*K2: Miten tuotannosuunnittelua ja -ohjausta voidaan kohdeyrityksessä kehittää kustannustehokkuuden ja laadun kärsimättä siten, että toimitusvarmuudeksi saadaan vähintään 95 %?*

Tutkimuskysymys kaksi tarkennettiin teemahaastattelujen perusteella lopulliseen muotoonsa eli 95 % toimitusvarmuustavoitteeseen kustannustehokkuuden ja laadun kärsimättä. Alkuperäinen muoto oli tätä laveampi ”yrityksen tarpeiden tukeminen”. Tulosten perusteella tavoite voidaan täsmentää seuraavaan muotoon: kohdeyrityksen tulee päästä 95 % toimitusvarmuuteen tilauksesta valmistettavissa tuotteissa siten, että kustannustehokkuus, laatu ja muiden tuotteiden toimitusvarmuus eivät kärsi. Lisäksi erään varasto-ohjattavan tuoteryhmän toimitusvarmuutta tulee nostaa määrittämällä varastotasot kysynnän mukaan.

Kohdeyrityksen tulee tavoitteeseen pääsemiseksi sekä parantaa kaikkien tilauksesta valmistettavien tuotteiden toimitusvarmuutta että tasata erisuuruisten töiden toimitusvarmuutta, sillä suuritöissä tilauksesta valmistettavissa tuotteissa toimitusvarmuus on pienitöisiä tuotteita huonompi. Tähän kohdeyritys voi päästä

1. luomalla muodollisen prosessin myynnin ja tuotannon kokonaissuunnitteluun
2. määrittämällä selkeät perusteet varastoon teolle
3. syöttämällä kapasiteetin tarvelaskennan tiedot jokaiseen tuotantotilaukseen
4. jakamalla suuritöissä tuotteissa kapasiteettitiedot useammalle rakennetasolle
5. määrittämällä työjärjestyksen työpisteillä systemaattisesti suuria töitä suosivasti
6. asettamalla selkeät säännöt toimittajien seurantaan ja kommunikointiin.

Koska tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen prosessi tarkentuu ylätasolta alatasolle, kannattaa kohdeyrityksen suorittaa toimenpiteet luettelon määrittämässä järjestyksessä. Toimenpiteistä ensimmäinen, toinen ja kolmas vaikuttavat kaikkien tilauksesta valmistettavien tuotteiden toimitusvarmuuteen, kun taas neljäs ja viides tasaavat eroja erisuuruisten töiden välillä. Kuudes toimenpide vaikuttaa kumpaankin näistä.

Toimenpiteistä viides saattaa heikentää varasto-ohjautuvien tuotteiden toimitusvarmuutta, mutta kohdeyritys voi kompensoida tätä toimenpiteillä kaksi ja kolme: Toimenpiteellä kaksi kohdeyritys voi määrittää aiempaa tarkemmin varasto-ohjautuvien tuotteiden joukon. Toimenpiteen kolme avulla kohdeyritys voi ajoittaa varasto-ohjautuvien tuotteiden valmistuksen matalan kuorman aikaan.

## 6.2 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen kohdeyritys valmistaa monenlaisia tuotteita moneen tarpeeseen. Vaikka asiakasvaatimukset ovat homogeeniset, tuotteet eroavat toisistaan tavoilla, jotka

vaativat tuotannosuunnittelulta ja -ohjaukselta erilaista ohjausta. Suurimpaan osaan tuotteista hyödynnetään kuitenkin samoja resursseja. Tutkimuksen merkittävin johtopäätös on täten, että monenlaisten tuotteiden valmistaminen asettaa suuren haasteen tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmälle, jotta jokaisen tuotteen osalta asiakasvaatimukseen päästään. Tämä saa tukea kirjallisuudesta, sillä Bozarthin ja Edwardsin (1997) mukaan tuotantostrategian päätöksentekoaalueiden välinen yhteneväisyys ja sitä myöten hyvä tuotannon suorituskyky on helpoin saavuttaa, jos markkinavaatimuksia ja tuotteen ominaisuuksia on rajallinen määrä.

Toisena johtopäätöksenä voidaan sanoa, että vaikka markkinoiden, tuotantoprosessin sekä tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän välinen strateginen yhteensopivuus on tärkeää suorituskyvyn kannalta, on oleellista myös, että itse tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmä on huolellisesti rakennettu. Tämän tutkimuksen tutkimuskysymykseen kaksi vastauksena ehdotetut toimenpiteet painottuvat siihen, että suunnittelun ja ohjauksen prosessi täyttäisi joka tasolla ne tehtävät, mitä tasoille on kirjallisuudessa ehdotettu. Alemmat tasot saavat syötteinä tietoa ylemmiltä, joten strategisen yhteensopivuuden lisäksi on kriittisen tärkeää, että suunnittelun ja ohjauksen prosessi itsessään toimii.

### **6.3 Tieteellinen kontribuutio**

Berryn ja Hillin (1992) viitekehuksesta on käyty kirjallisuudessa runsaasti keskustelua (esimerkiksi Jonsson & Mattsson 2003; Olhager & Rudberg 2002; Olhager & Selldin 2007a, Olhager & Selldin 2007b; Vollmann et al. 2005). Pääosa kirjallisuudesta kuitenkin keskittyy yrityksiin, joilla on omia tuotteita. Tämä tutkimus tukee käytyä keskustelua pk-alihankintayrityksen näkökulmasta.

Aiemmassa kirjallisuudessa on tutkittu aihetta siitä näkökulmasta, että tuotantoyksikön kysyntä voidaan määritellä yhdellä tavalla. Tämän tutkimuksen kohdeyrityksen kysyntä on kuitenkin monimuotoista. Osittain tämän johdosta osa aiemman kirjallisuuden tuloksista pätee kohdeyrityksessä, mutta osa tuloksista on odottamattomia. Siten tämä tutkimus nostaa esiin tutkimusaukon olemassa olevassa kirjallisuudessa koskien pk-yrityksiä, joille monenlaisten tuotteiden tekeminen samoilla resursseilla on tyypillistä.

Lisäksi tutkimus antaa oman osansa aiheesta käytävään keskusteluun alihankintayrityksen näkökulmasta. Koska kohdeyrityksellä ei ole omia tuotteita, on mahdollisuus tuotantotason säätämiseen rajallinen. Kuitenkin kirjallisuuden näkemykset tuotannosuunnittelu- ja -ohjausjärjestelmän rakenteesta sekä tämän yhteydestä prosessivalintaan ja markkinavaatimukseen toimivat ainakin tässä tutkimuksessa myös alihankintaympäristössä.

### **6.4 Onnistumisen arviointi ja rajoitteet**

Tutkimuksen tavoitteisiin päästiin vastaamalla tutkimuskysymyksiin. Tältä osin tutkimusta voidaan pitää onnistuneena. Aiheesta löytyi aiempaa tutkimusta riittävästi. Lisäksi

empiiristä osuutta varten saatiin tarpeeksi aineistoa. Tutkimuksen luotettavuutta lisää se, että dataan oli hyvä pääsy. Tavallisesti esimerkiksi sekundääridatalähteisiin pääsy on rajoitettua (Saunders *et al.* 2009, s. 169). Tässä tutkimuksessa dataan pääsemättömyys ei asettanut rajoitteita.

Tutkimus suoritettiin yhden tapauksen tapaustutkimuksena. Tämän vuoksi tulosten yleistämisessä laajempaan joukkoon on syytä huomioida toimintaympäristön samankaltaisuus tutkittuun tapaukseen. Osa tuloksista tukee aiempaa kirjallisuutta, mutta osa on odottamattomia. Näiden osalta ei voida luotettavasti sanoa, mitkä asiat voisivat olla yleisiä ratkaisuja samankaltaisissa pk-alihankintayrityksissä ja mitkä eivät. Siten tutkimuksen anti aiheesta käytävään keskusteluun jää osin rajalliseksi.

Tutkimusfilosofiana nähtiin kriittinen realismi. Tällöin on hyväksyttävä, että tutkijan näkemys maailmasta vaikuttaa tutkimuksen toteuttamiseen (Saunders *et al.* 2009, s. 119). Menetelmävalinnoilla pyrittiin rajaamaan tämän vaikutus mahdollisimman pieneksi, mutta sitä ei kyetä täysin poistamaan. Tutkimuksen valideetti on kuitenkin hyvä, sillä toiminnanohjausjärjestelmästä saatavan datan perusteella saatiin selkeät tulokset.

## 6.5 Jatkotutkimusehdotukset

Aiemmassa tutkimuksessa on käsitelty Berryn ja Hillin (1992) mallia pääsääntöisesti suurissa, omia tuotteita myyvissä yrityksissä, joiden tuotantoyksiköillä on yksi selkeästi rajattu tehtävä. Näiden asioiden vuoksi tästä tutkimuksesta nousee kaksi jatkotutkimusehdotusta: tutkia ilmiötä laajemmin sekä pk- että alihankintayrityksissä.

Alihankintayrityksissä tuotantotasoa ei välttämättä voida samalla tavalla suunnitella kuin omia tuotteita valmistavissa yrityksissä. Lisäksi raja standardi- ja räätälöityjen tuotteiden välillä hämärtyy, koska alihankintayritykselle myös standardituote saattaa olla ainutkertainen. Näiden asioiden vuoksi tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen prosessi sekä yhteys markkinoihin saattavat poiketa omaa tuotantoa harjoittavilta yrityksiltä. Alihankintayritysten suhteen kaivataan siis lisää tutkimusta.

Pk-yrityksissä puolestaan saattaa olla tyypillistä, että samoilla resursseilla tyydytetään monenlaisia asiakastarpeita. Tällöin tuotteiden ja kysynnän ominaispiirteitä ei voida kategorisoida yhteen lokeroon. Tutkimuksen aiheena voisikin olla, kannattaako tällöin erityyppisiä tuotteita ohjata tuotannossa eri tavalla, vai kannattaako kaikkia ohjata samalla tavalla. Lisäksi voitaisiin tutkia, mikä on tehokkain tapa ohjata tuotantoa, kun asiakastarpeita on montaa erilaista.

## LÄHTEET

- Ahmad, S. & Schroeder, R.G. (2002). Refining the Product-Process Matrix. *International Journal of Operations & Production Management* Vol.22(1), pp. 103–124.
- Aziz, M.H., Bohez, E., Kanda, Y., Hibino, H. & Sakuma, T. (2013). Bottleneck Oriented Card-Based Production Control for Push Repetitive Manufacturing Systems. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*. Vol.7(3), pp. 377–397.
- Bengtsson, J. & Olhager, J. (2002). Valuation of Product-Mix Flexibility Using Real Options. *International Journal of Production Economics*. Vol.78(1), pp. 13–28.
- Benjaafar, S. & ElHafsi, M. (2006). Production and Inventory Control of a Single Product Assemble-to-Order System with Multiple Customer Classes. *Management Science*. Vol.52(12), pp. 1896–1912.
- Berry, W.L. & Cooper, M.C. (1999). Manufacturing Flexibility: Methods for Measuring the Impact of Product Variety on Performance in Process Industries. *Journal of Operations Management*. Vol.17(2), pp. 163–178.
- Berry, W.L. & Hill, T. (1992). Linking Systems to Strategy. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol.12(10), pp. 3–15.
- Bozarth, C. & Edwards, S. (1997). The Impact of Market Requirements Focus and Manufacturing Characteristics Focus on Plant Performance. *Journal of Operations Management*. Vol.15(3), pp. 161–180.
- Brown, S., Squire, B. & Blackmon, K. (2007). The Contribution of Manufacturing Strategy Involvement and Alignment to World-Class Manufacturing Performance. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol.27(3), pp. 282–302.
- Chan, J.W.K. & Burns, N.D. (2002). Benchmarking Manufacturing Planning and Control (MPC) Systems: An Empirical Study of Hong Kong Supply Chains. *Benchmarking: An International Journal*. Vol.9(3), pp. 256–277.
- Chandraa, C., Eversonb, M. & Grabisa, J. (2015). Evaluation of Enterprise-Level Benefits of Manufacturing Flexibility. *IEEE Engineering Management Review*. Vol.43(2), pp. 92–107.
- Choudhari, S.C., Adil, G.K. & Ananthakumar, U. (2010). Congruence of Manufacturing Decision Areas in a Production System: A Research Framework. *International Journal of Production Research*. Vol.48(20), pp. 5963–5983.
- Choudhari, S.C., Adil, G.K. & Ananthakumar, U. (2012). Choices in Manufacturing Strategy Decision Areas in Batch Production System - Six Case Studies. *International Journal of Production Research*. Vol.50(14), pp. 3698–3717.

- Crawford, K.M. & Cox, J.F. (1990). Designing Performance Measurement Systems for Just-in-Time Operations. *International Journal of Production Research*. Vol.28(11), pp. 2025–2036.
- Dangayach, G.S. & Deshmukh, pp. G. (2001). Manufacturing Strategy Literature Review and Some Issues. *International Journal of Operations and Production Management*. Vol.21(7), pp. 884–932.
- Davy, J.A., White, R.E., Merritt, N.J. & Gritzmacher, K. (1992). A Derivation of the Underlying Constructs of Just-in-Time Management Systems. *The Academy of Management Journal*. Vol.35(3), pp. 653–670.
- Enns, S.T. (2001). MRP Performance Effects Due to Lot Size and Planned Lead Time Settings. *International Journal of Production Research*. Vol.39(3), pp. 461–480.
- Epps, R.W. (1995). Just-in-Time Inventory Management: Implementation of a Successful Program. *Review of Business*. Vol.17(1), pp. 40–44.
- Foster, G. & Horngren, C.T. (1987). JIT: Cost Accounting and Cost Management Issues. *Management Accounting (USA)*. Vol.68(12), pp. 19–31.
- Fullerton, R.R. & McWatters, C.S. (2001). The Production Performance Benefits from JIT Implementation. *Journal of Operations Management*. Vol.19(1), pp. 81–96.
- Garvin, D.A. (1987). Competing on the Eight Dimensions of Quality. *Harvard Business Review*. Vol.65(6), pp. 101–109.
- Gerwin, D. (1993). Manufacturing Flexibility: A Strategic Perspective. *Management Science*. Vol.39(4), pp. 395–410.
- Gosling, J. & Naim, M.M. (2009). Engineer-to-Order Supply Chain Management: A Literature Review and Research Agenda. *International Journal of Production Economics*. Vol.122(2), pp. 741–754.
- Grünwald, H., Strickwold, P.E.T. & Weeda, P.J. (1989). Framework for Quantitative Comparison of Production Control Concepts. *International Journal of Production Research*. Vol.27(2), pp. 281–292.
- Gupta, Y.P. & Goyal, S. (1989). Flexibility of Manufacturing Systems: Concepts and Measurements. *European Journal of Operational Research*. Vol.43(2), pp. 119–135.
- Hallgren, M. & Olhager, J. (2009). Flexibility Configurations: Empirical Analysis of Volume and Product Mix Flexibility. *Omega*. Vol.37(4), pp. 746–756.
- Hayes, R.H. & Wheelwright, S.C. (1979). Link Manufacturing Process and Product Life Cycles. *Harvard Business Review*. Vol.57(1), pp. 133–140.
- Hill, T. (2000). *Manufacturing Strategy: Text and Cases*. Irwin/McGraw-Hill. 588 p.
- Howard, A., Kochhar, A. & Dilworth, J. (2002). A Rule-Base for the Specification of Manufacturing Planning and Control System Activities. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol.22(1), pp. 7–29.

- Hvolby, H.-H. & Trienekens, J. (2002). Supply Chain Planning Opportunities for Small and Medium Sized Companies. *Computers in Industry*. Vol.49(1), pp. 3–8.
- Jones, D.J. (1991). JIT & the EOQ Model: Odd Couple No More. *Management Accounting*. Vol.72(8), pp. 54–57.
- Jonsson, P. & Holmström, J. (2016). Future of Supply Chain Planning: Closing the Gaps between Practice and Promise. *International journal of physical distribution & logistics management*. Vol.46(1), pp. 62–81.
- Jonsson, P. & Mattsson, S.-A. (2003). The Implications of Fit between Planning Environments and Manufacturing Planning and Control Methods. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol.23(8), pp. 872–900.
- Kochhar, A. & McGarrie, B. (1992). Identification of the Requirements of Manufacturing Control Systems: A Key Characteristics Approach. *Integrated Manufacturing Systems*. Vol.3(4), pp. 4–15.
- Kotler, P. & Keller, K.L. (2012). *Marketing Management*. 816 p.
- Krishnamurthy, A. & Suri, R. (2009). Planning and Implementing POLCA: A Card-Based Control System for High Variety or Custom Engineered Products. *Production planning and control*. Vol.20(7), pp. 596–610.
- Lenny Koh, S.C. & Simpson, M. (2005). Change and Uncertainty in SME Manufacturing Environments Using ERP. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol.16(6), pp. 629–653.
- Leong, G.K., Snyder, D.L. & Ward, P.T. (1990). Research in the Process and Content of Manufacturing Strategy. *Omega*. Vol.18(2), pp. 109–122.
- Löfving, M. (2016). Homogeneity of Manufacturing Choices in Subcontractor SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol.27(2), pp. 261–286.
- McKay, K.N. & Wiers, V.C.S. (2003). Planning, Scheduling and Dispatching Tasks in Production Control. *Cognition, Technology & Work*. Vol.5(2), pp. 82–93.
- Milgrom, P. & Roberts, J. (1995). Complementarities and Fit Strategy, Structure, and Organizational Change in Manufacturing. *Journal of Accounting and Economics*. Vol.19(2), pp. 179–208.
- Natarajan, K., Mohanasundaram, K.M., Babu, B.S., Suresh, S., Raj, K.A.A.D. & Rajendran, C. (2007). Performance Evaluation of Priority Dispatching Rules in Multi-Level Assembly Job Shops with Jobs Having Weights for Flowtime and Tardiness. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol.31(7), pp. 751–761.
- Newman, W.R. & Sridharan, V. (1995). Linking Manufacturing Planning and Control to the Manufacturing Environment. *Integrated Manufacturing Systems*. Vol.6(4), pp. 36–42.

- O'Reilly, S., Kumar, A. & Adam, F. (2015). The Role of Hierarchical Production Planning in Food Manufacturing SMEs. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol.35(10), pp. 1362–1385.
- Olhager, J. (2003). Strategic Positioning of the Order Penetration Point. *International Journal of Production Economics*. Vol.85(3), pp. 319–329.
- Olhager, J. (2010). The Role of the Customer Order Decoupling Point in Production and Supply Chain Management. *Computers in Industry*. Vol.61(9), pp. 863–868.
- Olhager, J. (2013). Evolution of Operations Planning and Control: From Production to Supply Chains. *International Journal of Production Research*. Vol.51(23–24), pp. 6836–6843.
- Olhager, J. & Rudberg, M. (2002). Linking Manufacturing Strategy Decisions on Process Choice with Manufacturing Planning and Control Systems. *International Journal of Production Research*. Vol.40(10), pp. 2335–2351.
- Olhager, J., Rudberg, M. & Wikner, J. (2001). Long-Term Capacity Management: Linking the Perspectives from Manufacturing Strategy and Sales and Operations Planning. *International Journal of Production Economics*. Vol.69(2), pp. 215–225.
- Olhager, J. & Selldin, E. (2004). Supply Chain Management Survey of Swedish Manufacturing Firms. *International Journal of Production Economics*. Vol.89(3), pp. 353–361.
- Olhager, J. & Selldin, E. (2007a). Manufacturing Planning and Control Approaches: Market Alignment and Performance. *International Journal of Production Research*. Vol.45(6), pp. 1469–1484.
- Olhager, J. & Selldin, E. (2007b). Strategic Choice of Manufacturing Planning and Control Approaches: Empirical Analysis of Drivers and Performance. *Advances in Production Management Systems*. Vol.246, pp. 35–42.
- Ornek, A.M. & Cengiz, O. (2006). Capacitated Lot Sizing with Alternative Routings and Overtime Decisions. *International Journal of Production Research*. Vol.44(24), pp. 5363–5389.
- Porter, K., Little, D., Peck, M. & Rollins, R. (1999). Manufacturing Classifications: Relationships with Production Control Systems. *Integrated Manufacturing Systems*. Vol.10(4), pp. 189–199.
- Powell, D., Riezebos, J. & Strandhagen, J.O. (2013). Lean Production and ERP Systems in Small-and Medium-Sized Enterprises: ERP Support for Pull Production. *International Journal of Production Research*. Vol.51(2), pp. 395–409.
- Prajogo, D. & Olhager, J. (2012). Supply Chain Integration and Performance: The Effects of Long-Term Relationships, Information Technology and Sharing, and Logistics Integration. *International Journal of Production Economics*. Vol.135(1), pp. 514–522.
- Riezebos, J. (2010). Design of POLCA Material Control Systems. *International Journal of Production Research*. Vol.48(5), pp. 1455–1477.

- Safizadeh, M.H. & Ritzman, L.P. (1997). Linking Performance Drivers in Production Planning and Inventory Control to Process Choice. *Journal of Operations Management*. Vol.15(4), pp. 389–403.
- Safizadeh, M.H., Ritzman, L.P., Sharma, D. & Wood, C. (1996). An Empirical Analysis of the Product-Process Matrix. *Management Science*. Vol.42(11), pp. 1576–1591.
- Säfsten, K., Winroth, M. & Stahre, J. (2007). The Content and Process of Automation Strategies. *International Journal of Production Economics*. Vol.110(1), pp. 25–38.
- Sardana, D., Terziovski, M. & Gupta, N. (2016). The Impact of Strategic Alignment and Responsiveness to Market on Manufacturing Firm's Performance. *International Journal of Production Economics*. Vol.177, pp. 131–138.
- Sarmiento, R., Byrne, M., Rene Contreras, L. & Rich, N. (2007). Delivery Reliability, Manufacturing Capabilities and New Models of Manufacturing Efficiency. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol.18(4), pp. 367–386.
- Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2009). *Research Methods for Business Students*. Prentice Hall. 614 p.
- Shahabudeen, P. & Sivakumar, G.D. (2008). Algorithm for the Design of Single-Stage Adaptive Kanban System. *Computers & Industrial Engineering*. Vol.54(4), pp. 800–820.
- Sharman, G. (1984). The Rediscovery of Logistics. *Harvard Business Review*. Vol.62(5), pp. 71–79.
- da Silveira, G.J.C. (2005). Market Priorities, Manufacturing Configuration, and Business Performance: An Empirical Analysis of the Order-Winners Framework. *Journal of Operations Management*. Vol.23(6), pp. 662–675.
- Skinner, W. (1969). Manufacturing - Missing Link in Corporate Strategy. *Harvard Business Review*. Vol.47(3), pp. 136–145.
- Soman, C.A., van Donk, D.P. & Gaalman, G. (2004). Combined Make-to-Order and Make-to-Stock in a Food Production System. *International Journal of Production Economics*. Vol.90(2), pp. 223–235.
- Swamidass, P.M. & Kotha, S. (1998). Explaining Manufacturing Technology Use, Firm Size and Performance Using a Multidimensional View of Technology. *Journal of Operations Management*. Vol.17(1), pp. 23–37.
- Swink, M. & Way, M.H. (1995). Manufacturing Strategy: Propositions, Current Research, Renewed Directions. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol.15(7), pp. 4–26.
- Thomé, A.M.T., Scavarda, L.F., Fernandez, N.S. & Scavarda, A.J. (2012). Sales and Operations Planning and the Firm Performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol.61(4), pp. 359–381.



- Thomé, A.M.T., Sousa, R.S. & Do Carmo, L.F.R.R.S. (2014). The Impact of Sales and Operations Planning Practices on Manufacturing Operational Performance. *International Journal of Production Research*. Vol.52(7), pp. 2108–2121.
- Thürer, M., Godinho Filho, M., Stevenson, M. & Fredendall, L.D. (2013). Competitive Priorities of Small Manufacturers in Brazil. *Industrial Management & Data Systems*. Vol.113(6), pp. 856–874.
- Timilsina, B., Haapalainen, P. & Takala, J. (2014). Effect of Company Size on Manager's Perception. *Management and Production Engineering Review*. Vol.5(1), pp. 65–73.
- Tokola, H., Järvenpää, E., Salonen, T., Lanz, M., Koho, M. & Niemi, E. (2015). Shop Floor-Level Control of Manufacturing Companies: An Interview Study in Finland. *Management and Production Engineering Review*. Vol.6(1), pp. 51–58.
- Vieira, G.E. & Favaretto, F. (2006). A New and Practical Heuristic for Master Production Scheduling Creation. *International Journal of Production Research*. Vol.44(18–19), pp. 3607–3625.
- Vollmann, T.E., Berry, W.L., Whybark, D.C. & Jacobs, F.R. (2005). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management*. McGraw-Hill. 712 p.
- Vollmann, T.E., Miller, J.G. & Ward, P.T. (1988). Mapping Manufacturing Concerns and Action Plans. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol.8(6), pp. 5–18.
- Voss, C., Blackmon, K., Hanson, P. & Claxton, T. (1996). Managing New Product Design and Development: An Anglo-German Study. *Business Strategy Review*. Vol.7(3), pp. 1–15.
- Wacker, J.G. & Hanson, M. (1997). Some Practical Advice for Manufacturing Managers: Empirical Results from the Global Manufacturing Research Group. *Production and Inventory Management Journal*. Vol.38(3), pp. 64–71.
- Walton, D. (2014). *Abductive Reasoning*. University of Alabama Press. 320 p.
- Ward, P.T., McCreery, J.K., Ritzman, L.P. & Sharma, D. (1998). Competitive Priorities in Operations Management. *Decision Sciences*. Vol.29(4), pp. 1035–1044.
- Wheelwright, S.C. (1984). *Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link*. *Strategic Management Journal*. Vol.5(1), pp. 77–91.
- Yin, R.K. (2003). *Case Study Research Design and Methods*. Applied social research methods series. Sage Publications Inc. 181 p.
- Yu, W., Jacobs, M.A., Salisbury, W.D. & Enns, H. (2013). The Effects of Supply Chain Integration on Customer Satisfaction and Financial Performance: An Organizational Learning Perspective. *International Journal of Production Economics*. Vol.146(1), pp. 346–358.

Zhao, X., Xie, J. & Jiang, Q. (2001). Lot-sizing Rule and Freezing the Master Production Schedule under Capacity Constraint and Deterministic Demand. *Production and Operations Management*. Vol.10(1), pp. 45–67.

## LIITE A: HAASTATTELUIDEN KYSYMYSRUNKO

### Lämmittelykysymykset:

1. Mitä tehtäviä kuuluu rooliisi ja toimenkuvaasi?
2. Miten kohdeyrityksellä yleisesti ottaen menee tällä hetkellä?

### Asiakysymykset:

3. Minkälaisia asiakkaita kohdeyrityksellä on?
  - a. Onko asiakkaiden välillä eroja?
  - b. Onko asiakkaissa samankaltaisuuksia?
4. Mitä asioita asiakkaat arvostavat?
  - a. Mitä asioita eri asiakkaat erityisesti vaativat?
  - b. Mitä täsmällisiä suorituskykyvaatimuksia asiakkaat ovat asettaneet?
5. Mitä kohdeyritys lupaa asiakkailleen?
  - a. Millä asioilla asiakkaat pysyvät tyytyväisenä?
  - b. Missä asioissa epäonnistuminen vaikuttaa negatiivisimmin asiakassuhteisiin?
6. Minkälaisia vaatimuksia asiakkaiden arvostukset asettavat tuotannolle?
  - a. Mikä on tuotannon tärkein tehtävä?
  - b. Missä tuotanto ei saa epäonnistua, jotta asiakkaat pysyvät tyytyväisinä?
7. Mitkä ovat tuotannolle asetetut suorituskyvyn mittarit? (toimitus, kustannukset, laatu, joustavuus)
  - a. Eroavatko nämä siitä, mitä asiakkaat kohdeyritykseltä odottavat?
  - b. Missä näistä on eniten kehitettävää, jotta asiakkaat pysyvät tyytyväisinä?
8. Minkälainen asiakas tai tuote sopii nykyisellään parhaiten kohdeyrityksen tuotannolle? Miksi?
  - a. Minkälaisissa tuotteissa on kokonaisvaltaisesti vähiten ongelmia tuotantoprosessissa?

b. Miten tämä näkyy asiakkaalle päin?

9. Minkälaisen asiakkaan tai tuotteen haluttaisiin sopivan nykyistä paremmin kohdeyrityksen tuotantoon? Miksi?

a. Mitä asioita pitäisi kehittää, jotta tämä onnistuu?

b. Mitkä asiat tällaisten asiakkaiden/tuotteiden osalta sujuvat nykyisellään erityisen hyvin?

10. Minkälaisia asiakkaita tai tuotteita on, jotka sopivat erityisen hyvin tuotantoon koneiden, laitteiden ja tuotannon työntekijöiden osalta, mutta joiden osalta ei päästä asiakasvaatimukseen?

a. Mitkä ovat pääsyyt, että näin tapahtuu?

b. Aiheuttaisiko vaatimukseen pääsy näissä tuotteissa kompromissien tekoa muiden asiakkaiden tai tuotteiden osalta?

Lopetuskysymykset:

11. Onko tullut mieleen jotain lisättävää johonkin läpikäytyyn asiaan?

12. Onko muuta, mitä haluaisit sanoa?