LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Tuotantotalouden tiedekunta

VALMISTUSSTRATEGIAN MUODOSTAMINEN UUDELLE TUOTEPERHEELLE

Työn tarkastaja: Professori Petri Niemi

Jari Toivanen
15.2.2016

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Jari Toivanen

Työn nimi: Valmistusstrategian muodostaminen uudelle tuoteperheelle

Vuosi: 2016 **Paikka: Lappeenranta**

Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous.

101 sivua, 40 kuvaa, 12 Taulukkoa ja 3 liitettä

Tarkastaja: Professori Petri Niemi

Hakusanat: valmistusstrategia, strategian muodostamisprosessi, toimitusketjun rakenne, tuotantomuodon valinta, kapasiteetin suunnittelu, materiaalinohjaus

Keywords: manufacturing strategy, strategy formulation process, supply chain, product delivery strategy, capacity strategy, material planning

Diplomityön tavoitteena on tutkia valmistusstrategian muodostamista rajaten tarkastelu yhteen tuoteperheeseen. Työn teoriaosuudessa suoritaan kirjallisuuskatsaus, jonka keskeisempänä tuloksena luodaan teoriaviitekehys valmistusstrategian muodostamisesta. Valmistusstrategian osa-alueiksi rajataan toimitusketjun rakenne, tuotantomuodon valinta, kapasiteetin suunnittelu sekä materiaalinohjaus.

Työn soveltavassa osuudessa muodostetaan esitetyn teoriaviitekehyksen avulla valmistusstrategiaehdotelma Case – yrityksen uudelle tuoteperheelle. Valmistusstrategian tavoitteet sekä rajoitteet tunnistetaan tarkastelemalla yrityksen ylemmän tason strategioita, markkinavaatimuksia, valmistuksen resursseja sekä päivittäistä toimintaa.

Kokonaisuudessaan diplomityö käsittelee valmistusstrategian muodostamista aikaisempaa kirjallisuutta yksityiskohtaisemmin ja käytännönläheisemmästä näkökulmasta. Case – yrityksen uudelle tuoteperheelle ehdotettu valmistusstrategia todetaan seuraavan yleisesti hyviä toimitusketjun johtamisen periaatteita.

ABSTRACT

Author: Jari Toivanen

Subject of the thesis: Manufacturing strategy formulation for a new product family

Year: 2016 **Location: Lappeenranta**

Master of Science Thesis. Lappeenranta University of Technology.

101 pages, 40 pictures, 12 tables ja 3 appendices

Supervisor: Professor Petri Niemi

Hakusanat: valmistusstrategia, strategian muodostamisprosessi, toimitusketjun rakenne, tuotantomuodon valinta, kapasiteetin suunnittelu, materiaalinohjaus

Keywords: manufacturing strategy, strategy formulation process, supply chain, product delivery strategy, capacity strategy, material planning

The purpose of this master thesis is to study the process of manufacturing strategy formulation in scope of one product category. Theoretical part of the thesis consists of a literature review about manufacturing strategy formulation. A framework for the manufacturing strategy formulation is created based on the conducted literature review. Supply chain structure, product delivery strategy, capacity strategy and material planning are considered as decision making areas of manufacturing strategy.

In a case study, a suggestion for the manufacturing strategy of a new product family is made by utilizing framework presented in the theoretical part of the thesis. The goals of the manufacturing strategy are identified by observing strategy from top-down, bottom-up, market requirements and manufacturing resources perspectives.

All in all, the master thesis offers more practical and detailed view for the manufacturing strategy formulation than presented earlier in the literature. The suggested manufacturing strategy is considered to follow good principles of supply chain management.

ALKUSANAT

Diplomityö on ollut Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa suorittamiani tuotantotalouden opintojeni huipentuma. Koen diplomityöprojektin olleen erittäin opettavainen ja mielenkiintoinen kokemus. Projektiin liittyen haluan kiittää useita henkilöitä Case – yrityksessä, jotka opastivat projektin suorittamisessa sekä auttoivat tarvittavan tiedon löytämisessä. Erityisesti haluan ilmaista myös kiitokseni diplomityöni ohjaajalle, Professori Petri Niemelle, rakentavasta palautteesta ja opastuksesta.

Kokonaisuudessaan opintoni Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa ovat olleet ikimuistoinen kokemus ja uskon opintoni antavan minulle hyvät lähtökohdat työelämään. Opintojeni loppuvaiheessa haluan kiittää perhettäni ja ystäviäni heidän antamasta loputtomasta tuesta ja energiasta opintojeni aikana.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ 2

ABSTRACT 3

ALKUSANAT 4

1 JOHDANTO 8

1.1 Tavoitteet ja rajaus 8

1.2 Tutkimuksen toteutus 9

1.3 Raportin rakenne 10

2 VALMISTUSSTRATEGIAN LÄHTÖKOHDAT 11

2.1 Valmistusstrategian määritelmä 12

2.2 Valmistusstrategian näkökulmat 13

2.2.1 Yritys- ja liiketoimintastrategia 14

2.2.2 Päivittäinen toiminta 14

2.2.3 Markkinavaatimukset 15

2.2.4 Valmistuksen resurssit 17

3 VALMISTUSSTRATEGIAN OSA-ALUEIDEN SUUNNITTELU 18

3.1 Toimitusketjun rakenne 19

3.1.1 Toimitusketjukartta 20

3.2 Tuotantomuodon valinta 21

3.2.1 Markkinaperusteiset valintatekijät 22

3.2.2 Tuoteperusteiset valintatekijät 23

3.2.3 Valmistusperusteiset valintatekijät 24

3.2.4 Tuotantomuodon merkitys valmistusstrategiassa 27

3.3 Kapasiteetin suunnittelu 29

3.3.1 Tulevaisuuden kapasiteettitarpeen määrittäminen 29

3.3.2 Käytettävissä olevan kapasiteetin laskeminen 31

3.3.3 Kuormaprofiilin piirtäminen 32
3.3.4 Keinot kapasiteetin ja kysynnän yhteensovittamiseksi 33
3.4 Materiaaliohjauksen toteutus 34
3.4.1 Tuotannon sommittelu ja materiaalivirran kuvaaminen 36
3.4.2 Tuotantoeräkoko 36
3.4.3 Varastojen täydentäminen 38
3.5 Skenaariosuunnittelu 42
3.6 Valmistusstrategian valmiuden arviointi 42
3.7 Yhteenveto valmistusstrategian muodostamisesta 43
4 VALMISTUSSTRATEGIAN MUODOSTAMINEN CASE -YRITYKSESSÄ 45
4.1 Yritys- ja liiketoimintastrategia 46
4.2 Markkinavaatimukset 47
4.2.1 Kanava 47
4.2.2 Kustannukset 48
4.2.3 Kyky palvella 48
4.2.4 Konfiguraatio 48
4.3 Valmistuksen resurssit ja päivittäinen toiminta 50
4.3.1 Tuotantoyksikkö A:n vahvuudet ja heikkoudet 50
4.3.2 Tuotantoyksikkö B:n vahvuudet ja heikkoudet 52
4.4 Toimitusketjun rakenne 54
4.4.1 Toimitusketjukartta nykytilanteesta 54
4.4.2 Ehdotelma toimitusketjun rakenteesta 56
4.5 Tuotantomuodon määrittäminen 60
4.5.1 Uuden tuoteperheen mahdolliset tuotantomuodot 60
4.5.2 Tuotantomuodon valinta eri tuotteille 63
4.6 Kapasiteetin suunnittelu 67
4.6.1 Tulevaisuuden kapasiteettitarve 68

4.6.2 Käytettävissä oleva kapasiteetti 69
4.6.3 Kuormaprofiilit 70
4.6.4 Keinot kapasiteetin ja kysynnän yhteensovittamiseksi 72
4.7 Materiaalinohjauksen toteutus 74
4.7.1 Tuotannon materiaalinohjaus 74
4.7.2 Varastonohjaus 78
4.8 Valmistusstrategian valmiuden arviointi 86
5 TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI 88
6 YHTEENVETO 90
LÄHTEET 93

LIITTEET

1 JOHDANTO

Diplomityö käsittelee uuden tuoteperheen valmistusstrategian muodostamista. Aiheena valmistusstrategia ja sen muodostaminen on ajankohtainen, koska yritysten välinen kilpailu on kiristynyt viime vuosikymmeninä ja valmistustoiminnalta odotetaan siten yhä parempaa kykyä vastata lisääntyneisiin asiakasvaatimuksiin kilpailukyvyn säilyttämiseksi.

Diplomityö liittyy todellisen yrityksen lanseeraamaan uuteen tuoteperheeseen ja pyrkimykseen parantaa liiketoiminnan kannattavuutta valmistusta tehostamalla. Työltä odotetaan Case - yrityksessä käytännönläheistä näkemystä valmistuksen toteuttamisesta. Case- yritystä käsitellään diplomityössä nimettömästi eikä sen tuotteita kuvata yksityiskohtaisesti, koska valmistusstrategian käsittely nähdään pitävän sisällään salassa pidettävää tietoa.

1.1 Tavoitteet ja rajaus

Diplomityön tavoitteena on tutkia valmistusstrategian muodostamista kirjallisuudessa ja Case – yrityksessä rajaten tarkastelu yhteen tuoteperheeseen. Työn tutkimuskysymyksenä esitetään:

1. Kuinka valmistusstrategia muodostetaan uudelle tuoteperheelle?

Diplomityön soveltavassa osuudessa muodostetaan valmistusstrategia metsä- ja kaivinkoneiden lisälaitteita valmistavan yrityksen uudelle tuoteperheelle. Case – yrityksen asettamat vaatimukset valmistusstrategialle ovat käytännönläheiset ja valmistusstrategian pohjalta odotetaan hyvin konkreettista näkemystä uuden tuoteperheen valmistuksen toteuttamisesta.

Valmistusstrategian määrittelyssä ja muodostamisessa hyödynnetään laajalti operaatiostrategiaan liittyviä määritelmiä ja ajatuksia, vaikka käsitteenä operaatio on perinteistä tuotantovalmistusta laajempi käsite. Työssä ei nähdä kuitenkaan oleellisena valmistus – ja operaatiostrategian käsitteiden erottelua toisistaan, vaan molempien käsitteiden teorioita hyödynnetään valmistusstrategian muodostamisessa.

Diplomityössä rajaudutaan tarkastelemaan valmistusstrategian muodostamista vain niiden osa-alueiden osalta, jotka ovat oleellisia uuden tuoteperheen lanseerauksen yhteydessä. Kuitenkin uuden tuoteperheen tuotesuunnittelu sekä valmistustekniikka nähdään määritetyksi ennen valmistusstrategian muodostamista. Diplomityössä valmistusstrategian muodostamisessa rajaudutaan seuraaviin päätöksenteon osa-alueisiin:

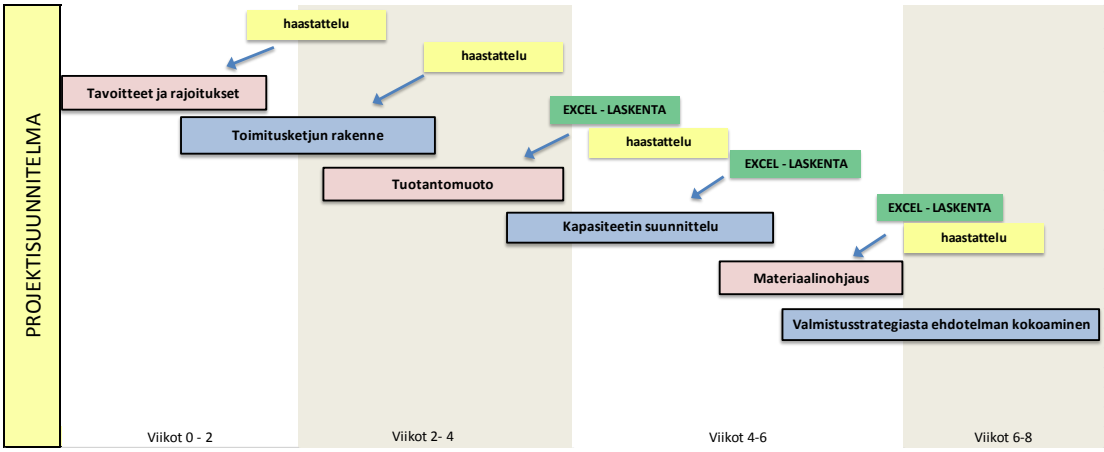
1. Toimitusketjun rakenne
2. Tuotantomuodon määrittäminen
3. Kapasiteetin suunnittelu
4. Materiaalinohjaus

Valmistusstrategian yksittäisten osa-alueiden osalta tehdään tarkempia rajauksia työn edetessä.

1.2 Tutkimuksen toteutus

Diplomityön tutkimusprojekti voidaan nähdä jakautuvan neljään eri vaiheeseen. Ensimmäisenä vaiheena toteutetaan kirjallisuuskatsaus, jonka perusteella luodaan viitekehys valmistusstrategian muodostamisesta. Seuraavana vaiheena valmistusstrategian lähtökohdat ja siten strategialle asetettavat tavoitteet sekä rajoitukset selvitetään haastattelemalla yrityksen johtoa sekä työntekijöitä.

Valmistusstrategiaehdotelman analysoinnin tueksi rakennetaan Excel – tietomalli, johon kerätään tiedot tuoterakenteista, valmistuksen kellotusajoista, kysyntäennusteista, nykyisestä kapasiteetista sekä valmistus- ja osahinnoista. Yrityksen tuotannon – ja myynnin tietojärjestelmiä hyödynnetään laajasti näiden tietojen keräämiseksi. Ehdotelma valmistusstrategiasta muodostetaan suoritettujen haastattelujen sekä Excel – tietomallin analysoinnin perusteella. Kokonaisuudessaan diplomityön tutkimusprojekti tehdään tiiviissä aikataulussa kahden kuukauden aikana. Seuraavan sivun kuvassa 1 havainnollistetaan tutkimusprojektin vaiheita sekä diplomityön aikataulua.



Kuva 1. Diplomityön työvaiheet sekä aikataulu

1.3 Raportin rakenne

Aluksi diplomityössä tutkitaan valmistusstrategiaa ja sen muodostamista kirjallisuuden näkökulmasta sekä luodaan teoriaviitekehys valmistusstrategian muodostamisesta. Työn soveltavassa osuudessa esiteltyä valmistusstrategian muodustusprosessia sovelletaan käytännön Case –yrityksessä. Muilta osin työn rakenne seuraa työssä esitettävää valmistusstrategian muodostamisprosessin vaiheita.

Diplomityön teoriaosuus alkaa oleellisimpien strategiakäsitteiden määrittelyllä sekä valmistusstrategian lähtökohtien tarkastelulla. Valmistusstrategian lähtökohtien jälkeen työssä käsitellään valmistusstrategian päätöksenteon osa-alueina toimitusketjun rakenne, tuotantomuodon valinta, kapasiteetin suunnittelu sekä materiaalinohjaus. Teoriaosuuden lopuksi tarkastellaan vielä skenaariosuunnittelua sekä valmistusstrategian ja sen muodostusprosessin valmiuden arviointia.

Työn soveltavan osuuden rakenne seuraa teoriaosuudessa esitettyjä valmistusstrategian muodostusprosessin vaiheita. Diplomityön lopussa arvioidaan työn tuloksia sekä esitetään loppuyhteenveto. Liitteissä on kuvattu kapasiteetin suunnittelussa sekä varastonohjauksessa käytetyt laskukaavat sekä esimerkit laskukaavojen käytöstä työn soveltavaan osuuteen liittyen.

2 VALMISTUSSTRATEGIAN LÄHTÖKOHDAT

Strategian muodostaminen alkaa yrityksen mission ja vision ymmärtämisellä. Wheelen & Hunger (2010 s. 65) määrittelevät mission yrityksen olemassaolon tarkoitukseksi. Se kertoo mitä yritys tarjoaa yhteisölle: Tarjoaako yritys esimerkiksi autoja vai siivouspalveluita? Missio pitää sisällään myös kuvauksen yrityksen arvomaailmasta. Wheelen. & Hunger (2010 s. 65) korostavat, että selkeästi määritelty missio on usean menestyneen yrityksen taustalla. Visiolla tarkoitetaan heidän mukaansa yrityksen tulevaisuuden tahtotilaa, kun taas missio kuvaa enemmän yrityksen ajatusmaailmaa tällä hetkellä. Yrityksen visio sisällytetään usein osaksi yrityksen mission määritelmää.

Käsitteenä strategia on kehittynyt liikkeenjohdon kirjallisuudessa vuosien varrella ja sille on kirjallisuudessa hiukan toisistaan poikkeavia määritelmiä. Russel & Taylor (2001, s. 17) määrittelevät strategian kokonaisvaltaiseksi suunnitelmaksi siitä, miten yritys saavuttaa missionsa ja tavoitteensa. Slack et al. (2010 s. 62) mukaisesti strategisella päätöksellä tarkoitetaan sellaisia päätöksiä, joiden vaikutus on organisaatiossa laajalle levinnyt, asemoi organisaation suhteessa sen ympäristöön ja siirtää organisaatio lähemmäksi sen pitkän tähtäimen tavoitteita. Strategia on heidän mukaansa enemmän kuin yksittäinen päätös: Se on ohjemalli kaikille niille päätöksille ja toiminnoille, jotka vaikuttavat liiketoiminnan pitkäntähtäimen suuntaviivoihin.

Strategiakirjallisuudessa tunnistetaan yleisesti kolmen tason strategioita, jotka kuvataan hierarkkisesti toisiinsa nähden. (kuva 2) Ylimmän tason strategiana nähdään yritysstrategia. Wheelen. & Hunger (2010 s. 67–68) mukaan yritystason strategia kuvaa yrityksen näkemystä yleiseen kasvuun sekä liiketoimintojen ja tuotantolinjojen johtamiseen. Näin ollen yritysstrategia vastaa muun muassa kysymyksiin siitä, mihin liiketoiminta-aloihin yritys pyrkii panostamaan ja mistä liiketoiminnoista yritys pyrkii vastaavasti vähentämään resursseja. Seuraavan strategisen tason muodostavat liiketoimintastrategiat. Liiketoimintastrategiat sijoittuvat nimensä mukaisesti liiketoimintayksiköiden tasolle. Ne keskittyvät kilpailukyvyn parantamiseen liiketoimintayksikön palvelemilla toimialoilla ja markkinoilla. (Wheelen. & Hunger 2010 s. 67–68)

Kuva 2. Strategioiden hierarkia. (Wheelen & Hunger 2010 s. 67–68)

Funktionaaliset strategiat lähestyvät eri osastojen näkökulmasta yritys- ja liiketoimintastrategioiden asettamien tavoitteiden toteuttamista. Erilaisia funktionaalisia strategioita ovat esimerkiksi markkinointi-, rahoitus- ja valmistusstrategia. Yritys käyttää kaikkia edellä mainittuja kolmen tason strategioita yhtä aikaa ja strategiat nähdään tukevan toinen toisiaan: Funktionaaliset strategiat tukevat liiketoimintastrategioita, jotka puolestaan tukevat koko yrityksen tason strategiaa. (Wheelen & Hunger 2010 s. 67–68)

2.1 Valmistusstrategian määritelmä

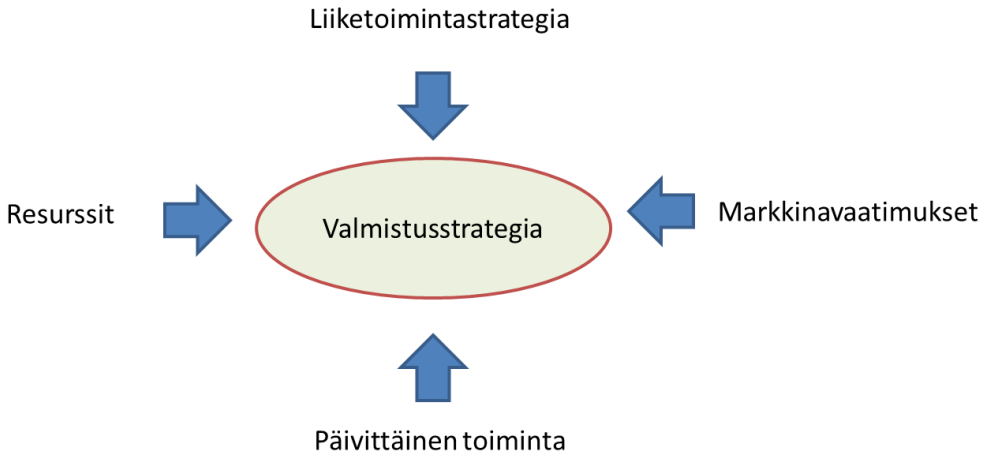
Slack et al. (2010, s. 62) määrittelevät valmistusstrategian tarkoitukseksi muodostaa yhteinen näkemys päätöksistä ja toimenpiteistä, joilla ohjataan valmistuksen roolia, tavoitteita ja toimintaa. Valmistusstrategian yleiseksi tavoitteeksi he asettavat markkinavaatimusten ja valmistusresurssien kyvykkyyksien yhteensovittamisen. Lisäksi he tiedostavat valmistusstrategian riippuvuuden kilpailuympäristön muutoksista, minkä takia valmistusstrategian tulee antaa vastaus siihen, miten valmistus toimii täyttääkseen sekä nykyiset että myös tulevaisuuden kilpailuvaatimukset. Hitt, Xu ja Carnes (2015) mukaisesti valmistusstrategialla on myös olennainen osa valmistusresurssien kehittämisessä pitkällä aikavälillä, jotta se voi tarjota perusteet kestävällä kilpailuedulle.

Yritysmaailmassa sekä kirjallisuudessa on viime vuosikymmeninä esiintynyt erilaisia ajatusmalleja kuten lean ja just-in-time (JIT). Käsitteenä lean tarkoittaa ”kevyttä ja joustavaa” tuotanto, jossa keskeisintä on ajatus kaiken turhan poistamisesta. JIT- käsitteellä tarkoitetaan niin ikään ajatusmallia, jossa tavoitellaan läpimenoajan lyhentämistä sekä keskeneräisen tuotannon minimointia. (Sakki 2009, s. 129)

Osa yritysjohtajista mieltävät nämä lähestymistavat sellaisenaan heidän valmistusstrategioistaan. Edellä mainitut ajatusmallit eivät ole kuitenkaan varsinaisesti itsessään strategioita, sillä tällaiset lähestymistavat ovat luonteeltaan yleispäteviä. Yrityksen strategiat ovat puolestaan aina yksilöllisiä organisaatiolle: Jokaisella yrityksellä on vähintäänkin hieman erilaiset resurssit käytettävissä, vaikka ne kohtaisivatkin samanlaiset markkinavaatimukset. Periaatteessa kaikki tämän tapaiset ajatusmallit ovat sinällään yhteensopivia yrityksen valmistusstrategiaan ja päätös omaksua elementtejä jostakin ajatustavasta – tai olla omaksumatta – on jo sinällään merkittävä strateginen päätös. (Slack & Lewis 2011, s. 108)

2.2 Valmistusstrategian näkökulmat

Valmistusstrategian muodostumisen lähtökohdista on kirjallisuudessa neljää erilaista näkemystä. Valmistusstrategia nähdään muodostuvan joko ylemmän tason strategioiden, markkinavaatimusten, operatiivisen toiminnan tai olemassa olevien valmistusresurssien pohjalta. (kuva 3) (Slack & Lewis 2011, s. 11; Kim, Sting & Loch 2014; Demeester, Meyer & Grahovac 2014) Yhdessä eri näkökulmat muodostavat rajoitukset ja tavoitteet valmistusstrategian muodostumiselle. Näin ollen diplomityössä valmistusstrategian muodostaminen nähdään jatkuvan yrityksen mission ja vision ymmärtämisen jälkeen näiden valmistusstrategian lähtökohtien kartoittamisesta ja ymmärtämisestä.



Kuva 3. Valmistusstrategian neljä eri lähtökohtaa (Slack & Lewis 2011, s. 11; Kim, Sting & Loch 2014; Demeester, Meyer & Grahovac 2014)

2.2.1 Yritys- ja liiketoimintastrategia

Ylhäältä alaspäin -lähtöisessä näkökulmassa valmistusstrategia nähdään heijastavan ylemmän tason strategioita. Tämän ajatuksen mukaan valmistusstrategian keskiössä pitäisi olla yhdenmukaisuus organisaation liiketoiminta- ja yritysstrategian kanssa. (Kim et al. 2014) Jos esimerkiksi liiketoimintastrategia korostaa markkinaosuuden kasvattamista edullisilla tuotteilla, tulee valmistusstrategiaa muodostaessa huomioida kustannustehokkuus sekä lisääntynyt kapasiteettitarve. Tällaista perinteistä lähestymistapaa sivuttiin jo aikaisemmin, kun esiteltiin strategioiden hierarkkisuutta ja todettiin eritasoisten strategioiden toimivan yhdenaikaisesti ja tukevan toinen toisiaan.

2.2.2 Päivittäinen toiminta

Vaikka ylhäältä alaspäin -lähtöinen strategia-ajattelu on perinteinen tapa ajatella strategioiden muodostamista, se ei kuitenkaan ole ainoa näkökulma strategian muodostumiselle. Täysin päinvastainen lähtökohta strategian muodostumiselle on sen kumpuaminen alhaalta ylöspäin.

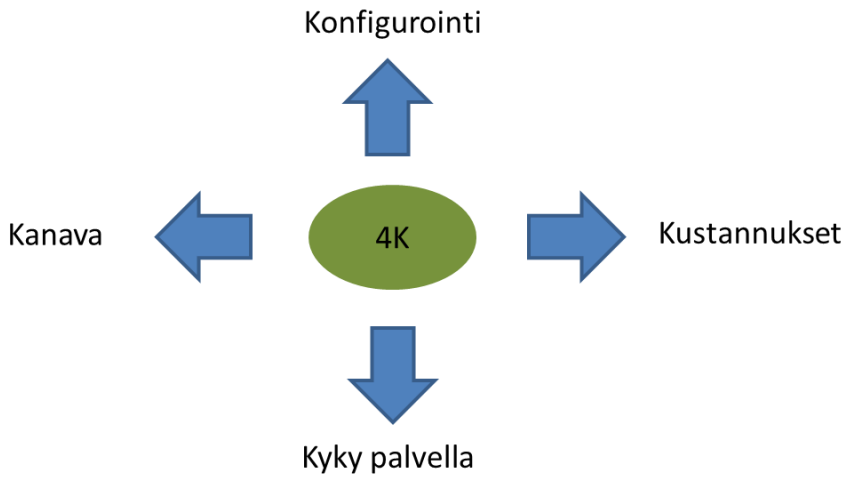
Perusoletuksena tässä näkökulmassa on, että riippumatta strategiasta ja sen tasosta, sitä muodostaessa huomioidaan organisaation kokemukset päivittäisen toiminnan pyörittämisestä. Tällä tavalla ajateltuna strategia perustuu konkreettisiin käytännön tosiasioihin. Lisäksi kun strategia voidaan nähdä kumpuavan aivan yrityksen ”lattiatasolta” asti, organisaation on helpompi ymmärtää strategia. Tämä edesauttaa organisaation sitoutumista strategiseen päätökseen ja siten sen tehokasta toteuttamista. (Slack et al. 2010, s. 66–67; Kim et al. 2014)

2.2.3 Markkinavaatimukset

Markkinavaatimusten ymmärtäminen ja samalla siten yrityksen kilpailutekijöiden tunnistaminen on valmistusstrategian muodostamisessa eniten huomiota saanut lähtökohta. Esimerkiksi Slack et al. (2010, s. 76) toteavat, että useat tutkijat sekä konsulttiyritykset ovat esitelleet lukuisia omia strategian muodostamisen viitekehyksiä, mutta lähes poikkeuksetta jokaisessa strategian muodostamisprosessissa yhtenä vaiheena eritellään yrityksen kilpailutekijöiden määrittäminen sekä kilpailutekijöiden tärkeyden arviointi suhteessa asiakkaiden tarpeisiin.

Kilpailutekijöitä voidaan eritellä 4K – kehyksen avulla, jossa kilpailutekijät jaotellaan neljään kategoriaan: konfiguraatio, kanava, kyky palvella sekä kustannukset. (kuva 4) Konfiguraatiolla tarkoitetaan kaikkia niitä kilpailutekijöitä, jotka liittyvät siihen, että asiakas saa oikeanlaisen tuotteen. Tällaisia tekijöitä voivat olla tuotteen tekninen toimivuus, suorituskyky sekä yhteensopivuus. Kanava viittaa puolestaan logistiseen tehokkuuden määrittäviin tekijöihin. Näitä ovat esimerkiksi toimitusaika ja toimitusjoustavuus. (Sakki 2003, s. 140).

Kategoriana ”kyky palvella” sisältää kaikki ne kilpailutekijät, jotka liittyvät asiakaspalvelun joustavuuteen ja ostamisen helppouteen. Sakki (2003 s. 140) sisällyttää kategoriaan myös kaikki tekijät, jotka liittyvät asiakkaan kokemaan laatuun. Näin ollen tähän kategoriaan kuuluvat esimerkiksi tuote- ja palveluvalikoima sekä tuotteen laatu. 4K – mallissa kustannuksilla viitataan puolestaan lähes yksinomaan tuotteen elinkaarikustannuksiin sekä ostohintaan. (Sakki 2003, s. 140)



Kuva 4. Asiakastarpeiden jaottelu 4K – mallin avulla. (Sakki 2003, s. 140)

Hill (2000) esittelemän konseptin mukaan yrityksen kilpailutekijät voidaan jaotella edelleen tilauksia voittaviin tekijöihin sekä tilauksia rajoittaviin tekijöihin. Hänen mukaansa tilauksia voittavilla tekijöillä tarkoitetaan sellaisia kilpailutekijöitä, joiden avulla yritys erottuu kilpailijoistaan ja voittaa asiakastilaukset. Tilauksia rajoittavat kilpailutekijät tulevat olla yrityksellä riittävällä tasolla ollakseen ostajalle edes mahdollinen toimittaja. Pelkästään tilauksia rajoittavien kriteerien täyttäminen ei riitä kuitenkaan asiakastilauksen voittamiseen. Kilpailutekijöitä tarkastellessa tulee huomioida, että asiakkaiden mieltymykset ja samalla yrityksen kilpailutekijät saattavat vaihdella eri asiakassegmenttien välillä. (Russel & Taylor 2001, s. 19)

Russel & Taylor (2001, s. 18 - 19) korostavat, että kilpailutekijät saattavat vaihdella myös ajan kuluessa. Esimerkkinä he mainitsevat autoteollisuuden, jossa laatu nähtiin aikoinaan japanilaisille autonvalmistajille tilauksia voittavana tekijä. Nykypäivänä hyvästä laadusta on kuitenkin tullut standardi autoteollisuudessa ja se mielletään lähinnä tilauksia rajoittavana tekijänä. Sen sijaan innovatiivinen muotoilu ja kilpailijoita alhaisempi polttoaineenkulutus muodostuvat yhä useammin tilauksia voittaviksi tekijöiksi. Samalla tavalla markkinoiden vaatimukset saattavat muuttua yksittäisten tuotteiden elinkaaren kuluessa: Tuotteen alkuhetkinä toimitusnopeus ja joustavuus saattavat olla tärkeämpiä kuin hinta, mutta markkinoiden kyllästyessä hinta voi muodostua tilauksia voittavaksi tekijäksi. (Olhager 2003)

2.2.4 Valmistuksen resurssit

Resurssiperusteisen näkökulman keskiössä on ajatus siitä, että menestyvät yritykset ovat saavuttaneet pysyvän kilpailuedun heidän resursseistaan ja kyvykkyyksistä kumpuavan ydinosaamisen ansiosta. Toisin sanoen resurssiperusteisen ajattelutavan mukaan yritykset, jotka säilyttävät, hankkivat ja kehittävät heidän resurssejaan, menestyvät pitkällä aikavälillä. (Hitt et al. 2015) Tämän takia valmistuksen resurssien ja kyvykkyyksien ymmärtämisestä muodostuu erityisen tärkeä lähtökohta valmistusstrategialle. Lisäksi valmistuksen resurssien tarkastelu tuo osaltaan esille rajoitteet, joiden puitteissa markkinoiden vaatimuksia voidaan toteuttaa. (Slack et al. 2010, s. 73)

Slack & Lewis (2011, s. 17–19) mukaan voidakseen ymmärtää nykyisten resurssien kyvykkyyksiä sekä vastaavasti rajoitteita täytyy resurssipohjainen näkökulma alkaa kysymyksillä: Mitä meillä on? Mitä voimme tehdä? Heidän mukaansa valmistuksen resurssien pelkkä listaaminen ei anna täyttä kuvaa, vaan lisäksi on tunnistettava nykyisten prosessien kyvykkyydet. Resurssien ja prosessien tärkeyden lisäksi kirjallisuudessa nostetaan esille myös sellaiset resurssit, joita ei voi konkreettisesti nähdä tai koskea. Näitä ovat esimeriksi suhteet toimittajiin, maine asiakkaiden keskuudessa sekä tieto-taito prosessiteknologiaan. (Hitt et al. 2015)

Slack & Lewis (2011, s. 291) mukaan yritysten sisäisten resurssien ja kyvykkyyksien analysointi voi olla hankalaa. Heidän esittävät kuitenkin, että laajasti strategisessa johtamisessa käytetty työkalu SWOT – analyysi on hyvä lähtökohta organisaation resurssien tarkastelussa. SWOT – työkalulla tarkoitetaan yksinkertaista nelikenttäanalyysiä, johon kerätään yrityksen sisäiset vahvuuden ja heikkoudet sekä ulkoiset mahdollisuudet ja uhat (Hill & Wetbrook 1997). Resurssien tarkastelun näkökulmasta SWOT -työkalun sisäisten tekijöiden, vahvuuksien ja heikkouksien, tarkastelu on erityisen hyödyllinen.

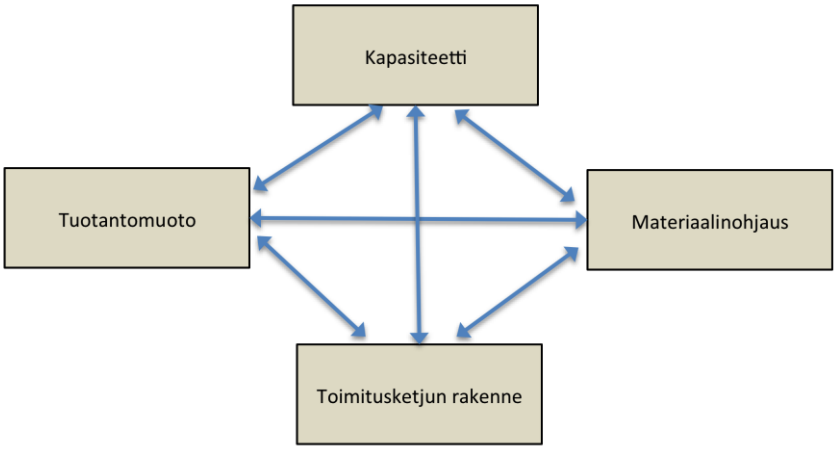
3 VALMISTUSSTRATEGIAN OSA-ALUEIDEN SUUNNITTELU

Strategialle asetettujen tavoitteiden sekä rajoitteiden tunnistamisen jälkeen valmistusstrategian muodostamisessa siirrytään päätöksenteon osa-alueiden suunnitteluun. Hayes & Wheelwright (1984) ja Leong et al. (1990) jakavat valmistusstrategian päätöksenteon alueet rakenteellisiin ja ei-rakenteellisiin päätöskategorioihin. Heidän mukaansa valmistusstrategiasta voidaan tunnistaa rakenteellisina päätöksinä muun muassa prosesseihin, tiloihin ja kapasiteettiin liittyvät asiat. Ei-rakenteellisina päätöksinä he näkevät puolestaan valmistuksen suunnittelun ja kontrolloinnin, suorituskyvyn mittauksen, organisaation sekä laadun.

Slack et al. (2010, s. 75) jakavat niin ikään valmistusstrategian osa-alueet rakenteellisiin ja ei-rakenteellisiin päätöksiin. Rakenteelliset päätöksenteon osa-alueet he ryhmittelevät kuitenkin hieman eritavalla ja nimeävät kategorioiksi uuden tuotteen suunnittelun, toimitusketjun rakenteen sekä prosessiteknologian. Esimeriksi kapasiteettiin ja valmistustiloihin liittyvät päätökset kuuluvaksi heidän mukaansa osaksi toimitusketjun rakennetta. Ei-rakenteellisina päätöksinä Slack et al. (2010, s. 75) tunnistavat puolestaan erillisinä osa-alueina muun muassa varastoinnin sekä toimittajayhteistyön kehittämisen.

Tuotantomuodon määrittämisen asemointi valmistusstrategiassa on hieman kaksijakoinen. Slack et al. (2010, s. 275–277) sijoittavat tuotantomuotoon liittyvät asiat kuuluvaksi ”suunnittelu ja kontrolli” kategoriaan, kun taas Olhager (2003) ei suoranaisesti aseta tuotantomuodon määrittelyä kuuluvaksi valmistusstrategian osa-alueisiin. Sen sijaan hän erottaa tuotantomuodon omaksi kokonaisuudeksi tuotteen toimitusstrategiana, mutta tuo selvästi esille tuotantomuodon valinnan vaikutuksen valmistusstrategiaan.

Kokonaisuudessaan voidaan todeta, ettei kirjallisuudessa ole täysin yksimielistä jaottelua valmistusstrategian osa-alueista, vaan osa-alueet ja niihin liittyvät tyypilliset strategiset kysymykset vaihtelevat eri tiedekirjailijoiden välillä. Tässä diplomityössä edellä esitettyjä päätöksenteon osa-alueita on yhdistelty ja ryhmitelty uudestaan siten, että työssä käsiteltäväksi valmistusstrategian osa-alueeksi muodostuvat toimitusketjun rakenne, tuotantomuoto, kapasiteetin suunnittelu sekä materiaalinohjaus. (kuva 5) Muut valmistusstrategian osa-alueet on rajattu pois diplomityön käsittelystä.



Kuva 5. Diplomityössä käsiteltävät valmistusstrategian osa-alueet

Seuraavaksi työssä esitellään tarkemmin edellä valittujen osa-alueiden sisältöä sekä teoriatyökaluja näiden osa-alueiden tarkasteluun ja analysointiin osana valmistusstrategian muodostamista. Tavoitteena on tutkia eri päätöksenteon osa-alueiden vaikutusta toisiinsa ja korostaa näkemystä siitä, että valmistusstrategian muodostaminen ei ole suoraviivainen prosessi, vaan eri osa-alueita on strategiaa muodostaessa tarkasteltava vähintään osittain yhdenaikaisesti. Kuvassa 5 havainnollistetaan tätä päätöksenteon osa-alueiden vuorovaikutusta toisiinsa.

3.1 Toimitusketjun rakenne

Toimitusketjun rakenteen nähdään vastaavan Slack et al. (2010, s. 142) mukaan valmistusstrategian päätöksenteon osa-alueena kysymykseen siitä, mitä valmistustoimintoja ja kapasiteettiä eri tuotantoyksiköillä on ja siihen mitä komponentteja ja tuotantovaiheita kannattaisi tehdä itse ja mitä asioita kannattaisi vastaavasti ulkoistaa. Diplomityön soveltavassa osuudessa käsitellään uuden tuoteperheen valmistusstrategiaa, jonka keskiössä on valmistustoimintojen jakaminen kahden liiketoimintayksikön välillä. Näin ollen päätöksenteon osa-alueena toimitusketjun rakenne valikoitui käsiteltävistä valmistusstrategian osa-alueista yhdeksi tärkeimmäksi kokonaisuudeksi.

Toimitusketjun rakenteen määrittäminen osana valmistusstrategian muodostamista perustuu aikaisemmin työssä esitettyihin valmistusstrategian lähtökohtien asettamiin rajoitteisiin ja tavoitteisiin. Tärkeimpänä työkaluna toimitusketjun rakenteen analysointiin nähdään toimitusketjukartta.

3.1.1 Toimitusketjukartta

Toimitusketjukartalla tarkoitetaan yksinkertaisesti toimitusketjun kuvaamista karttamaisella rakenteella, mutta sille ole Gardner & Cooper (2003) mukaisesti kirjallisuudessa määritetty mitään yksiselitteistä rakennetta tai symboleja käytettäväksi. Edes tarkkaa määritelmää toimitusketjua kuvaavan kartan sisällöstä ei ole määritelty, vaan se miltä toimitusketjukartta näyttää ja miten yksityiskohtainen se on, riippuu täysin sen käyttötarkoituksesta. Toimitusketjukartta voi kuvata esimerkiksi materiaalin ja informaation virtaamista toimitusketjussa. Yleisesti ottaen se nähdään kuitenkin vähemmän yksityiskohtaisena ja käyttötarkoitukseltaan strategisempana kuin prosessikartta. (Lysons & Farrington 2006, s. 148–150)

Gardner & Cooper (2003) listaavat useita etuja toimitusketjun hahmottamiseen karttamaisella rakenteella. Heidän mukaansa hyvin tehty kuvaus toimitusketjusta helpottaa avaintiedon välittämistä ja luo pohjan toimitusketjun analysoinnille ja uudelleen suunnittelulle. Perusajatuksena toimitusketjukartan piirtämisessä on, että ”kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa”. Toimitusketjukartan yhtenä tärkeimpänä tarkoituksena on Gardner & Cooper (2003) mukaan nimenomaan helpottaa strategista suunnittelua ja näytellä merkittävää roolia yrityksen toimintaympäristön arvioinnissa. Näin ollen sitä voi verrata merkitykseltään samanlaiseksi kuin esimerkiksi strategisessa suunnittelussa laajasti käytetyn SWOT – analyysi.

3.2 Tuotantomuodon valinta

Kirjallisuudessa määritellään eri tuotantomuodot useimmiten hyödyntäen asiakastilauksen kytkentäpistettä (Gosling & Naim 2009). Hoekstra & Romme (1992) käyttävät asiakastilauksen kytkentäpisteestä lyhennettyä nimitystä CODP -piste ja määrittävät sen tarkoittavan varastointipistettä, joka erottaa toimitusketjun kahteen osaan sen mukaan ohjaako tuotantovaiheiden suorittamista kysyntäennuste vai asiakastilaus. Sharman (1984) mukaisesti ennen asiakastilauksen kytkentäpistettä olevat tuotannon vaiheet suoritetaan kysyntäennusteiden mukaisesti, kun taas kytkentäpisteen jälkeiset tuotannon vaiheet suoritetaan vasta asiakastilauksen jälkeen. Olennaisena asiana Sharman (1984) korostaa asiakastilauksen kytkentäpisteen olevan viimeinen kohta toimitusketjua, jossa pidetään varastoa.

Vaihtelemalla asiakastilauksen kytkentäpisteen paikkaa toimitusketjussa voidaan määrittää neljä yleisintä tuotantomuotoa:

- **Make-to-stock (MTS)** Varasto-ohjautuva tuotantomuoto, jossa tuotetta valmistetaan varastoon kysyntäennusteiden perusteella. (Olhager 2003)

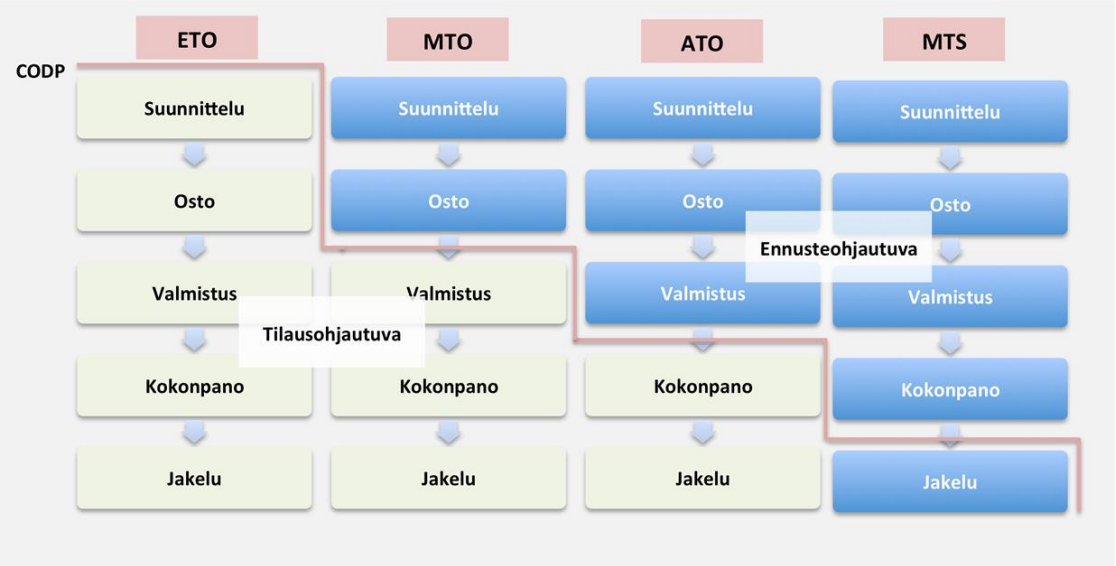
- **Assemble-to-order (ATO)** Tuotantomuodossa tuotteen kokoonpano suoritetaan asiakastilauksen jälkeen, mutta kokoonpanoa aikaisemmat tuotantovaiheet suoritetaan kysyntäennusteiden perusteella. (Mason-Jones, Naylor, Towill 2000)

- **Make-to-order (MTO)** Tilausohjautuva tuotantomuoto, jossa tuotteen valmistus aloitetaan vasta asiakastilauksen jälkeen. (Hoekstra & Romme 1992)

- **Engineer-to-order (ETO)** Tuotantomuodossa asiakastilauksen kytkentäpiste sijaitsee tuotteen suunnittelussa tarkoittaen sitä, että tuotteen suunnittelu alkaa vasta asiakastilauksen jälkeen. (Gosling & Naim 2009).

Nämä neljä erilaista tuotantomuotoa sekä niiden suhde CODP – pisteen sijaintiin on esitetty seuraavan sivun kuvassa 6. Yleisimpien tuotantomuotojen lisäksi on olemassa erilaisia

hybridimalleja (Hemmati & Rabbani, 2009), joissa asiakastilauksen kytkentäpisteen voi sijaita esimerkiksi koneistustyövaiheessa tai maalauksessa. Lisäksi Sharman (1984) huomauttaa, että tuotantomuodon ei tarvitse olla sama yrityksen kaikille tuotteille, vaan se voi vaihdella eri tuotteiden ja asiakkaiden välillä.



Kuva 6. Erilaiset tuotantomuodot CODP – pisteen sijainnin mukaisesti jaoteltuna (Yang & Burns 2003; Olhager 2012)

Olhager (2003) sekä Hemmati & Rabbani (2009) esittelevät erilaisia tekijöitä, joiden perusteella voidaan arvioida sopivaa sijaintia asiakastilauksen kytkentäpiteelle ja siten sopivaa tuotantomuotoa erilaisissa toimintaympäristöissä. Olhager (2003) jakaa tuotantomuodon valintaan vaikuttavat tekijät kolmeen eri kategoriaan: markkina-, tuote-, ja tuotantoperusteisiin tekijöihin.

3.2.1 Markkinaperusteiset valintatekijät

Merkittävimmät markkinaperusteiset tekijät ovat toimitusaikavaatimus sekä kysynnän volyymi ja vaihtelu. Markkinoiden asettama toimitusaikavaatimus on rajoittavana tekijänä siinä, kuinka

kauas toimitusketjussa asiakastilauksen kytkentäpiste voidaan asettaa. (Olhager 2003) Tässä mielessä markkinoiden toimitusaikavaatimus on ensimmäisten kriteerien joukossa, joita tulee tarkastella tuotantomuotoa valittaessa. Jos esimerkiksi asiakastilauksen edellytyksenä on tuotteen saaminen välittömästi, ainoa vaihtoehto tuotantomuodoksi on tällöin MTS.

Kysynnän vaihtelevuus vaikuttaa siihen, kuinka tarkkaan tuotteen kysyntää voidaan ennustaa. Näin ollen kysynnän vaihtelevuuden perusteella voidaan arvioida mielekkyyttä ohjata tuotteita tilaus- tai varasto-ohjautuvasti. Pieni kysynnän vaihtelevuus parantaa tuotteen kysynnän ennustamista ja mahdollistaa siten kysyntäennusteisen varasto-ohjauksen. Suuri kysynnän vaihtelevuus tekee kysynnän ennustamisesta puolestaan haastavaa ja siksi suuren kysynnän vaihtelevuuden omaavia tuotteita on mielekkäämpi ohjata tilausten perusteella. (Hemmati & Rabbani, 2009),

Kysynnän volyymi liittyy vahvasti kysynnän vaihteluun ja siten myös kysynnän ennustamiseen. Suuri kysynnän volyymi tarkoittaa useimmiten matalaa kysynnän vaihtelua ja matala kysynnän volyymi sitä vastoin viittaa suureen kysynnän vaihteluun. Kysynnän vaihtelun ja volyymin suhdetta voidaan mitata kysynnän variaatiokertoimen avulla, joka lasketaan jakamalla kysynnän keskihajonta keskimääräisellä kysynnällä:

$$Cv = \frac{\delta}{D} \tag{1}$$

Cv = kysynnän variaatiokerroin
δ = kysynnän keskihajonta
D = keskimääräinen kysyntää

(Olhager 2003)

3.2.2 Tuoteperusteiset valintatekijät

Tärkeimpiä tuotteeseen liittyviä tekijöitä ovat tuotteen modulaarisuus, räätälöinti mahdollisuudet sekä tuotteen rakenne. Modulaarinen tuoterakenne liitetään tyypillisesti ATO –

tuotantomuotoon. ATO -tuotantomuoto sopii silloin, kun valmistaja haluaa luoda useita vaihtoehtoja asiakkaalle suhteellisen lyhyellä toimitusajalla sekä parantaa valmistustehokkuutta toimitusketjun ylävirrassa. (Olhager 2003)

Jos valmistaja tarjoaa tuotteeseen laajaa räätälöintimahdollisuutta ja tuotteet kustomoidaan valmistuksen aikaisessa vaiheessa, on MTO -tuotantomuoto välttämätön. Vastaavasti räätälöinnin kohdistuessa myöhäisempään valmistuksen työvaiheeseen, kuten kokoonpanoon, on ATO – tuotantomuoto sopiva vaihtoehto tuotantomuodoksi. Täysin standardituotteita on puolestaan mielekästä ohjata MTS – tuotantomuodolla varasto-ohjautuvasti. (Hemmati & Rabbani, 2009),

Tuotteen rakennetta voidaan tarkastella komponenttien määrällä tuoterakenteen eri tasoilla. Tuotteen rakennetta sekä samalla niin sanottua materiaaliprofiilia voidaan kuvata V, A, T ja X kirjaimilla. V -materiaaliprofiili on yleinen prosessituotannossa, jossa lopputuote muodostuu erillisistä raaka-ainevirroista. Esimerkkinä tällaisesta voidaan nähdä sellun ja kartongin valmistus. A ja T – profiilit viittaavat puolestaan erilaisiin kokoonpanomalleihin. A – mallissa nähdään olevan peräkkäisiä kokonpanovaiheita eri tuoterakenteen tasoilla, kun taas T – profiilissa kokoonpanovaiheessa tehdään pienestä määrästä moduuleista suuri määrä erilaisia tuotteita. X – profiili on vastaavasti V ja A-mallien yhdistelmä ja viittaa modulaariseen tuoterakenteeseen. (Olhager & Wikner 1998)

3.2.3 Valmistusperusteiset valintatekijät

Valmistukseen liittyviä tekijöitä ovat tuotannon läpimenoaika, joustavuus, suunnittelupisteiden lukumäärä sekä pullonkaulat. Markkinoiden asettamaan toimitusaikavaatimuksen näkökulmasta tarkasteltuna tuotannon läpimenoaika on näistä tekijöistä kaikkein merkittävin tekijä. Kuten jo aikaisemmin mainittiin tämä suhde asettaa ensisijaisia rajoitteita tuotantomuodon valinnalle. Näin ollen tuotannon läpimenoajan lyhentäminen on yleisesti erityisen tärkeää, koska se vähentää näitä rajoitteita ja johtaa useampaan vaihtoehtoon asiakastilauksen kytkentäpisteelle. (Olhager 2003)

Suunnittelupisteellä tarkoitetaan esimerkiksi työpistettä, jota voidaan pitää kokonaisuutena tuotannon ja kapasiteetin näkökulmasta. Näiden suunnittelupisteiden lukumäärä valmistuksessa vaikuttaa niin ikään eri tuotantomuotojen mahdollisuuksien määrään. Mitä enemmän suunnittelupisteitä, sitä useampaan paikkaan CODP – piste voidaan asettaa. Valmistusperusteisena tekijänä joustavuudella tarkoitetaan lähinnä asetusaikojen pituutta. Lyhyet asetusajat ja siten valmistuksen joustavuus ovat välttämättömiä tilauksesta valmistettaville tuotteille. (Olhager 2003)

Tuotannon pullonkaulan sijainti suhteessa asiakastilauksen kytkentäpisteeseen on kaksijakoinen asia. Resurssien optimoinnin näkökulmasta asiakastilauksen kytkentäpiste on mielekkäämpää sijoittaa tuotannon pullonkaulan jälkeen, koska tällöin pullonkaulaan ei kohdistu kysynnän vaihtelevuutta samassa suhteessa. Just-in-time sekä ja lean – ajattelumallin näkökulmasta puolestaan on asiakastilauksen kytkentäpiste järkevämpi sijoittaa tuotannon pullonkaulan etupuolelle, jotta pullonkaularesurssin ei tarvitsisi työskennellä kuin asiakastilauksille. Asiakastilauksen kytkentäpiste nähdään mielekkäänä asettaa tuotannon pullonkaula etupuolelle, etenkin jos tuotannon pullonkaularesurssia on kallista käyttää. (Olhager 2003)

Alla olevaan taulukkoon 1 on koottu sellaiset tuotantomuodon valintaan vaikuttavat tekijät, joiden ominaisuuksia vertailemalla ja vastakkain asettamalla voidaan arvioida eri tuotantomuotojen sopivuutta. Taulukkoon 2 on puolestaan kerätty sellaiset valintatekijät, joiden ominaisuuksia ei voida tarkastella samalla tavalla vastakkain asettelulla, vaan niiden vaikutus tuotantomuodon valintaan on tapauskohtainen.

Taulukko 1. Vertailtavat tekijät tuotantomuodon valinnassa

	Tuotantomuodot			
Vertailtavat tekijät	**ETO**	**MTO**	**ATO**	**MTS**
Toimitusaikavaatimus	pitkä			lyhyt
Läpimenoaika	lyhyt			pitkä
Kysynnän hajonta	suuri			pieni
Kysynnän volyymi	pieni			suuri
Tuotannon joustavuus	suuri			pieni
Räätälöintimahdollisuus	suuri			pieni

Taulukko 2. Tapauskohtaiset tekijät tuotantomuodon valinnassa (Hallgren & Olhager 2006)

Tapauskohtaiset tekijät	Ominaisuudet
Modulaarinen tuoterakenne	Liittyy tavallisesti ATO -tuotantomutoon.
Materiaaliprofiili (V,A,T, X)	CODP -piste asetetaan tyypillisesti siihen toimitusketjun kohtaan, mistä alkaa toisistaan riippumaton kysyntä.
Tuotannon pullonkaula	Tuottavuuden kannalta CODP -piste järkevämpi asettaa pullonkaulan jälkeen. Myös vaihtoehtoinen näkemys.
Suunnittelupisteiden sijainti ja määrä	Rajoittaa CODP -pisteiden sijaintia, koska se voidaan asettaa vain kahden erillisen suunnittelupisteen välille.

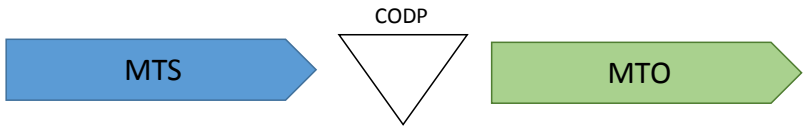
Edellä kuvailtujen tekijöiden lisäksi Huiskonen, Niemi & Pirttilä (2003) esittävät, että asiakastilauksen kytkentäpisteeseen sijaintiin voidaan nähdä vaikuttavan myös eri asiakasprofiilit. Heidän mukaansa tuotantomuodon valinnan yhteydessä asiakkaita tulisi luokitella suhteessa niiden tärkeyteen yritykselle. Asiakkaan tärkeyttä ja houkuttelevuutta voidaan arvioida esimerkiksi asiakaskatteen tai kokonaisostojen määrällä. Toisaalta asiakkaan houkuttelevuutta kuvaa Huiskonen et al. (2003) mukaan asiakkaan ja yrityksen välisen yhteistyön tulevaisuuden kasvupotentiaali.

Tällä tavalla yrityksen asiakkaista voidaan tunnistaa sellaisia asiakasryhmiä, jotka yritys haluaa säilyttää tai joiden kanssa yritys haluaa jopa parantaa asiakassuhdetta. Alustavasti valitun tuotantomuodon vaikutuksia tulisi verrata tärkeiden asiakkaiden tarpeisiin ja varmistaa, että nämä tarpeet voidaan täyttää valitulla tuotantomuodolla. (Huiskonen et al. 2003)

Kirjallisuudessa on useita erilaisia tuotantomuodon valintaa helpottavia malleja. Osa näistä malleista on suhteellisen matemaattispainotteisia ja perustuvat numeeriseen arviointiin. Esimerkiksi Hemmati & Rabatti (2009) esittämä ANP – malli edellyttää eri valintatekijöiden tärkeyden numeerista arviointia. Tällaisten erilaisten valmiiden mallien ja analyysien hyödyntäminen tuotantomuodon valinnassa ei ole kuitenkaan aina välttämätöntä, vaan toisinaan edellä esitettyjen kriteerien vähemmän muodollinen tarkastelu voi antaa riittävän tuen tuotantomuodon valintaan.

3.2.4 Tuotantomuodon merkitys valmistusstrategiassa

Tuotantomuodon valinnalla on laaja merkitys valmistusstrategian muihin päätöksenteon osa-alueisiin. Hallgren & Olhager (2006) esittävät, että CODP – piste toimii vedenjakajana valmistuksen keskittymisalueen määrittämisessä. Heidän ajatuksensa perustuu siihen, että kaikki eri tuotantomuodot jakautuvat periaatteellisella tasolla MTO ja MTS -tuotantomuotoihin. Esimerkiksi ATO – tuotantomuoto voidaan nähdä näiden tuotantomuotojen kombinaationa: MTS -tuotantovaiheet ennen asiakastilauksen kytkentäpistettä täydentävät puolivalmiiden tuotteiden ja moduulien varastoa, kun taas MTO – tuotantovaiheet tilauspisteen jälkeen viimeistelevät tuotteen räätälöinnin tilausten perusteella. (kuva 7)



Kuva 7. ATO – tuotantomuoto voidaan nähdä muodostuvan MTS ja MTO – tuotantovaiheista (Hallgren & Olhager 2006)

Hallgren & Olhager (2006) tunnistavat, että esitetyt MTO ja MTS -perustuotantomuodot edellyttävät toisistaan poikkeavia valmistusstrategian ominaisuuksia. Heidän mielestään MTS – tuotantoympäristössä keskiössä on tuote, mikä edellyttää tuotannolta kustannustehokkuutta ja nopeaa tuotteiden valmistamista. Näin ollen tällaisessa toimintaympäristössä tärkeimmäksi kilpailutekijäksi muodostuu hinta ja avain ominaisuudeksi tuottavuus.

Vastaavasti samat kirjoittajat näkevät MTO – tuotantoympäristön korostavan valmistusprosessia sekä erityisesti sen joustavuuden merkitystä. Tärkeimpinä kilpailutekijöinä MTO – tuotantomuodossa ovatkin heidän mukaansa sekä tuote- että volyymijoustavuus. Lisäksi lyhyt toimitusaika on erityisen olennaista, koska MTO – tuotantovaiheet palvelevat suoraa asiakaskysyntää. Tässä tuotantomuodossa tuotantoprosessi keskittyy toimimaan laajan tuotevalikoiman kanssa sekä toimimaan tehokkaasti siten myös pienillä tuotantoerillä.

Samankaltaisesti Hallgren & Olhager (2006) näkökulman kanssa Mason-Jones et al. (2000) esittelevät asiakastilauksen kytkentäpisteen jakavan valmistuksen lean ja agile-valmistusfilosofioihin, siten että tehokkuutta painottavaa lean -filosofiaa tulisi soveltaa tuotantovaiheille ennen CODP – pistettä ja joustavuutta korostavaa agile -filosofiaa vastaavasti myöhemmille tuotantovaiheille. Tämän tapainen valmistusfilosofioiden yhdistäminen muodostaa perusajatuksen ”leagility” ajattelusta. (Olhager 2012)

Olhager (2003) esittää niin ikään listan valmistusstrategian ominaisuuksista, jotka voidaan nähdä riippuvan tuotantomuodon valinnasta. Hänen mukaansa esimerkiksi asiakastilauksen kytkentäpistettä ennen olevien tuotantovaiheiden kapasiteettimuutokset tulisi seurata ”roikkuen” kysyntää, koska siellä valmistuksen tehtävänä on välivaraston täydentäminen eikä välittömän asiakaskysynnän tyydyttäminen. Vastaavasti suorien asiakastilauksien kanssa tekemisissä olevien MTO – tuotantovaiheiden osalta kapasiteettia tulisi aina olla yli kysyntätarpeen.

	MTS	CODP	MTO
Keskittyminen	Tuote		Prosessi
Kapasiteetti	Seuraa kysyntää		Johtaa kysyntää
Prosessi	Linja, korkean volyymin erät		Työverstas, alhaisen volyymin erät
Laatu	Prosessin laatu		Tuotteen laatu
Organisaatio	Keskitetty		Hajautettu
Tuotantofilosofia	Lean		Agile
Avain ominaisuus	Tuottavuus		Joustavuus
Tavoite	Kustannusten leikkaaminen		Läpimenoajan lyhentäminen
Kilpailutekijät	hinta		Toimitusnopeus, volyymi- ja tuotejoustavuus
Tuotteen ominaisuudet	Standardi komponentit, ennustettava ja korkea kysyntä		Suuri vaihtelevuus ja kustomointi, ennustamaton kysyntä

Kuva 8. Erilaisia valmistuksen ominaisuuksia ennen ja jälkeen CODP – pistettä. (Olhager 2003; Hallgren & Olhager 2006; Olhager 2012)

Yllä olevaan kuvaan 8 on kerätty erilaisia ominaisuuksia, jotka voidaan ajatella jakautuvan valmistusstrategiassa CODP – pisteen mukaisesti. Kokonaisuudessaan valmistusstrategian ei tarvitse olla yhtenäinen tuotteen koko toimitusketjun matkalta, vaan sillä voi olla hyvinkin erilaisia ominaisuuksia. Tuotantomuodon määrittämisen näkökulmasta kuvaa 7 käänteisesti tarkastelemalla on mahdollista arvioida sopivaa CODP – pisteen sijaintia muiden valmistusstrategian elementtien ja lähtökohtien perusteella.

3.3 Kapasiteetin suunnittelu

Valmistusstrategian osa-alueena kapasiteetin suunnittelulla tarkoitetaan karkealla tasolla kysynnän volyymin ja kapasiteetin yhteensovittamista. Kapasiteetin suunnittelun tärkeimpänä tavoitteena on arvioida strategian toteutettavuutta: Riittääkö valmistuksen kapasiteetti esimerkiksi valmistuksen lisäämiseen? Toisena oleellisena kapasiteetin suunnittelun tavoitteena on luoda näkemys siitä, millaisia keinoja yrityksellä on kapasiteetin ja kysynnän yhteensovittamiseksi.

Diplomityössä kapasiteetin suunnittelu nähdään koostuvan neljästä eri vaiheesta perustuen Krajewski & Ritzman (2000, s. 311) esittelemään systemaattiseen lähestymistapaan kapasiteetin suunnittelusta. Kapasiteetin suunnittelun vaiheet ovat seuraavat:

1. Tulevaisuuden kapasiteettitarpeen tunnistaminen
2. Käytettävissä olevan kapasiteetin laskeminen
3. Kuormaprofiilin piirtäminen
4. Eri keinojen tarkastelu kysynnän ja kapasiteetin yhteensovittamiseksi

3.3.1 Tulevaisuuden kapasiteettitarpeen määrittäminen

Tulevaisuuden kapasiteettitarpeen määrittäminen alkaa kysynnän ennustamisesta (Krajewski & Ritzman 2000, s. 311). Kirjallisuudessa esitellään useita erilaisia työkaluja ja teorioita kysynnän ennustamisen helpottamiseksi. Tässä diplomityössä rajataan kuitenkin kysynnän ennustaminen

aihekokonaisuutena pois käsittelystä ja kapasiteetin suunnittelun näkökulmasta se nähdään valmiiksi tehtynä. Oleellista tulevaisuuden kapasiteettitarpeen määrittämisen näkökulmasta on ennustetun kysynnän muuttaminen samoiksi yksiköiksi, joilla tuotannon kapasiteetti on määritelty. (Krajewski & Ritzman 2000, s. 311) Tämä edellyttää mahdollisesti lopputuotteiden kysynnän jakamista valmistusmoduulien tasolle, etenkin jos moduulien valmistus vaatii eri verran tuotannon kapasiteettia.

Kun lopputuotteiden kysyntä on muutettu valmistettavien moduulien kysynnäksi, on seuraavana vaiheena määrittää, kuinka paljon yksittäisten moduulien valmistaminen tarvitsee kapasiteettia. Uusien tuotteiden ja moduulien kohdalla tämä voi olla suhteellisen hankalaa, koska ei ole aikaisempaa tietoa siitä, miten suuri tarvittava työmäärää on eri tuotantovaiheissa. Lisäksi uusien tuotteiden valmistuksessa tapahtuu mahdollisesti oppimista, joten tarvittava työmäärä voi pienentyä valmistettujen tuotteiden määrän lisääntyessä.

Teoriatyökaluna oppimiskäyrä on yksi mahdollinen tapa arvioida sitä, miten tarvittava tuotantoaika kehittyy valmistuskokemuksen lisääntyessä. Oppimiskäyrä perustuu siihen, että työntekijät oppivat tekemään saman työvaiheen koko ajan paremmin toistaessaan samaa työvaiheitta useasti. (Russel & Taylor 2011, s. 338–341) Oppimiskäyrän hyödyntäminen tarvittavan työmäärän ennustamisessa edellyttää jatkuvaa parantamista ja oppimista.

Krajewski & Ritzman (2000, s. 203) mukaisesti oppimiskäyrän piirtämiseen voidaan käyttää logaritmista laskentamallia seuraavin oletuksin:

- vaadittu työaika n+1 kappaleelle on aina vähemmän kuin vaadittu työaika n kappaleelle.
- vaadittu työaika vähenee pienenevässä suhteessa kumulatiivisen tuotannon lisääntyessä
- tarvittavan työajan vähentyminen tapahtuu eksponentiaalisessa suhteessa

Tällöin työvaiheen aika nähdään vähentyvän kiinteän prosenttiosuuden verran aina työtoistojen kaksinkertaistuessa ja oppimiskäyrän kaava voidaan kirjoittaa muotoon:

$$k_n = k_1 n^b \tag{2}$$

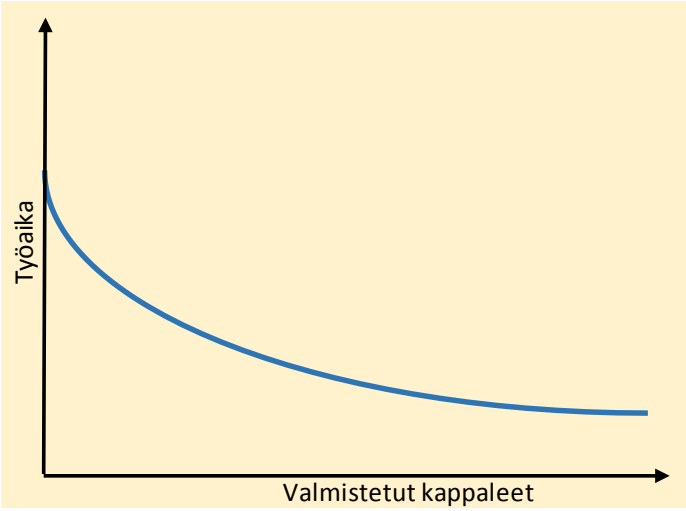
k_1 = työaika n kappaleelle.

k_1 = työaika ensimmäiselle kappaleelle

n = tuotettujen kappaleiden kumulatiivinen määrä

$b = \frac{\log r}{\log 2}$, jossa r = oppimistekijä

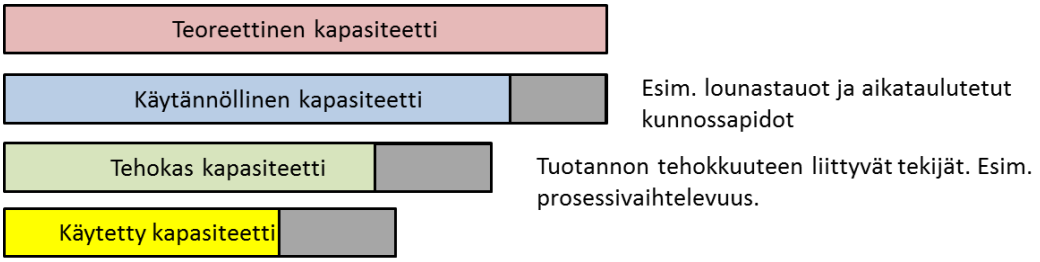
Kuvassa 9 on esitetty esimerkki oppimiskäyrän mukaisesta työajan vähentymisestä. (Krajewski & Ritzman 2000, s. 203; Russel & Taylor 2011, s. 338–341)



Kuva 9. Oppimiskäyrä kuvaa tarvittavan työajan vähentymistä valmistettujen kappaleiden lisääntyessä. (Russel & Taylor 2011, s. 339)

3.3.2 Käytettävissä olevan kapasiteetin laskeminen

Wouters et al. (2012) erottelevat toisistaan teoreettisen, käytännöllisen, tehokkaan sekä käytetyn kapasiteetin. (kuva 10) Teoreettisella kapasiteetilla kuvataan heidän mukaansa suurinta mahdollista kapasiteettia, joka olisi käytettävissä täysin ideaalisessa tilanteessa. Tämä on kuitenkin todellisuudessa epärealistinen tilanne, koska käytännössä aina esiintyy erilaisia häiriöitä, poikkeuksia ja koneiden kunnossapidosta aiheutuvia katkoja.

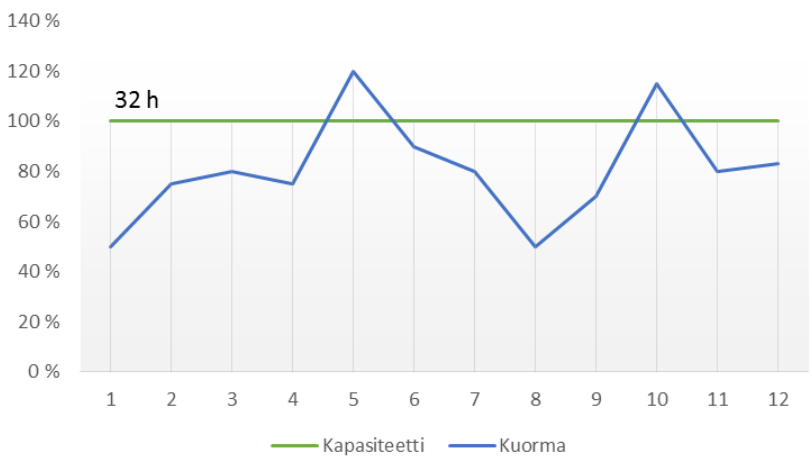


Kuva 10. Kapasiteetin jakautuminen teoreettiseen, käytännölliseen, tehokkaaseen sekä käytettyyn kapasiteettiin (Wouters et al. 2012)

Käytännöllisellä kapasiteetilla voidaan nähdä tarkoittavan sitä aikaa, jonka työntekijä todellisuudessa työskentelee tai tuotantokone on käynnissä. Esimerkiksi aikataulutetut kunnossapidot ja lounastauot vähentävät todellista kapasiteettiaikaa. Tehokas kapasiteetti nähdään ottavan puolestaan huomioon edellä mainittujen asioiden lisäksi sen, kuinka tehokkaasti kone tai työntekijä työskentelee suhteessa standardituotantotasoon. (Russel & Taylor 2011, s. 696) Tuotantoprosessin vaihtelevuus, laatuvirheet, tuotantohäiriöt sekä asetusajat ovat esimerkkejä tuotannon tehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä. (Slack et al. 2010, s. 306 ja 325)

3.3.3 Kuormaprofiilin piirtäminen

Käytettävissä olevan kapasiteetin ja tarvittavan kapasiteetin eroa voidaan analysoida kuormaprofiilin avulla. Russel & Taylor (2011, s. 697) mukaisesti kuormaprofiililla tarkoitetaan graafista vertailua kuorman ja kapasiteetin välillä. Alla oleva kuva 6 on esimerkki kuormaprofiilista. Kuvan 11 kuormaprofiilista voidaan nähdä, että koneen tehokas viikkokapasiteetti on 32 tuntia ja että viikkoina 5 ja 10 kone on ylikuormitettu ja vastaavasti muina viikkoina alikuormitettu.



Kuva 11. Esimerkki kuormaprofiilista. (Russel & Taylor 2011, s. 697)

Tuotantovaiheiden välillä kapasiteettikuorma ei normaalisti jakaudu täysin tasaisesti, vaan jostain tuotannon vaiheesta muodostuu pullonkaula. Eri tuotantovaiheiden kuormaprofiilin piirtämisellä voidaan tunnistaa tuotannon pullonkaulat. Tuotannon pullonkaulan tunnistaminen on olennaista, koska se määrittää koko tuotannon kapasiteetin ja näin ollen se on kapasiteetin suunnittelun keskiössä. (Slack et al. 2010, s. 290)

3.3.4 Keinot kapasiteetin ja kysynnän yhteensovittamiseksi

Russel & Taylor (2011, s. 697) listaavat useita keinoja kapasiteetin ja kysynnän sopeuttamiseksi. Tuotannon alikuorman tilanteissa kapasiteettikuormaa voidaan lisätä heidän mukaansa esimerkiksi siirtymällä tekemään itse sellaisia komponentteja, jotka on aikaisemmin ostettu ulkopuoliselta toimittajalta. Lisäksi tulevaisuuteen aikataulutettujen töiden tekeminen etukäteen on yksi tapa pienentää kapasiteetin alikuormaa, jos tarvittavat raaka-aineet ja komponentit ovat saatavilla. Tämä kuitenkin lisää osaltaan jalostettujen tuotteiden varastointia ja siihen liittyviä kustannuksia. (Russel & Taylor 2011, s. 697–698)

Jos kapasiteetin alhainen käyttöaste on pysyvä tila, työntekijöiden irtisanominen tai työpäivän lyhentäminen voi olla väistämätöntä. Kapasiteetin joustavuutta voidaan lisätä perehdyttämällä työntekijät useampiin tehtäviin, jolloin heitä voidaan siirtää kapasiteettitarpeen mukaisesti toisiin tehtäviin tuotantoyksikössä. Tuotannon volyymijoustavuus lisääntyy samalla tavalla, jos

tuotantokoneiden monikäyttöisyyttä pystytään kasvattamaan. Tällä tavalla valmistusvaiheet eivät ole sidottu yksittäisiin koneisiin, vaan työkuormaa voidaan tasoittaa vaihtelemalla töitä tuotantokoneelta toiselle. (Russel & Taylor 2011, s. 697–698)

Tuotannon ylikuorman tilanteessa kapasiteetin ja kysynnän tasoittamiseksi on kolme päävaihtoehtoa: teoreettisen kapasiteetin lisääminen, töiden siirtäminen kokonaan muualle tai tehokkuuden lisääminen. Teoreettista kapasiteettia voidaan lisätä pidentämällä työvuoroja tai esimerkiksi ottamalla käyttöön kokonaan uusi työvuoro. (Russel & Taylor 2011, s. 697–698) Töiden siirtäminen kokonaan toiselle koneelle tai työpisteelle vapauttaa kapasiteettia, mutta saattaa aiheuttaa yllättävän suuria sivukustannuksia. Jos esimerkiksi koneistettavia moduuleja siirretään työstettäväksi muualle, joudutaan todennäköisesti tekemään uudet koneistuksen tukimuotit sekä koneistusohjelmat. Näiden tekeminen saattaa aiheuttaa suuriakin kustannuksia. Uusien koneistusmuottien tekemisessä on myös hyvä huomioida se, että niiden varastointi vaati usein paljon tilaa.

Slack et al. (2010, s. 325) keskustelevat siitä, että tehokasta kapasiteettiä voidaan lisätä vähentämällä prosessivaihtelevuutta. Heidän mukaansa vaihtelulle prosessissa on kaksi syytä: vaihtelu töiden saapumistahdissa tuotantoprosessiin sekä tuotantoprosessien kestossa. Prosessivaihtelevuuden seurauksena tuotantoresurssin kapasiteetti saattaa välillä olla selvästi ylikuormitettu ja vastaavasti välillä odotella uusia tehtäviä tyhjillään. Tehokasta kapasiteettia on mahdollista parantaa siten vähentämällä vaihtelevuutta esimerkiksi pyrkimällä tasaiseen materiaalivirtaan tuotannossa.

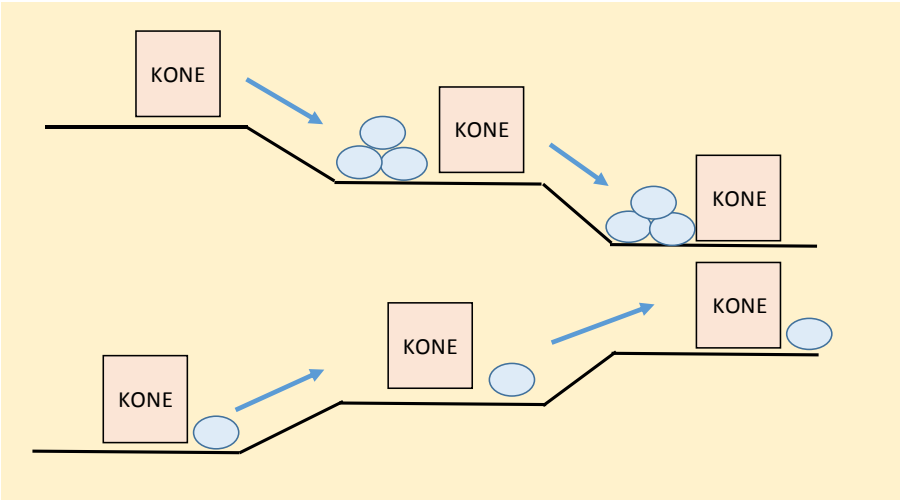
3.4 Materiaaliohjauksen toteutus

Valmistusstrategian osa-alueena materiaalinohjauksen nähdään vastaavan tässä diplomityössä seuraaviin kysymyksiin:

1. Miten materiaalit virtaavat konkreettisesti tuotannossa?
2. Miten isoissa tuotantoerissä valmistusta toteutetaan?
3. Kuinka varastoja ohjataan?

Materiaaliohjauksen perusfilosofian määrittää se, kontrolloidaanko tuotantoa imu- vai työntöohjauksella. Tämä liittyy vahvasti työssä aikaisemmin esitettyyn tuotantomuodon valintaan: tilausohjautuva MTO – tuotantomuoto viittaa imuohjaukseen ja vastaavasti varasto-ohjautuva MTS – tuotantomuoto työntöohjaukseen. (Rushton et al. 2002, s. 168) Työntöohjauksella tarkoitetaan sitä, että tuotannossa valmistusimpulssi tulee aina edelliseltä tuotantovaiheelta ja valmistettavia tuotteita ikään kuin työnnetään eteenpäin tuotannossa. Imuohjauksella tarkoitetaan puolestaan sitä, että valmistusimpulssi tulee aina seuraavalta tuotantovaiheelta. (Sakki 2009, s. 128)

Rushton et al. (2002, s. 168) mukaisesti työntöohjauksessa tuotantovaiheet aikataulutetaan keskitetysti hyödyntäen MRP – järjestelmää. Koska käytännössä usein suunnitelmat ja todellisuus eivät kuitenkaan kohtaa toisiaan täydellisesti, työntö-ohjaukseen liittyy seisonta-aikaa, varastoja ja työjonoja (Slack et al. 2010, s. 289). Imuohjaus liitetään vastaavasti Just-in-time (JIT) -tuotantofilosofiaan, koska imuohjauksella on yleisesti helpompi vähentää keskeneräisen tuotannon määrää. Työntö – ja imuohjauksen eroavaisuutta voidaan tarkastella kuvan 12 mukaisesti ala- ja ylämäkeen: työntöohjaus vierittää töitä seuraavalle tuotantovaiheelle ja imuohjaus vastaavasti ikään kuin vetää töitä ylöspäin edelliseltä vaiheelta. (Slack et al. 2010, s. 290)



Kuva 12. Työntö- ja imuohjausta periaatetta voidaan verrata gravitaation vaikutukseen: työntöohjauksessa kuljetaan alamäkeen ja imuohjauksessa ylämäkeen. (Slack et al. 2010, s. 290)

3.4.1 Tuotannon sommittelu ja materiaalivirran kuvaaminen

Kuinka materialit liikkuvat konkreettisesti tuotannossa riippuu pitkälti siitä, miten tuotannon työpisteet on sijoiteltu tuotantotiloissa toisiinsa nähden. Tuotannossa työpisteiden sommittelun tärkeimpänä tavoitteena onkin näin ollen turvata selkeä ja virtaava materiaalien liikkuminen. Hyvän tuotannon sommittelun muita ominaisuuksia ovat turvallisuuden säilyttäminen, joustavuus, koordinoinnin helpottaminen, työskentelyolosuhteiden parantaminen sekä tilankäytön maksimointi. Tuotannon sommittelu on sinällään tärkeä päätös, koska sen muokkaaminen jälkeenpäin voi olla hankala toteuttaa ja erittäin kallista. Näin ollen tuotantojohtajat ovat useimmiten vastahakoisia sen muuttamiselle. (Slack et al. 2010, s. 179)

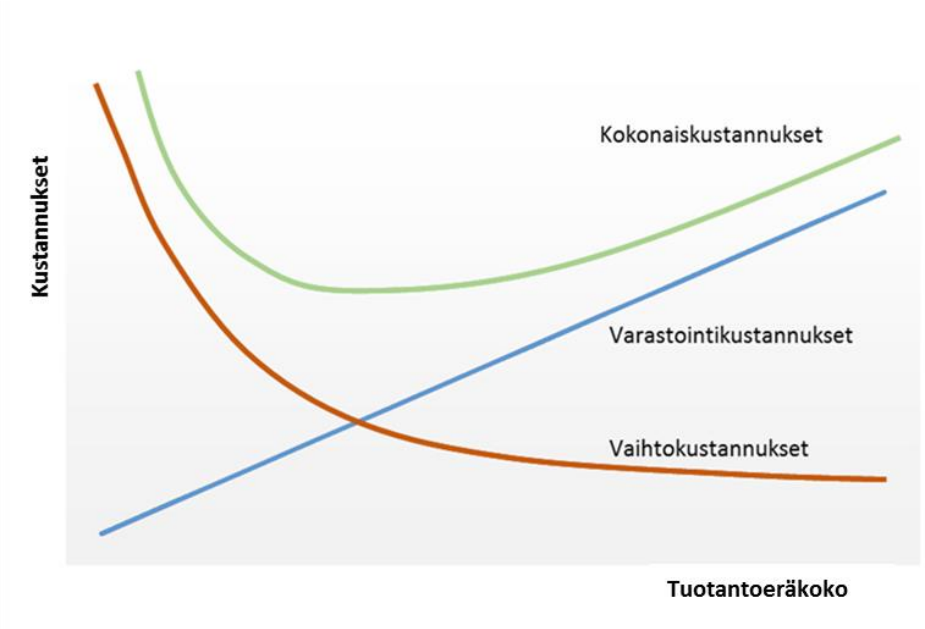
Materiaalivirtaa tuotannossa voidaan kuvata työssä aikaisemmin esiteltyjen toimitusketjukarttojen tapaisella tekniikalla. Tällaisella esitystekniikalla pystytään havainnollistamaan selkeästi, kuinka materiaalit liikkuvat tuotannossa. Havainnollistavan ja selkeän materiaalivirtojen kuvantamisen perusteella voidaan nähdä olevan helpompi analysoida nykyistä tilannetta ja arvioida toteutettavissa olevia mahdollisuuksia materiaalien virtaamiselle.

3.4.2 Tuotantoeräkoko

Optimaalisen tuotannon eräkoon ja samalla valmistussyklin pituuden määrittäminen on erittäin monimutkaista tilanteessa, jossa yksittäinen tuotantokone valmistaa useita erilaisia tuotteita. Chan et al. (2003) mukaisesti optimaalisen valmistussyklin pituuden määrittäminen tällaisessa tilanteessa on kirjallisuudessa todettu NP – täydelliseksi ongelmaksi, joka tarkoittaa analyyttisin keinoin täysin optimaalisen ratkaisun löytämisen olevan mahdotonta tekemättä joitakin oletuksia. (Chan et al. 2003)

Näin ollen tässä diplomityössä tyydytään arvioimaan tuotantoeräkoon suuruutta sen vaikutuksia yleisellä tasolla tarkastelemalla ja sillä tavalla ”riittävän” hyvän ratkaisun löytämiseen. Krajewski & Ritzman (2000, s. 737) mukaisesti tuotantoeräkoon kasvattaminen pidentää yksittäisen tuotteen läpimenoaikaa sekä kasvattaa siten myös toimitusketjun kokonaisvarastotasoa. Vastaavasti tuotantoeräkoon pienentäminen lisää tuotantoerään liittyviä

asetusaikoja ja heikentää siksi tuotannon tehokkuutta. Toisaalta pienet tuotantoerät voidaan nähdä parantavan tuotannon tehokkuutta, koska ne mahdollistavat tasaisemman materiaalivirran ja vähentävät siten kapasiteettikuorman vaihtelevuutta. Lisäksi pienet tuotantoerät parantavat valmistuksen joustavuutta ja suunnittelumahdollisuuksia. (Krajewski & Ritzman 2000, s. 737–738)



Kuva 13. Tuotantoeräkoon vaikutus kokonaiskustannuksiin (Krajewski & Ritzman 2000, s. 554–555)

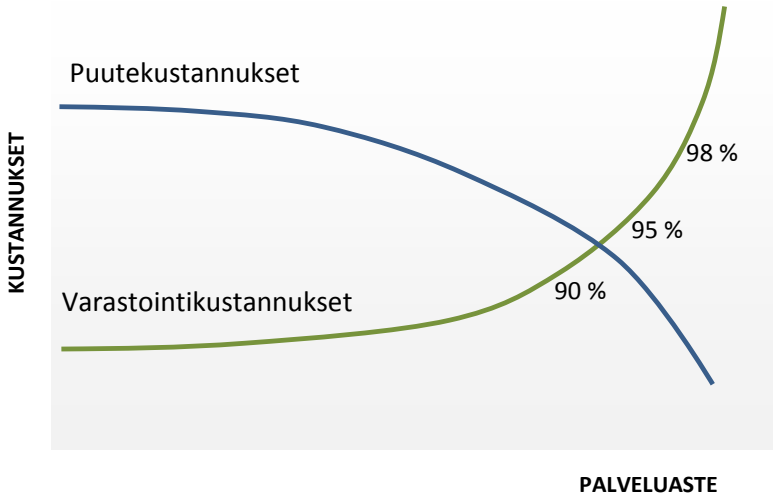
Tuotannoneräkoon optimaalista suuruutta voidaan arvioida tarkastelemalla varastointikustannuksia sekä tuotantoeräkoon vaihtoon liittyvien kustannusten suhdetta. Kuvassa 13 esitetään periaatteellisella tasolla, kuinka tuotantoeräkoon kasvaessa varastointikustannukset lisääntyvät ja vastaavasti asetusajoista riippuvat vaihtokustannukset pienentyvät. Optimaalinen tuotantoeräkoko kuvan 11 mukaisesti on varastointikustannusten ja tuotannon vaihtokustannusten leikkauskohdassa. (Krajewski & Ritzman 2000, s. 554–555)

Tuotantoeräkoon valinnan voidaan nähdä perustuvan myös paljon yksiselitteisempään asiaan kuten koneen yhteen täyskuormaan tai kuljetuskärryn kapasiteettiin. (Karrus 2001, s. 45) Tuotannon eräkoko voi perustua myös siihen, että tietty eräkoko on opittu tapa ja

yksinkertaisesti koettu järkeväksi eräkooksi valmistukselle. Tämän totutun tavan muuttaminen voi osoittautua hankalaksi ja kalliiksi muuttaa.

3.4.3 Varastojen täydentäminen

Varastojen täydennysstrategia perustuu tasapainotteluun tilauskustannusten, puutekustannusten ja varastointikustannusten välillä: Kuinka suurissa erissä varastontäydennys tulisi tehdä ja kuinka paljon varmuusvarastoa tulisi olla, jotta kokonaiskustannukset saataisiin minimoitua? (Rushton et al. 2002, s. 187) Alla olevassa kuvassa 14 havainnollistetaan esimerkinomaisesti, kuinka puutekustannukset voivat pienentyä ja vastaavasti varastointikustannukset lisääntyä palvelutason parantuessa.



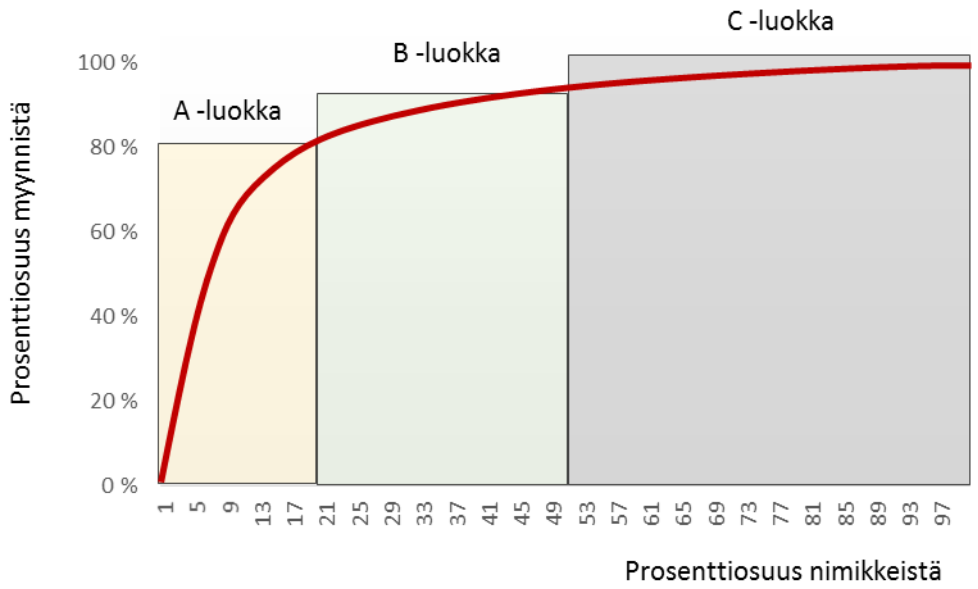
Kuva 14. Varastointikustannukset vs. puutekustannukset. (Lambert & Stock 1992, s. 424)

Varastointikustannukset kasvavat kuvan 14 mukaisesti eksponentiaalisesti palveluasteen parantuessa, jos varmuusvaraston määrittämiseen hyödynnetään tilastollista todennäköisyyttä ja normaalijakaumaa. (Lambert & Stock 1992, s. 424) Puutekustannukset ovat varastointikustannuksia monimutkaisemmat määrittää ja ne ovat usein tapaus- ja

toimialakohtaiset. Palveluaste kuvaa sitä todennäköisyyttä, jolla varastossa ei esiinny puutetilanteita yhden täydennyssyklin aikana. Esimerkiksi 95 prosentin palveluaste tarkoittaa sitä, että 95 prosentin varmuudella nimikkeen kysyntä voidaan täyttää täydennyssyklin aikana ja vastaavasti 5 prosentin todennäköisyydellä esiintyy puutostilanne. (Balakrsihnan & Render 2011)

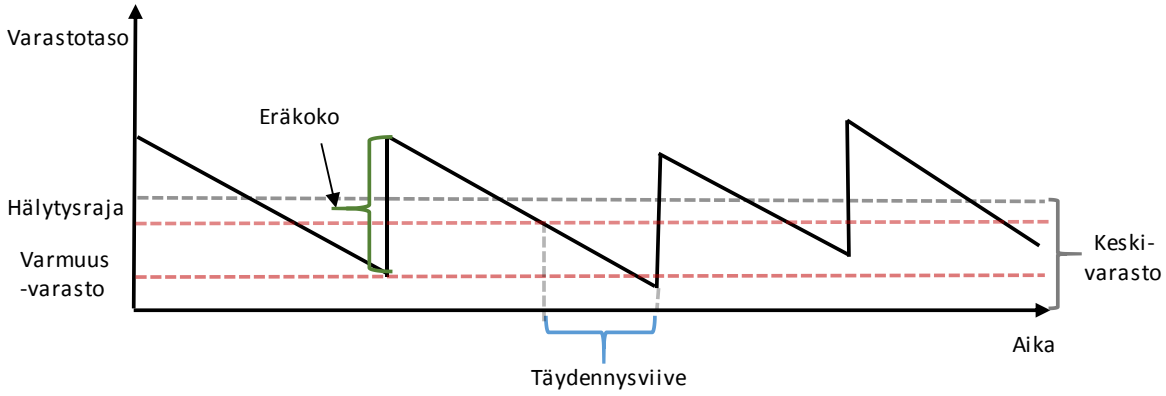
Seuraavaksi työssä esitellään teoriatyökaluina varaston täydennysstrategian muodostamisen helpottamiseksi ABC -analyysi sekä varastonohjauksen menetelmänä tilauspistejärjestelmä. Tekstikappaleen lopussa käsitellään tunnuslukuina varaston kiertonopeus ja varastokustannukset, joilla voidaan arvioida valitun varastonohjaustavan vaikutuksia ja sopivuutta yritykselle.

ABC – analyysi on yksinkertaisimmillaan tuotteiden ryhmittelyä niiden myyntikatteen tai kulutuksen perusteella. Luokittelun perusteella on mahdollista valita sopivimmat varastonohjauksen strategiat eri luokkiin: Ei ole järkeä ohjata kaikkia nimikkeitä samalla tavalla, vaan keskittää ohjausresurssien käyttö kaikkien tärkeimpiin nimikkeisiin. Luokittelussa ”Pareto 80/20” sääntö pitää useimmiten paikkaansa, mikä viittaa siihen, että 20 % prosenttia nimikkeistä kattaa 80 % myynnistä. Nämä nimikkeet muodostavat A – luokan ja niihin kannattaa kiinnittää eniten huomiota varastonohjauksessa. Loput nimikkeistä eivät puolestaan ole niin merkittäviä toiminnan kannalta, eikä niihin kannata käyttää vastaavanlaisesti ohjausresursseja. Nämä nimikkeet muodostavat B ja C – luokat. (kuva 15) (Sakki 2009, s. 90)



Kuva 15. Tyypillinen kuvaaja ABC – analyysista. (Krajewski & Ritzman 2000, s. 737–738)

Tilauspistejärjestelmä on yksi tunnetuimmista toimintamalleista ohjata varastoa. Perusidea tilauspistejärjestelmässä on, että varastolle määritetään varastotaso, jonka alittuessa tehdään täydennystilaus. Tätä varastotasoa kutsutaan hälytysrajaksi tai tilauspisteeksi. (Karrus 2001, s. 43; Rushton et al. 2002, s. 187) Tilauspistemenetelmän periaatetta ja varastoprofiilia on havainnollisesti alla olevassa kuvassa 16.



Kuva 16. Tilauspistejärjestelmän periaate (Stock & Lambert 2001, s. 406)

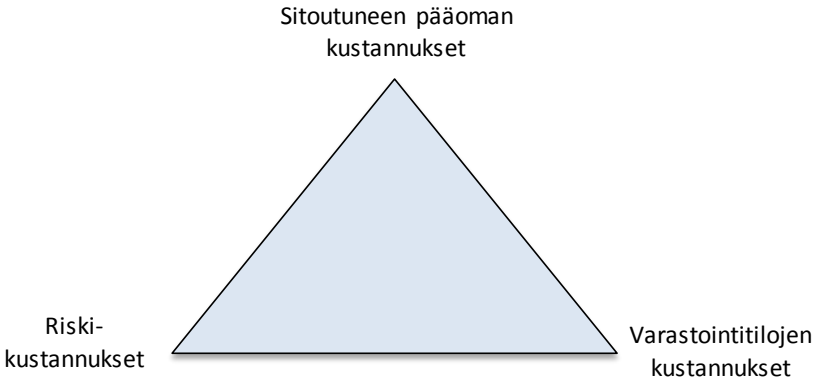
Tilauspiste ja varmuusvarasto voidaan määrittää hyödyntäen joko tilastollista todennäköisyyttä tai niin sanottuja ”peukalosääntöjä”. Jos varastonimikkeen kysyntä on jatkuva ja suhteellisen tasaista, kirjallisuudessa käytetään usein tilauspisteen määrittämiseksi tilastollista todennäköisyyttä ja normaalijakaumaa. Kysynnän ollessa hyvin alhaista normaalijakauman käyttö varastolaskennassa osoittautuu hankalaksi, koska se antaa suurella todennäköisyydellä tällöin myös negatiivisa arvoja. Negatiiviset arvot eivät puolestaan ole sallittuja varastolaskennassa. Sen sijaan Poisson -jakauma voidaan nähdä toimivan varastolaskennassa kuitenkin suhteellisen hyvin myös silloin, kun kysyntä on alhaisempi. (Remaekers & Jansseens 2008) Liitteessä 1 on esitelty laskukaavat, joiden avulla voidaan määrittää tilauspiste ja varmuusvarasto hyödyntäen normaali- tai Poisson -jakaumaa.

Jos kysyntä on erittäin hajanaista eikä sitä voida mielekkäästi ennustaa tilastollisella todennäköisyydellä, tilauspisteen määrittämiseksi käytetään niin sanottua peukalosääntöä. Tämä tarkoittaa yksinkertaisuudessaan sitä, että varmuusvarasto määritellään esimerkiksi vastaamaan 40 päivän kysyntätarvetta tarkastelematta sitä sen tarkemmin todennäköisyysjakaumien perusteella. Jos tuotteen kysyntä on hyvin vähäistä, on mahdollisesti mielekkäämpää tehdä varaston täydennys pelkästään asiakastilausten mukaisesti ja väljentää siten tuotteelle asetettua toimitusaikavaatimusta. (Karrus 2001, s. 43–44)

Valitun varaston täydennysstrategian ja parametrien sopivuutta voidaan arvioida mittaamalla varaston kiertonopeutta sekä tarkastelemalla varastointikustannusten muutosta (Lysons & Farrington 2006, s. 323 - 325) Varaston kiertonopeus lasketaan vuosikulutuksen ja keskivaraston suhteena. Sekä vuosikulutus että keskivarasto arvostetaan kiertonopeutta laskiessa hankintahintaan. Mikä on hyvä arvo varaston kiertonopeudelle, riippuu pitkälti toimialasta ja tuotteesta. (Karrus 2001, s. 176; Sakki 2003, s. 80)

Varastoinnin kustannukset määräytyvät varastotason sekä yrityskohtaisten varastonpitokustannusten perusteella. Varastonpitokustannukset nähdään muodostuvan pääsääntöisesti kolmesta elementistä: varastoon sitoutuneen pääoman kustannuksista, varastointitilojen kustannuksista sekä riskikustannuksesta. (kuva 17) Riskikustannuksilla tarkoitetaan hävikin, vanhenemisen ja epäkuranttiudesta aiheutuvia kustannuksia. Vuosittaiset varastointikustannukset ovat kokonaisuudessaan suuruudeltaan yleensä 15–50 % varaston

arvosta. Tuotekohtaisesti kustannukset voivat vaihdella paljonkin. Esimerkiksi toiset tuotteet menevät nopeammin vanhaksi, toisaalta toiset tuotteet vaativat huomattavasti enemmän varastointitilaa. (Sakki 2009, s.82; Stock & Lambert 2001, s. 368–378)



Kuva 17. Varastonpitokustannukset muodostuvat riskikustannuksista sekä sitoutuneen pääoman ja varastointitilojen kustannuksista.

3.5 Skenaariosuunnittelu

Osana valmistusstrategian muodostamisprosessia suoritetaan skenaariosuunnittelua. Skenaariosuunnittelulla tarkoitetaan erilaisten näkemysten luomista tulevaisuudesta ja sen keskiössä on erityisesti analysointi vaikutuksista, joita erilaisilla tulevaisuuden skenaarioilla on muun muassa yrityksen tavoitteisiin sekä kysyntä ennusteisiin. Tulevaisuuden skenaarioita muodostetaan tekemällä erilaisia oletuksia esimerkiksi taloudellista tai poliittisista trendeistä. Tärkeää skenaariosuunnittelussa on arvioida eri skenaarioiden todennäköisyyksiä ja laatia sopivin strategia niiden mukaisesti. (Lysons & Farrington 2006, s. 59)

3.6 Valmistusstrategian valmiuden arviointi

Mistä tiedetään valmistusstrategian muodostusprosessi olevan valmis? Slack & Lewis (2011, s.296–297) mukaisesti valmistusstrategian muodostumisprosessin valmiutta voidaan tarkastella

sillä, onko muodostettu strategia kokonaisvaltainen: Ovatko kaikki potentiaaliset tekijät ja vaikutukset huomioitu strategiaa muodostaessa? Toisaalta valmistusstrategiaa muodostaessa tulisi myös tarkastella sen yhtenäisyyttä. Yksittäiset päätökset eivät saisi repiä strategiaa erilleen, vaan kaikkien päätösten tulisi viedä strategiaa samaan suuntaan.

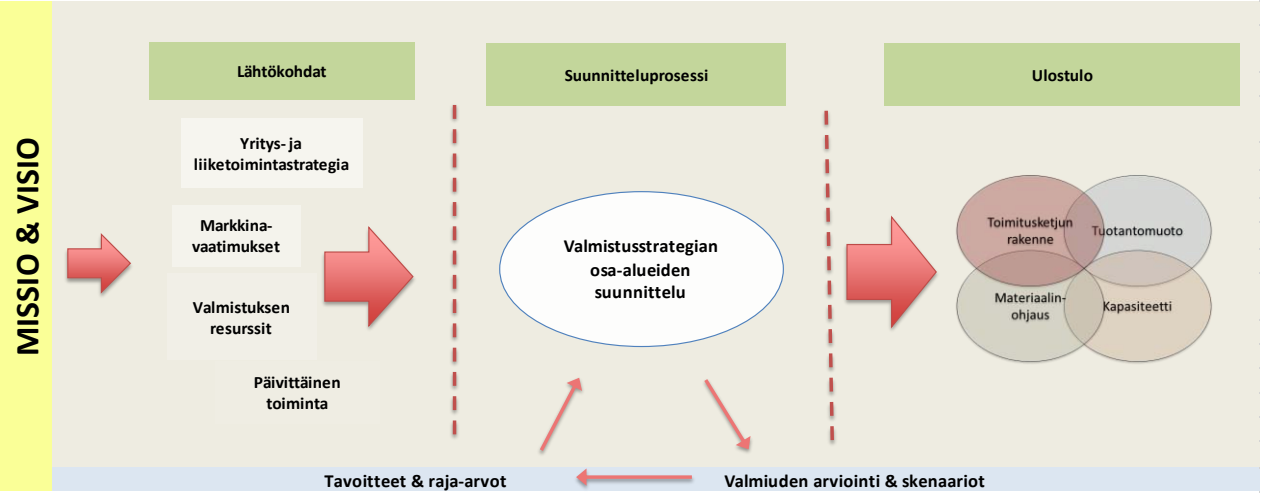
Lisäksi päätökset eri strategian osa-alueissa tulisi heijastaa kilpailutekijöiden todellista tärkeysjärjestystä: Jos kustannustehokkuus on kaikkein tärkein tekijä, silloin myös toimitusketjun rakenne tulisi olla sellainen, että se aidosti tukee kustannustehokkuutta. Vaikka kaikki päätökset ovat tärkeitä ja valmistusstrategian tulisi olla kokonaisvaltainen, strategian on kyettävä myös tuomaan esille kriittisimmät päätöksenteon alueet. Mitkä strategiset valinnat ovat päätöksenä kaikkein tärkeimpiä tehdä ja mitkä päätökset ovat puolestaan vähemmän tärkeitä? (Slack & Lewis 2011, s. 296–297)

3.7 Yhteenveto valmistusstrategian muodostamisesta

Valmistusstrategian muodostamien nähdään alkavan aivan ensimmäisenä yrityksen mission ja vision ymmärtämisellä. Tämän jälkeen tarkastelussa on valmistusstrategian neljä eri näkökulmaa sen lähtökohdista: yritys- ja liiketoimintastrategia, päivittäinen toiminta, markkinavaatimukset sekä valmistuksen resurssit. Nämä neljä eri lähtökohtaa muodostavat valmistusstrategian merkittävimmät rajoitteet sekä myös tavoitteet. Rajoitteiden ja tavoitteiden perusteella suunnitellaan valmistusstrategian päätöksenteon osa-alueet: toimitusketjun rakenne, tuotantomuoto, kapasiteetti sekä materiaalinohjaus. Kaikki neljä eri päätöksenteon aluetta ovat vuorovaikutuksissa toisiinsa ja niitä on käsiteltävä vähintäänkin osittain yhdenaikaisesti.

Valmistusstrategian valmiutta arvioidaan tarkastelemalla strategian kokonaisvaltaisuutta sekä yhdenmukaisuutta. Lisäksi strategisten päätösten suhdetta kilpailutekijöiden tärkeyteen ja itse päätösten kriittisyyttä tulee analysoida. Valittua strategiaa testataan eri skenaarioiden avulla. Tämän perusteella hahmotetaan strategian kyvykkyydet toimia erilaisissa tulevaisuuden skenaarioissa. Skenaarioanalyysi toimii valmistusstrategialle riskianalyysina ja parantaa siten muodostusprosessin kokonaisvaltaisuutta. Kaikkein tärkeintä valmistusstrategian

muodostamisessa on tunnistaa se iteroitavana prosessina. Yhteenveto valmistusstrategian muodostamisesta on esitetty viitekehyksen muodossa kuvassa 18.



Kuva 18. Viitekehys valmistusstrategian muodostamisesta

4 VALMISTUSSTRATEGIAN MUODOSTAMINEN CASE - YRITYKSESSÄ

Diplomityön soveltavassa osuudessa muodostetaan uuden tuoteperheen valmistusstrategia yritykselle, joka valmistaa metsä – ja kaivinkoneiden lisälaitteita. Valmistusstrategian muodostumisprosessi perustuu työn teoriaosuudessa esitettyyn tapaan lähestyä valmistusstrategian muodostamista. Tässä diplomityössä avain asiat, joihin valmistusstrategian tulee pystyä antamaan vastaus, ovat:

1. Miten uuden tuoteperheen valmistus jaetaan eri tuotantoyksiköiden välillä?
2. Valmistetaanko tuotteita tilaus- vai varasto-ohjautuvasti? Onko osa tuotteista esimerkiksi kokoonpano-ohjautuvia?
3. Miten valmistuksen kapasiteetti ja tuotteiden kysyntä sovitetaan yhteen? Onko nykyinen kapasiteetti riittävää kysynnän lisääntyessä?
4. Miten materiaalinohjaus hoidetaan? Kuinka suurissa tuotantoerissä valmistetaan ja miten varastoja ohjataan uuden tuoteperheen osalta?

Yrityksen valmistusstrategia pyritään muodostamaan huomioiden kolme eri kysyntäskenaariota. Merkittävin syy eri skenaarioiden tarkastelemiseen on mahdollisuus uusien asiakkaiden saamiseen lähitulevaisuudessa ja siten huomattava kysynnän lisääntyminen tietyillä malleilla. Lisäksi markkinoilta on saatu paljon positiivista palautetta ja uudelle tuoteperheelle uskotaan lisääntyvää kysyntää. Karkeasti ottaen eri kysyntäskenaariot ovat tässä diplomityössä 0, 50 ja 100 prosentin kasvu nykyiseen vuosikysyntään.

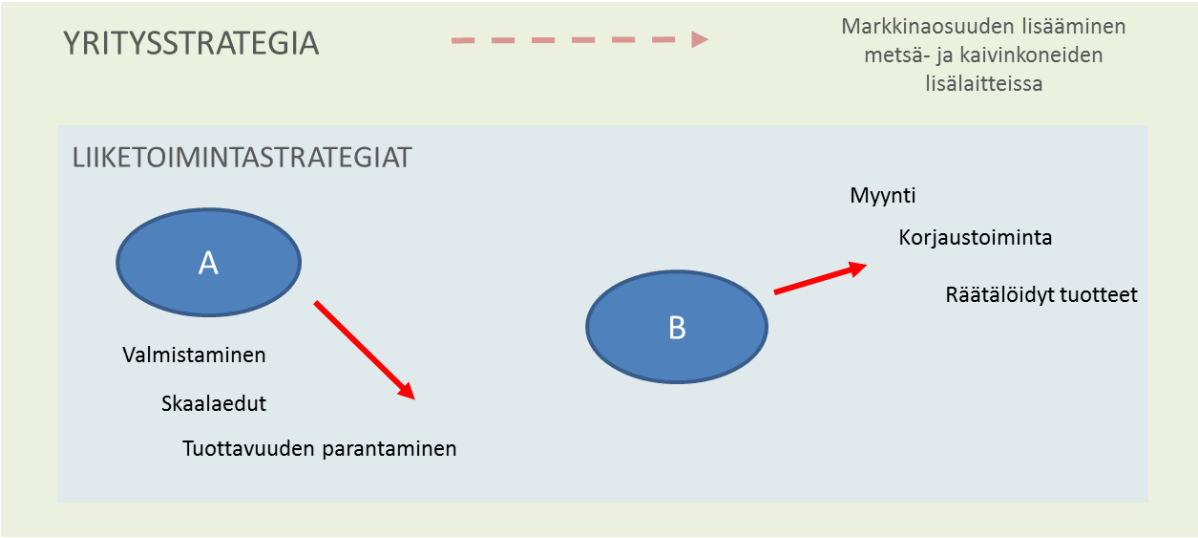
Yrityksen uusi tuoteperhe jakautuu kolmeen kategoriaan tuotteiden käyttötarkoituksen mukaisesti: tukkipuu-, energiapuu- sekä rakennustyömaakategoriaan. Eri mallit eritellään toisistaan tuotteiden koon mukaan. Kaikki lopputuotteet perustuvat modulaariseen tuoterakenteeseen ja eri lopputuotteet, mallista ja käyttöalueesta riippumatta, voidaan valmistaa suhteellisen rajallisella määrällä eri alikokoonpanoja sekä komponentteja. Yritys toimii tällä hetkellä pääsääntöisesti Suomen markkinoilla.

Lisälaitteita on valmistettu aikaisemmin kahden eri liiketoimintayksikön tiloissa siten, että suuri menekkiset kokoluokat on valmistettu liiketoimintayksikössä A ja vastaavasti pienempi menekkiset kokoluokat liiketoimintayksikössä B. Liiketoimintayksiköt eroavat toisistaan selkeästi tilojensa, organisaationsa sekä liiketoimintastrategioidensa osalta.

4.1 Yritys- ja liiketoimintastrategia

Yritys on perheomisteinen ja sen arvomaailma seuraa pitkälti perheyrittämisen tavoitteita. Toimitusjohtajan mukaan yrityksen missio on tehdä liiketoimintaa kunnioittaen sen työntekijöitään ja pyrkien toiminnan jatkuvaan kehittämiseen. Merkittävänä tavoitteena on toiminnan säilyttäminen kannattavan myös seuraaville sukupolville. Yrityksen toimialaksi voidaan määritellä kaikki toiminta, joka tukee työskentelyä metsä- ja kaivinkonelaitteilla. Yrityksen visiona on olla merkittävin toimija tällaisilla markkinoilla.

Yrityksen vision perusteella määräytyy yritysstrategian yhdeksi tavoitteeksi valmistustoiminnan lisääminen merkittävästi uuden tuoteperheen osalta. Liiketoimintayksikkö A:n strategiana on yrityksen johdon mukaan valmistuksen kehittäminen tuotantoa lisäämällä ja siten skaalaetuja hankkimalla. Tuottavuuden parantaminen on tämän liiketoimintayksikön merkittävin yksittäinen tavoite. Liiketoimintayksikkö B keskittyy strategiansa mukaisesti myynnin lisäämiseen sekä palvelemaan asiakasta juuri sen tarpeiden mukaisesti. Tässä liiketoimintayksikössä keskiössä ovat korjaustoiminta sekä räätälöidyt tuotteet. (kuva 19)



Kuva 19. Käsiteltävän yrityksen yritys-ja liiketoimintastrategioiden tavoitteet.

4.2 Markkinavaatimukset

Yrityksen markkinavaatimuksia tutkittiin haastattelemalla asiakasrajapinnassa työskenteleviä myyntihenkilöitä. Heidän mukaansa asiakkaista voidaan tunnistaa kaksi eri asiakassegmenttiä. Ensimmäisen asiakassegmentin muodostavat asiakkaat, jotka ostavat tukki- ja energiapuun käsittelyyn tarkoitettuja malleja. Tällaisia asiakkaita ovat muun muassa metsäkoneyrittäjät sekä metsäkoneiden valmistajat. Toisena selkeästi erottuvan asiakassegmenttinä ovat kaivinkoneyrittäjät, jotka ostavat rakennustyömaalle tarkoitettuja malleja. Asiakassegmenttien tarpeet ja mieltymykset eroavat toisistaan ja korostavat siten erilaisia kilpailutekijöitä yritykseltä. Seuraavaksi työssä esitetään näitä yrityksen kilpailutekijöitä järjestelmällisesti 4K – mallin avulla. Lisäksi kilpailutekijät on jaettu edelleen tilauksia voittaviin ja tilauksia rajoittaviin tekijöihin sekä kilpailutekijöiden painoarvoa suhteessa toisiinsa on arvioitu.

4.2.1 Kanava

Kilpailutekijäluokkana kanavalla tarkoitetaan toimitusaikaa ja -varmuutta. Molemmissa asiakassegmenteissä toimitusaika on merkittävä tilauksia rajoittava tekijä. Myyntihenkilöiden

arvioiden mukaan 2 viikkoa on sellainen kipuraja, jota pidempi toimitusaika laskee myyntiä selkeästi. Vastaavasti toimitusajan ja -määrän luotettavuus on niin ikään tilauksia rajoittava tekijä, mutta se ei kuitenkaan ole kummassakaan asiakassegmentissä niin merkittävä tekijä kuin toimitusajan pituus.

4.2.2 Kustannukset

Kustannukset nähdään metsäkoneasiakkaille kaikkein merkittävimpänä tilauksia voittavana tekijänä, koska metsäkoneiden lisälaitteiden osalta on totuttu alhaisiin hintoihin ja vastaavasti siihen, että varsinainen metsäkone on puolestaan usein hyvin kallis. Kaivinkoneurakoitsijoille hinta ei puolestaan ole niinkään tilauksia voittava tekijä, koska kaivinkoneiden lisälaitteet ovat yleisesti kalliita ja niistä ollaan siten valmiita maksamaan enemmän.

4.2.3 Kyky palvella

Tukki-ja energiapuumallien asiakkaille on hyvin tärkeää, että tuote on käyttäjälleen juuri sopiva ja maksimoi siten toiminnan tuottavuuden käyttökohteessaan. Näin ollen tuotemallien määrä on merkittävä kilpailutekijä tässä asiakassegmentissä. Kaivinkonetuotteissa ei ole olennaista tuotemallien määrä, koska lisälaitteita käytetään tässä ympäristö monenlaiseen käyttöön. Lisälaitteelta odotetaan enemmänkin monipuolisuutta kuin erinomaista sopivuutta johonkin yksittäiseen tehtävään. Erikoisräätälöinti nostetaan kilpailutekijänä usein esille asiakasrajapinnan haastatteluissa, mutta todellisuudessa sen osuus myynnistä on suhteellisen merkityksetön. Erikoisräätälöinneillä voidaan nähdä olevan kuitenkin merkitystä uusien ”hittituotteiden” kehityksessä ja siksi sitä ei tulisi täysin laiminlyödä.

4.2.4 Konfiguraatio

Tuotteen konfiguraatioon ja laatuun kuuluu kilpailutekijöitä, jotka määrittävät asiakkaan ostopäätöstä molemmissa asiakassegmenteissä. Esimerkiksi kestävyys ja tuotteen tekninen

suorituskyky ovat merkittäviä tilauksia voittavia tekijöitä. Vastaavasti visuaalinen laatu vaikuttaa asiakkaiden ostopäätökseen tilauksia rajoittavana tekijänä. Tuotteiden on näytettävä riittävän ”hyvälle”, että asiakas harkitsee niiden ostamista. Toisaalta tuotteen ulkoasun tarkempi viilaaminen ei välttämättä lisää asiakastilausten määrää.

Muina kilpailutekijöinä voidaan nähdä yhteistyö tunnettujen metsäkonevalmistajien kanssa sekä suomalaisuus. Yhteys tunnettuihin metsäkonevalmistajiin vahvistaa mielikuvia yrityksestä laadukkaana toimijana ja siksi se voidaan nähdä sellaisena kilpailutekijänä, joka erottaa yrityksen sen kilpailijoistaan. Suomalaisuudella on osaltaan merkittävä vaikutus siihen, että asiakas mieltää tuotteen laadukkaaksi.

Taulukossa 3 on esitetty asiakassegmenttien tarpeet ja mieltymykset yrityksen kilpailutekijöinä. Kilpailutekijät on luokiteltu 4K – mallin mukaisesti. Tilauksia voittavilla ja tilauksia rajoittavilla tekijöillä sekä kilpailutekijöiden painoarvoilla on havainnollistettu kilpailutekijöiden suhteellista tärkeyttä toisiinsa nähden. Numerona painoarvo 5 tarkoittaa kaikkein merkittävintä ja vastaavasti numerona 1 vähiten merkitsevää kilpailutekijää.

Taulukko 3. Yrityksen kilpailutekijät asiakassegmenteittäin

		Perusmallit tukki & energia			Kaivinkonemallit		
4K	**Kilpailutekijä**	Tilauksia voittava tekijä	Tilauksia rajoittava tekijä	Painoarvo (1-5)	Tilauksia voittava tekijä	Tilauksia rajoittava tekijä	Painoarvo (1-5)
Kanava	toimitusaika		x	4		x	5
	toimitusvarmuus		x	3		x	3
Kustannukset	hinta	x		5		x	2
Kyky palvella	erikoisräätälöinti	x		2	x		2
	tuotemallien määrä	x		4		x	1
Konfiguraatio	tekninen suorituskyky	x		5	x		4
	kestävyys	x		4	x		3
	visuaalinen laatu		x	3		x	3
Muut kilpailutekijät	yhteys metsäkonevalmistajiin	x		3	x		2
	suomalaisuus		x	4		x	4

4.3 Valmistuksen resurssit ja päivittäinen toiminta

Valmistuksen resursseilla tarkoitetaan muun muassa yrityksen koneita, henkilöstöä ja prosesseja sekä erityisesti niiden muodostamia kyvykkyyksiä. Lisäksi hankalasti havaittavissa olevat resurssit, kuten maine ja toimittajasuhteet, ovat valmistuksen resursseja. Päivittäinen toiminta valmistusstrategian lähtökohtana viittaa siihen, että strategiaa muodostaessa huomioidaan organisaation kokemukset päivittäisen toiminnan pyörittämisestä.

Tässä diplomityössä päivittäisen toiminnan kokemukset ja valmistusresurssien kyvykkyydet nähdään täydentävän toisiaan eikä työn soveltavassa osuudessa nähdä oleellisena erotella näitä kahta eri valmistusstrategian lähtökohtaa toisistaan. Valmistusstrategian lähtökohtana valmistuksen resursseja ja päivittäisen toiminnan kokemuksia analysoidaan listaamalla valmistuksen vahvuuksia ja heikkouksia liiketoimintayksiköittäin. Analyysi perustuu tuotannon työntekijöiden ja toimihenkilöiden haastatteluihin. Vahvuuksien ja heikkouksien analysointi on erityisen hyödyllinen työn myöhemmässä vaiheessa, kun työssä muodostetaan näkemys uuden tuoteperheen toimitusketjun rakenteesta osana valmistusstrategiaa.

4.3.1 Tuotantoyksikkö A:n vahvuudet ja heikkoudet

Tuotantoyksikkö A:n valmistuksellisena vahvuutena on suurin osa tuotannollisista prosesseista: hitsaaminen, koneistus ja maalaus. Verrattuna tuotantoyksikkö B:hen tämän tuotantoyksikön vahvuuksia ovat myös toiminnanohjausjärjestelmä sekä sertifioitu laatujärjestelmä. Asiakkaan näkökulmasta tuotannon laadun takeena voidaan nähdä olevan erinomainen maine tunnetun yrityksen alihankkijana. Kokonaisuudessaan tätä tuotantoyksikköä kuvaa organisaation ja tilojen valmistusystävällisyys ja huomioitavaa on myös yksikön kokemus uudelle tuoteperheelle suunnitellusta valmistustavasta.

Valmistuksen resursseja ja päivittäisen toiminnan kokemuksia tarkastelemalla nousee esille kuitenkin myös osa-alueita, jotka eivät ole tuotantoyksikön vahvuuksia ja joissa voidaan mieltää olevan kehityspotentiaalia tulevaisuudessa. Tällaiset osa-alueet on ymmärrettävä, koska ne vaikuttavat osaltaan myös rajoittavana tekijänä uutta valmistusstrategiaa

muodostaessa. Esimerkiksi tällä hetkellä tuotantoyksikön vahvuuksia eivät ole tuotantoprosessina sinkous, koska sinkouslaite on suhteellisen vanha ja prosessina sinkous on työnjohtajan mukaan nykyisin väljästi koordinoitu. Lisäksi tuotteiden räätälöinti todetaan häiritsevän muuta tuotantoa ja näin ollen tuotejoustavuus voidaan nähdä tuotantoyksikön valmistuksellisena heikkoutena.

Työntekijöiden haastatteluiden perusteella materiaalinohjaus osoittautuu osa-alueeksi, johon toivotaan parannusta tulevaisuudessa. Muun muassa tuotannon seurattavuudessa sekä keskeneräisen tuotannon määrässä nähdään olevan parannettavaa. Valmistuksen resurssina varastointitilojen rajallisuus tulee huomioida. Uusi valmistusstrategia tulisi olla sellainen, ettei se lisäisi merkittävästi raaka-aineiden eikä keskeneräisen tuotannon varastoa.

Tuotantoprosessin vaihtelevuudesta kertoo se, että välillä esimerkiksi koneistuksessa joudutaan odottamaan komponentteja edelliseltä tuotantovaiheelta ja välillä kuormaa kasaantuu rykelmissä. Lisäksi kapasiteetin hallinnassa on kehitettävää, koska joillakin työpisteillä on paljon vapaata kapasiteettiä ja toisilla työpisteillä ollaan tuotantoaikataulua jäljessä. Nämä valmistuksen osa-alueet voidaan nähdä kokonaisuudessaan heijastuvan siihen, että valmistuksen tuottavuutta ei ole saatu halutulle tasolle.

Taulukkoon 4 on kerätty edellä esitetyn tuotantoyksikkö A:n vahvuudet ja heikkoudet. Taulukossa numeromerkintä vahvuuksien ja heikkouksien perässä kuvaa niiden suhdetta toisiinsa siten, että numero 5 vahvuuden perässä tarkoittaa merkitsevyydeltään kaikkein suurinta. Toisaalta numeromerkinnällä pyritään työn myöhemmässä vaiheessa tunnistamaan kahden tuotantoyksikön väliset eroavaisuudet: Eri tuotantoyksikön vahvuudet eivät ole välttämättä saman tasoisia toisen tuotantoyksikön vahvuuksien kanssa.

Taulukko 4. Tuotantoyksikkö A:n vahvuudet ja heikkoudet valmistuksen resurssien ja päivittäisen toiminnan näkökulmasta

VAHVUUDET	HEIKKOUDET
Hitsaaminen (5)	**Sinkousprosessi (2)**
Hitsaus robootti	Kesto
Useita hitsaussoluja	Koordinointi
Hitsaus tieto-taito	**Materiaalinohjaus (3)**
Koneistus (5)	Tuotannon seurattavuus
Useita koneistuskeskuksia	Prosessivaihtelevuus
Maalaus (5)	Keskeneräinen tuotanto
Paljon kapasiteettia & joustava	**Varastotilat (3)**
Toiminnanohjausjärjestelmä (3)	Tilat rajalliset
Tuotannolliset prosessit	**Tuote joustavuus (2)**
Tuotannon maine & laatu (4)	Tuotteiden räätälöinti
Sertifioitu laatujärjestelmä	**Kapasiteetin hallinta (3)**
Tunnetun toimijan alihankkija	Kapasiteettikuorman jakautuminen
Kokemus uudesta valmistustavasta (4)	Tuotantolaitteiden käyttöaste
Valmistusystävälliset tilat (4)	
Valmistukseen tottunut organisaatio (5)	

4.3.2 Tuotantoyksikkö B:n vahvuudet ja heikkoudet

Tuotantoyksikkö B:n merkittävimmäksi vahvuudeksi mielletään haastattelujen perusteella myynnin ja valmistuksen välinen läheinen yhteistyö, jota edesauttaa myynnin ja valmistuksen sijaitseminen fyysisesti samoissa tiloissa. Lisäksi tuotantoyksiköllä on johdon mukaan kymmenien vuosien kokemus asiakaspalvelusta ja he ovat tottuneet kuuntelemaan ja palvelemaan asiakasta sen tarpeiden mukaisesti. Tuotantoyksikössä on vahva kokemus korjaustoiminnasta, mikä osaltaan lisää mahdollisuuksia tuotejoustavuuteen.

Tuotantoyksikkö B:llä on käytössä hitsausrobotti ja uusi koneistuskeskus, mutta valmistuksellisesti yksikössä nähdään haastattelujen perusteella olevan enemmän kehityskohteita verrattuna tuotantoyksikkö A:han. Joka tapauksessa hitsaaminen ja koneistus ovat haastattelujen perusteella yksikön muihin valmistusprosesseihin nähden tuotantoyksikössä vahvuuksia ja koneiden ja laitteiden osalta siellä on mahdollisuus suorittaa nämä valmistusvaiheet vastaavalla tavalla kuin tuotantoyksikkö A:ssa.

Haastattelujen mukaan organisaatioon vuosien varrella muodostunut valmistuskulttuuri on keskittynyt korjaustoiminnan ja räätälöintityön ympärille, eikä valmistustoiminta suoranaisesti tue sarjamaista tuotantoa vastaavalla tavalla kuin tuotantoyksikkö A:ssa. Yksittäisenä tuotantoprosessina maalaus on aiheuttanut viime aikoina eniten ongelmia. Tällä hetkellä se ostetaan ulkopuoliselta toimijalta, jonka toimitusajat ovat pitkät. Lisäksi maalauksen laatuun ei olla oltu täysin tyytyväisiä.

Yksikön toiminnanohjausjärjestelmä on suunniteltu yksikön tärkeää myyntityötä varten, mutta se ei tue tarpeeksi esimerkiksi tuotannon komponenttivaraston hallintaa. Lisäksi kapasiteetin hallinnassa ja materiaalinohjauksessa todetaan esiintyvän samanlaisia ongelmia kuin tuotantoyksikkö A:lla. Taulukkoon 6 on kerätty edellä esitetyt tuotantoyksikkö B:n vahvuudet ja heikkoudet. Taulukon numeromerkinnät on laadittu samassa suhteessa aikaisemmin tuotantoyksikkö A:lle asetettujen numeroiden kanssa.

Taulukko 5. Tuotantoyksikkö B:n vahvuudet ja heikkoudet valmistuksen resurssien ja päivittäisen toiminnan näkökulmasta

VAHVUUDET	HEIKKOUDET
Hitsaaminen (3)	**Maalaus (1)**
Hitsaus robootti	Kesto
Kokemusta hitsauksesta	Laatu
Koneistus (3)	**Tuotannnon laatu (2)**
Uusi koneistuskeskus	Ei sertifioitua laatujärjestelmää
Myynnin ja valmistuksen yhteistyö (5)	Tuotteiden laatu
Fyysinen läheisyys	**Toiminnanohjausjärjestelmä (1)**
Kokemus asiakaspalvelusta	Suunniteltu myyntiympäristöön
Tuotejoustavuus (5)	**Varaston hallinta (2)**
Kokemus korjaustoiminnasta	**Materiaalinohjaus (3)**
	Tuotannon seurattavuus
	Prosessivaihtelevuus
	Keskeneräinen tuotanto
	Kapasiteetin hallinta (2)
	Kapasiteettikuorman jakautuminen
	Tuotantolaitteiden käyttöaste

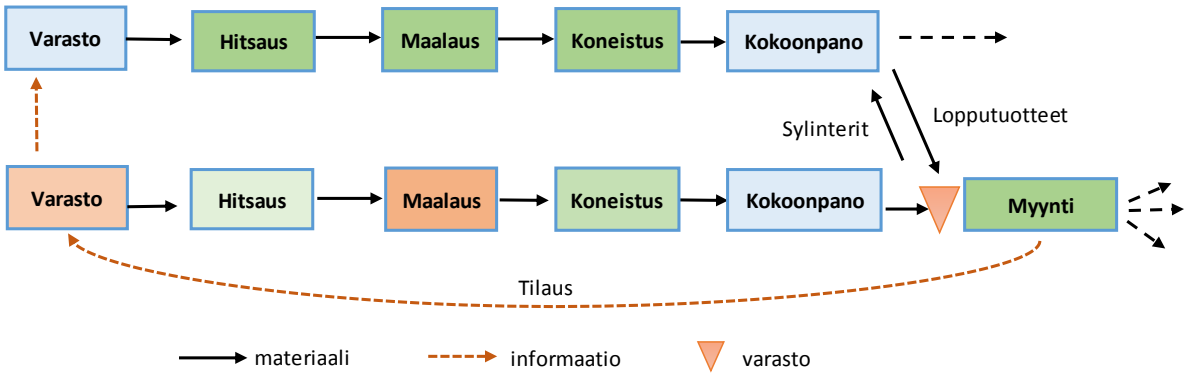
4.4 Toimitusketjun rakenne

Valmistusstrategian päätöksenteon osa-alueena toimitusketjun rakenne vastaa tässä diplomityössä siihen, miten uuden tuoteperheen osalta valmistustoimintaa tulisi jakaa tuotantoyksiköiden A ja B välillä. Päätöstä lähestytään kuvaamalla nykyistä tilannetta toimitusketjukartan avulla ja linkittämällä tähän nykyisen toimitusketjun vahvuuksia ja heikkouksia. Lisäksi toimitusketjun olennaisimmat materiaali ja informaatiovirrat havainnollistetaan. Tämän jälkeen työssä muodostetaan ehdotelma uuden tuoteperheen toimitusketjun rakenteesta ja arvioidaan sitä suhteessa markkinoiden vaatimuksiin, liiketoimintastrategiaan, valmistuksen resursseihin sekä päivittäisen toiminnan kokemuksiin.

4.4.1 Toimitusketjukartta nykytilanteesta

Kuvassa 20 on esitetty toimitusketjukartta siitä, kuinka materiaali ja informaatio liikkuvat tuotteiden osalta nykyisessä toimitusketjussa. Ylempi toimitusketju kuvassa esittää tuotantoyksikkö A:ssa tapahtuvia tuotannonvaiheita ja vastaavasti alempi toimitusketju tuotantoyksikkö B:n vaiheita. Toimitusketjukartan mukaisesti tilaus-toimitus – prosessi toimii karkeasti siten, että myynti tekee tilauksen valmistevarastotasojen perusteella ja tilaus ohjataan riippuen tuotemallista tuotantoyksikkö A:n tai B:n valmistuksen läpi työntöohjauksena. Pääsääntöisesti 90 % lopputuotemalleista siirtyy molempien tuotantoyksiköiden kokoonpanon jälkeen tuotantoyksikkö B:n valmistevarastoon, josta tuotteet toimitetaan myyntiorganisaation kautta asiakkaille.

Valmistuksen resursseista ja päivittäisen toiminnan kokemuksista kumpuavat toimitusketjun vahvuudet ja heikkoudet havainnollistetaan toimitusketjukartassa käyttäen värikoodeja. Tumman vihreällä värillä kuvataan yrityksen ydinosaamisalueita. Näitä ovat kuvan mukaisesti tuotantoyksikkö A:ssa hitsaus, maalaus ja koneistus sekä vastaavasti tuotantoyksikkö B:ssä myynti. Toimitusketjun vaiheista tuotantoyksikkö B:n ulkopuoliselta ostama maalaus on merkitty kaikkein punaisemmalla värillä, jotta se erottuisi toimitusketjun heikoimpana yksittäisenä vaiheena.



Kuva 20. Uuden tuoteperheen toimitusketju nykyisellä toiminnalla

Tuotantoyksikkö B:n hitsaus ja koneistus on esitetty ydinosaamisalueita haaleammalla vihreän värillä, vaikka erityisesti koneistukseen on olemassa suhteellisen hyvät resurssit. Tuotantoprosesseina ne eivät ole kuitenkaan yrityksen ydinosaamisalueiden tasolla. Molempien tuotantoyksiköiden kokoonpanosolut voidaan nähdä olevan tulevaisuudessa samalla tasolla ja päätöksenteon kannalta ne on merkitty neutraaliksi. Yksikkö A:n varasto merkitään toimitusketjukartassa niin ikään neutraalina resurssina. Sen sijaan tuotantoyksikkö B:n varastointi nähdään toimitusketjun heikkona kohtana.

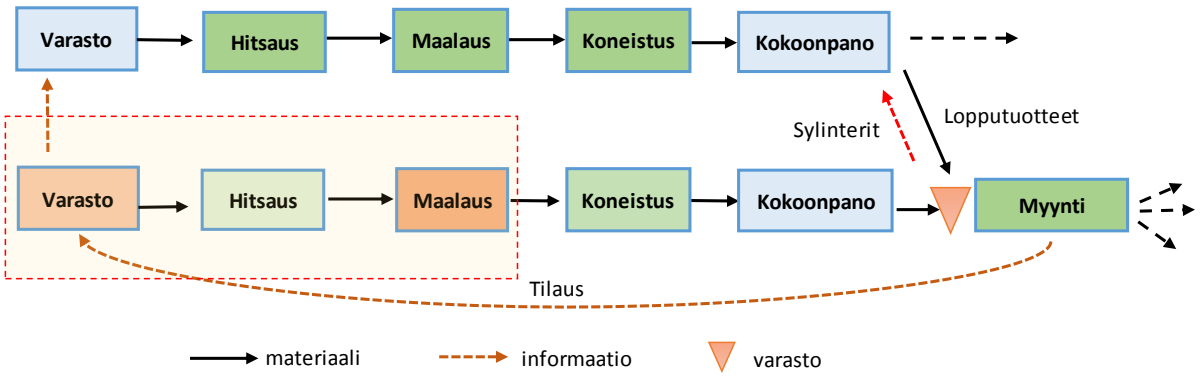
Yksittäisiä materiaalivirtoja tarkastellessa eniten huomiota kiinnittää se, että tuotantoyksikkö B:ssä valmistettujen sylinterien materiaalivirta tekee silmukan tuotantoyksikkö A:ssa: Sylinterit siirrettään tuotantoyksikkö A:han, jossa ne kokoonpannaan tuotteeseen ja toimitetaan kokoonpantuina lopputuotteisiin takaisin yksikkö B:n valmistevarastoon. Näin ollen sylinterit tekevät ikään kuin kierroksen toisessa tuotantoyksikössä ja palaavat takaisin lähtöpaikkaansa. Jos asiaa tarkastellaan pelkästään materiaalivirran näkökulmasta, kierros voidaan nähdä toimintana, joka ei lisää tuotteen asiakasarvoa.

4.4.2 Ehdotelma toimitusketjun rakenteesta

Ensisijainen vaihtoehto uuden tuoteperheen toimitusketjun rakenteesta muodostetaan edellä esitetyn toimitusketjukartan sekä erityisesti siinä ryhmiteltyjen toimitusketjun vahvuuksien ja heikkouksien perusteella. Ehdotelma toimitusketjun rakenteesta muodostetaan tekemällä seuraavat oletukset:

- Tuotteiden valmistaminen keskitetysti on tehokkaampaa.
- Asiakaskysynnän tyydyttäminen tuotantoyksikkö B:ssä sijaitsevan keskusvaraston kautta on järkevää ja näin ollen tuotemalleista 90 % kiertää myös tulevaisuudessa asiakkaalle sen kautta.
- Tuotantovaiheiden ulkoistaminen muualle ei nähdä tässä vaiheessa järkevänä.
- Toimitusketjun heikkouksien muuttaminen vahvuuksiksi vaatii kohtuuttomia investointeja ja nykyiset vahvuudet arvioidaan ydinosaamiseksi myös tulevaisuudessa.

Toimitusketjun vahvuuksia ja heikkouksia tarkastelemalla tehdään päätelmä siitä, että varastointi ja maalaus on mielekästä toteuttaa keskitetysti tuotantoyksikkö A:ssa. Näiden tuotantovaiheiden väliin jäävä hitsausta ei irrallisena tuotantovaiheena ole myöskään mielekästä säilyttää tuotantoyksikkö B:ssä, koska se edellyttäisi komponenttien siirtelyä edestakaisin tuotantoyksiköstä toiseen. (kuva 21)

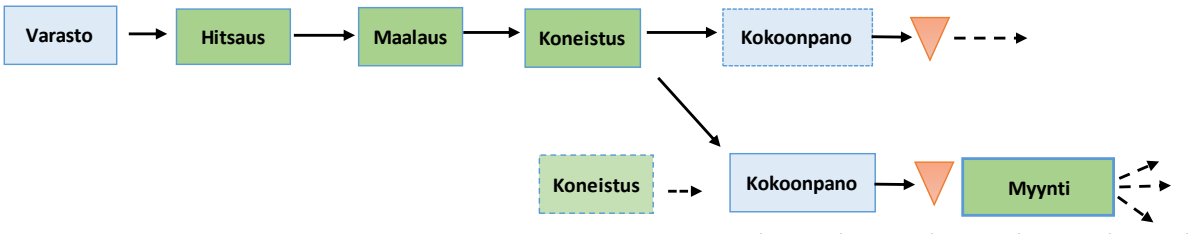


Kuva 21. Toimitusketjun vaiheita voidaan karsia pois tarkastelemalla niiden vahvuuksien ja heikkouksien perusteella.

Alustavasti koneistuksen säilyttämistä molemmissa tuotantoyksiköissä voidaan perustella sillä, että se on molempien tuotantoyksiköiden vahvuuksia. Tässä vaiheessa valmistusstrategian muodostamista koneistus merkitään osaksi yksikkö A:n tuotantoa sekä optioksi myös tuotantoyksikkö B:hen. Tuotantoyksikkö B:n koneistus hyväksytään pysyvästi osaksi ehdotelmaan toimitusketjun rakenteesta, mikäli diplomityön myöhemmässä tarkastelussa kapasiteettilaskelmat edellyttävät koneistuksen säilyttämistä myös yksikkö B:ssä.

Koska tuotantoyksikkö A sijaitsee maantieteellisesti lähellä suuria ensiasennusasiakkaita, näiden asiakkaiden tuotteiden kokoonpanon säilyttäminen tuotantoyksikkö A:ssa on perusteltua. Kuten aikaisemmin työssä todettiin 90 % tuotemalleista kiertää yksikkö B:n kautta asiakkaille. Näin ollen muiden tuotteiden kokoonpanon toteuttaminen tuotantoyksikkö B:ssä on perusteltua, sillä se mahdollistaa tuotteen räätälöinnin siirtämisen lähemmäksi asiakasrajapintaa. Lisäksi jos suurin osa malleista kokoonpannaan keskitetysti tuotantoyksikkö B:ssä, voidaan välttää sylintereiden edestakaisen siirtely yksiköiden välillä.

Yhteenvetoa toimitusketjun rakenteen alustavasta ehdotelmasta esittää kuva 22. Ehdotettu toimitusketjun rakenne on yleisilmeeltään suoraviivaisempi ja siinä on keskitytty ydinosaamisalueiden säilyttämiseen. Tuotantoyksikkö A:n valmistus säilyy lähes ennallaan, mutta tuotantoyksikkö B:stä karsittaisiin toimitusketjun alkuvaiheita ja keskitytään toimitusketjun loppuvaiheisiin. Myöhemmässä vaiheessa strategian muodostamisprosessia päätettäväksi jätetään koneistuksen tarpeellisuus molemmissa yksiköissä. Ehdotetussa toimitusketjun rakenteessa ei suljeta pois sitä vaihtoehtoa, että esimerkiksi joidenkin erikoistuotteiden tuotantovaiheita tuotantoyksikkö B toteuttaisi yhteistyössä muiden toimijoiden kanssa.



Kuva 22. Uuden tuoteperheen toimitusketjun rakenne

Esitetystä toimitusketjukartasta ei käy selvästi esille, mutta keskittäessä toimitusketjun alkupäätä ehdotetaan myös hankintatoiminnan keskittämistä uuden tuoteperheen osalta. Tällä hetkellä molemmilla tuotantoyksiköillä on omat toimittajasopimukset ja ne suorittavat materiaalien ostot itsenäisesti. Hankintatoiminnan keskittäminen uskotaan lisäävän kustannussäästöjä, koska ostotilaukset suurenevat sekä neuvotteluvoima toimittajarajapinnassa kasvaa. Materiaalit muodostavat lopputuotteiden kokonaiskustannuksista merkittävän osan, joten kustannussäästöt materiaalien hankintahinnoissa on olennainen osa hintakilpailukykyä.

Esitetty toimitusketjun rakenne parantaa kapasiteetin hallintaa. Esimerkiksi tuotantoyksikkö B:ssä alustavasti lisääntyvä kokoonpanotyö on luonteeltaan sellaista työtä, jota useimmat yksikön työntekijät pystyvät tekemään. Lisäksi yksittäisten tuotteiden kokoonpano on suhteellisen nopeaa, mikä mahdollistaa kokoonpanon toteuttamista välihetkinä, jolloin yksikkö B:n muu korjaustoiminta ja asiakastyöt ovat vähemmällä.

Tuotantoyksikkö A:ssa kapasiteetin hallinnan haasteet ovat sijoittuneet pääasiassa aikaisemmin koneistuksen, maalauksen ja hitsauksen välille. Siellä kapasiteetin hallinta voidaan nähdä helpottuvan siinä mielessä, että kapasiteettikuorman lisääntyessä myös kuorman vaihtelevuus oletettavasti pienenee. Toisaalta esimerkiksi maalauksen keskittäminen tuotantoyksikkö A:han kasvattaa maalauslaitteiden nykyistä matalaa käyttöastetta.

Ehdotettu toimitusketjun rakenne voidaan nähdä olevan valmistusstrategian osa-alueena yhtenäinen liiketoimintayksiköiden strategioiden kanssa. Perustuotantovaiheiden keskittäminen tuotantoyksikkö A:han tukee tämän yksikön avain tavoitteita: valmistamista,

skaalaetuja sekä tuottavuutta. Vastaavasti liiketoimintayksikkö B:llä vapautuu resursseja myyntiin ja asiakaspalveluun sekä tuotejoustavuuden ylläpitämiseen.

Markkinavaatimusten perusteella yrityksen merkittävimmiksi kilpailutekijöiksi muodostui pääasiakassegmenteissä toimitusaika sekä laatutekijät. Ehdotettu toimitusketjun rakenne oletetaan parantavan huomattavasti näitä molempia kilpailutekijöitä. Esimerkiksi ulkopuolisen maalauksen korvaaminen tuotantoyksikkö A:n omalla maalauksella voidaan nähdä lyhentävän toimitusaikaa jo useita päiviä. Lisäksi perustuotantovaiheiden toteuttaminen tuotantoyksikkö A:ssa nähdään parantavan tässä tapauksessa tuotteiden laatua.

Tuotteiden valmistaminen keskitetysti on myös kustannustehokkaampaa ja mahdollistaa siten alemman myyntihinnan, joka nostettiin aikaisemmin työssä erityisen tärkeäksi tilauksia voittavaksi tekijäksi tukki-ja energiapuu asiakassegmenteissä. Lisäksi tuotantoyksikkö A:n yhteyttä tunnettuun toimijaan voidaan hyödyntää myyntityössä enemmän, koska suurin osa tuotteiden valmistuksesta tapahtuu ehdotelmassa tuotantoyksikkö A:ssa. Toisaalta toimitusketjun rakenne ei muuta yrityksen suomalaisuutta, tuotemallien määrää eikä kykyä tehdä erikoisräätälöityjä tuotteita.

Seuraavan sivun taulukkoon 6 on listattu arvioita ehdotetusta toimitusketjun rakenteesta valmistusstrategian eri lähtökohtien näkökulmien mukaan jäsenneltynä. Yleisesti ottaen ehdotettu toimitusketju rakenne vaikuttaa olevan näiden näkökulmien perusteella vaikutuksiltaan erittäin positiivinen ja täysin erilaisen vaihtoehdon esittäminen toimitusketjun rakenteesta on todennäköisesti hankalasti perusteltavissa. Lähinnä mahdollisuutta siitä, että kokoonpanoa toteutettaisiin ehdotetun sijaan pelkästään tuotantoyksikkö A:ssa, voitaisiin nähdä järkevänä tutkimussuuntana. Tässä diplomityössä rajaudutaan kuitenkin laadittuun ehdotelmaan toimitusketjun rakenteesta strategian muodostamisprosessin yksinkertaistamiseksi.

Taulukko 6. Toimitusketjurakenteen vaikutus valmistusstrategian lähtökohtien näkökulmasta

Päivittäinen toiminta	Liiketoimintastrategia
+ Hankintatoiminnan tehostaminen ja materiaalikustannusten pienentyminen + Sylintereiden materiaalivirta suoraviivaistuu + Kapasiteetin hallinta helpottuu	+ Tukee liiketoimintayksikkö A:n strategiaa: valmistaminen, skaalaedut sekä tuottavuus + Tukee liiketoimintayksikkö B:n strategiaa: myynti ja asiakaspalvelu, räätälöidyt tuotteet ja tuotejoustavuus
Valmistuksen resurssit	**Markkinavaatimukset**
+ + Ydinosaamisalueet säilyvät: + Yksikkö A:n hitsaus, maalaus ja koneistus säilyvät + Yksikkö B:n myynti ja mahdollisesti koneistus säilyvät + Yksikkö B:n heikko maalausprosessi poistuu - Yksikkö B:n hitsausresurssi ja- osaaminen ei säily	+ + Toimitusvarmuus ja -nopeus paranevat + + Kustannustehokkuus paranee + + Tuotteen laatu tuotantoyksikkö A:n tasolle + Tuotantoyksikkö A:n yhteistyötä tunnetun asiakkaan kanssa voidaan korostaa myynnissä +/- Suomalaisuus säilyy +/- Erikoisräätälöinti ja tuotemallien määrä säilytettävissä

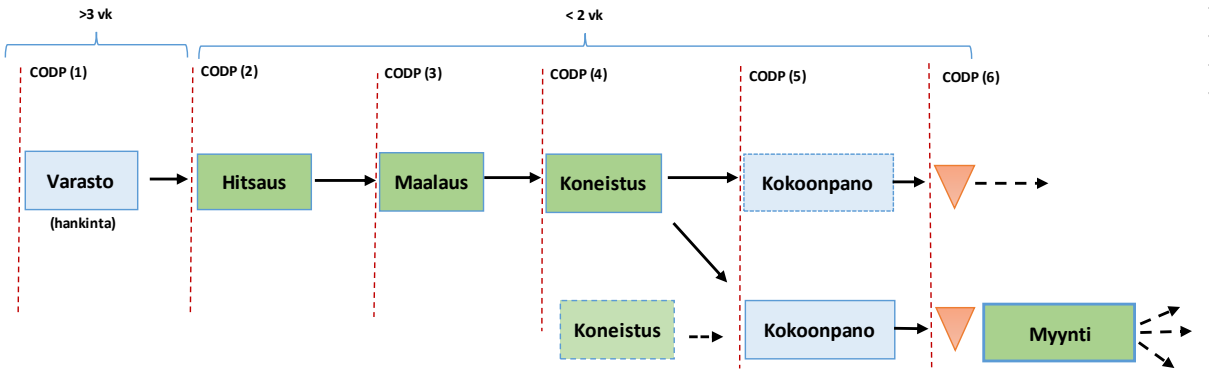
4.5 Tuotantomuodon määrittäminen

Tässä diplomityössä uuden tuoteperheen tuotantomuodon määrittämistä lähestytään työn teoriaosuudessa esiteltyjen tuotantomuodon valintaan vaikuttavien tekijöiden avulla. Ensimmäisenä tarkastelussa on karkealla tasolla mahdollisten tuotantomuotojen selvittäminen, jonka jälkeen laaditaan ehdotelma tuotekohtaisista tuotantomuodoista kolmessa eri kysyntäskenaariossa. Lopuksi ehdotettuja tuotantomuotoja arvioidaan tärkeimpien asiakkaiden tarpeiden näkökulmasta.

4.5.1 Uuden tuoteperheen mahdolliset tuotantomuodot

Teoriaosuuden mukaisesti eri tuotantomuodot voidaan erottaa toisistaan asiakastilauksen kytkentäpisteen sijainnin avulla. Asiakastilauksen kytkentäpiste (CODP – piste) jakaa toimitusketjun kahteen osaan sen mukaan, ohjaako tuotannon vaiheita asiakastilaus vai kysyntäennuste. Karkeasti mahdollisia asiakastilauksen kytkentäpisteen sijainteja voidaan

tunnistaa toimitusketjun suunnittelupisteiden avulla. Kuvan 24 mukaisesti aikaisemmin työssä ehdotetusta toimitusketjun rakenteesta voidaan tunnista kuusi erillistä suunnittelupistettä ja näin ollen myös mahdollisia CODP – pisteen sijainteja on kuusi kappaletta.



Kuva 23. Mahdolliset CODP – pisteen sijainnit suunnittelupisteiden mukaisesti

Markkinavaatimusten perusteella kaksi viikkoa nähdään ehdottomana toimitusajan raja-arvona, jota pidempi toimitusaika vähentää asiakastilauksia selvästi. Koska komponenttien tilausaika on itsessään jo keskimäärin kolme viikkoa, voidaan kuvan 25 tuotantomuodon mahdollisuuksista karsia pois vaihtoehto, jossa komponenttien hankinta tehtäisiin vasta asiakastilauksen jälkeen. Tätä vaihtoehtoa esittää kuvassa CODP (1) – rajaviiva. Periaatteessa kahden viikon toimitusaikaan pitäisi olla mahdollista päästä kaikilla muilla tuotantomuodon vaihtoehdoilla. Käytännössä kuitenkin asiakastilauksen kytkentäpisteen siirtäminen asteittain lähemmäksi asiakasta lisää merkittävästi todennäköisyyttä päästä kahden viikon tavoitteeseen toimitusajassa.

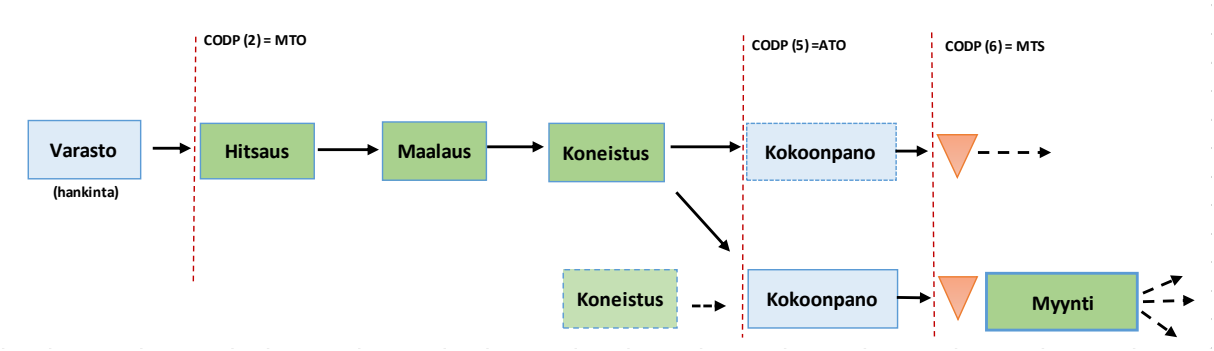
Teoriaosuuden mukaisesti CODP – piste on viimeinen kohta toimitusketjussa, jossa sijaitsee varastoja. Tähän peilaten maalaus- ja koneistusvaiheet rajataan CODP – pisteen sijainnin vaihtoehtoina pois, koska näiden tuotantovaiheiden yhteydessä ei ole mielekästä pitää tuotantoyksikkö A:ssa varastoa tilanpuutteen vuoksi. Toisaalta periaatteellisella tasolla CODP – pisteen pitäminen edelleen näissä tuotantovaiheissa ja varaston pitäminen fyysisesti muualla olisi mahdollista, mutta tässä tapauksessa epäkäytännöllistä tuotannon sommittelun takia.

Resurssien optimoinnin näkökulmasta asiakastilauksen kytkentäpiste on mielekkäämpää sijoittaa tuotannon pullonkaulan jälkeen, koska tällöin pullonkaulaan ei kohdistu samassa suhteessa kysynnän vaihtelevuutta. Myöhemmin tässä diplomityössä koneistus ja hitsaus todetaan tuotannon kapasiteetin pullonkaulaksi, joten tuotannon pullonkaulan näkökulmasta CODP – piste kannattaisi siten sijoittaa näitä tuotantovaiheita myöhempään kohtaan toimitusketjua.

Olennaisena tarkastelukohtana tuotantomuodon valinnan kannalta on se kohta toimitusketjussa, joka erottaa kaksi tuotantoyksikköä toisistaan. Tällainen kohta voidaan nähdä sijaitsevan kuvan 23 mukaisesti ennen kokoonpanoa. Molemmilla puolilla tätä kohtaa toimitusketjussa vallitsee erilaiset tavoitteet: tuotantoyksikkö A:n puolella keskiössä on tuottavuus ja kustannusjohtaminen. Yksikkö B:n puolella korostuu puolestaan tuotejoustavuus ja asiakasräätälöinti.

Teoriaosuuden kuvassa 8 eritellään tuotantomuodon valinnan vaikutuksia muihin valmistusstrategian osa-alueisiin. Vertaamalla tätä taulukkoa käänteisesti käsiteltävään toimitusketjun rakenteeseen ja sen nykyiseen ajatusmaailman jakautumiseen, voidaan selvästi huomata paljon yhtäläisyyksiä taulukon ja käsiteltävän toimitusketjun tilanteen välillä. Taulukon mukaisesti CODP – pisteen yläpuolella vallitseva MTS – tuotantomuoto korostaa kustannusten leikkaamista, tuottavuutta sekä linjatuotantoa. Vastaavasti CODP – pisteen alapuolella oleva toimitusketju toimii MTO – tuotantomuodon mukaisesti ja siinä korostuu joustavuus, kustomointi ja työverstasmainen toiminta.

Edellä esitetyn perusteella varmistutaan siitä, että suurimmalle osalle tuotteista asiakastilauksen kytkentäpiste on pyrittävä asettamaan ennen kokoonpanoa, jolloin näiden tuotteiden kokoonpano tapahtuisi asiakastilauksesta ATO – tuotantomuodon mukaisesti. Lisäksi materiaaliprofiilina T – kirjain kuvaa parhaiten käsiteltävän uuden tuoteperheen tuoterakennetta ja sen modulaarisuutta, mikä osaltaan puoltaan ATO – tuotantomuodon valintaa suurimmalle osalle tuotteista. Lopuille tuotteista mahdollisena tuotantomuotoina voidaan nähdä puhtaat MTO ja MTS – tuotantomuodot, koska tähän mennessä näitä tuotantomuotoja ei ole rajattu suoranaisesti pois ehdotettavista vaihtoehdoista. (kuva 24)

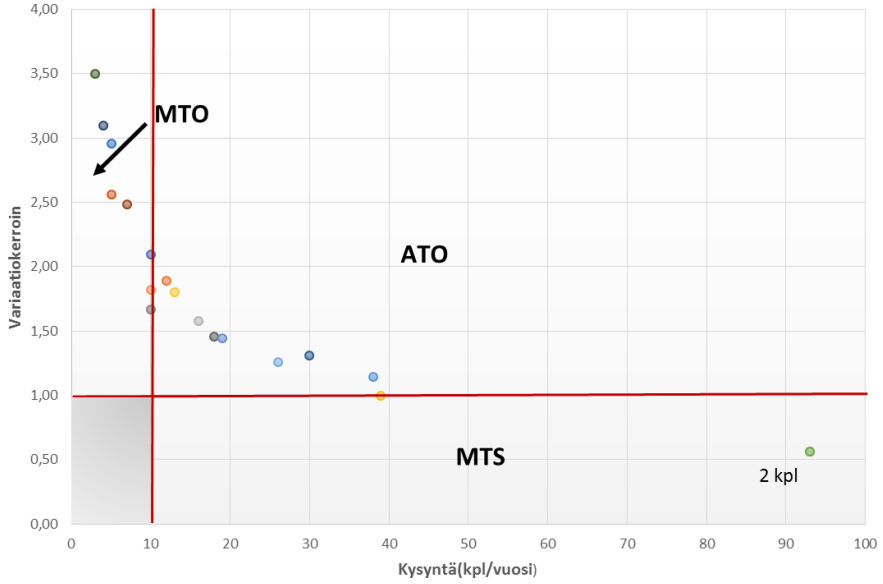


Kuva 24. Uuden tuoteperheen alustavat asiakastilauksen kytkentäpisteen sijainnit.

4.5.2 Tuotantomuodon valinta eri tuotteille

Yrityksen uuden tuoteperheen mallit eroavat markkinaperusteisten ominaisuuksiensa osalta toisistaan ja siksi ei ole perusteltua valita kaikille tuotteille samaa tuotantomuotoa. Teoriaosuuden mukaisesti merkittävimmiksi markkinaperusteisiksi valintakriteereiksi tuotantomuodolle nostettiin kysynnän volyymi ja vaihtelevuus. Variaatiokertoimen todettiin kuvaavan näiden tekijöiden suhdetta. Näin ollen tuotantomuotojen arviointi toteutetaan tässä diplomityössä kuvan 25 mukaisesti asemoimalla tuotteet kysynnän variaatiokertoimen ja vuosivolyymin mukaan samaan kuvaajaan. Tavoitteena on pyrkiä luokittelemaan tuotteet edellisessä kappaleessa esitettyihin MTO, ATO ja MTS – tuotantomuotoihin.

Periaatteessa tuotantomuodon valintaa voitaisiin tarkastella pelkän variaatiokertoimen avulla, koska määritelmänsä mukaisesti variaatiokerroin huomioi kysynnän volyymin jo itsessään. Diplomityössä nähdään kuitenkin käytännön kannalta havainnollisempana tarkastella tuotantomuotojen valintaa myös kysynnän vuosivolyymin näkökulmasta, koska variaatiokerroin ei ole niin tunnettu yrityksissä.



Kuva 25. Eri tuotteiden tuotantomuodot maltillisessa kysyntäskenaariossa

Eri tuotantomuotojen erottamista toisistaan voidaan lähteä tarkastelemaan kuvan 28 molempia kulmia tutkimalla. Vasemmassa yläkulmassa tuotteiden variaatiokerroin on korkea eli kysyntä on vaihtelevaa sekä lisäksi vuosittain kysyntä on hyvin alhainen. Tällaisia tuotteita voidaan pitää mielekkäänä valmistaa pelkästään asiakastilauksista, koska kysynnän ennustaminen on haastavaa ja kysynnän volyyminsa puolesta ne eivät ole liiketoiminnalle merkittäviä tuotteita. Tässä työssä MTO – tuotteiksi tunnistetaan sellaiset tuotteet, joiden vuosikysyntä on tasan tai alle 10 kappaletta.

MTS – tuotantomuodossa korostuu tuotteiden varastointi ja voidaan siten nähdä perustelluksi valita tällä tuotantomuodolla ohjattavaksi sellaiset tuotteet, joiden kysyntä on suhteellisen helppoa ennustaa. Kuvaajan 25 tarkastelussa päädytään tällöin kuvaajan oikeaan alakulmaan. Pientä variaatiokerrointa ei pystytä saavuttamaan kuin suhteellisen korkealla kysynnän volyymilla. Raja-arvon määrittäminen vuosikysynnälle ei ole näin ollen kriittinen ja raja-arvona sille voidaan tyytyä käyttämään samaa kymmentä kappaletta kuin MTO – tuotantomuodolle.

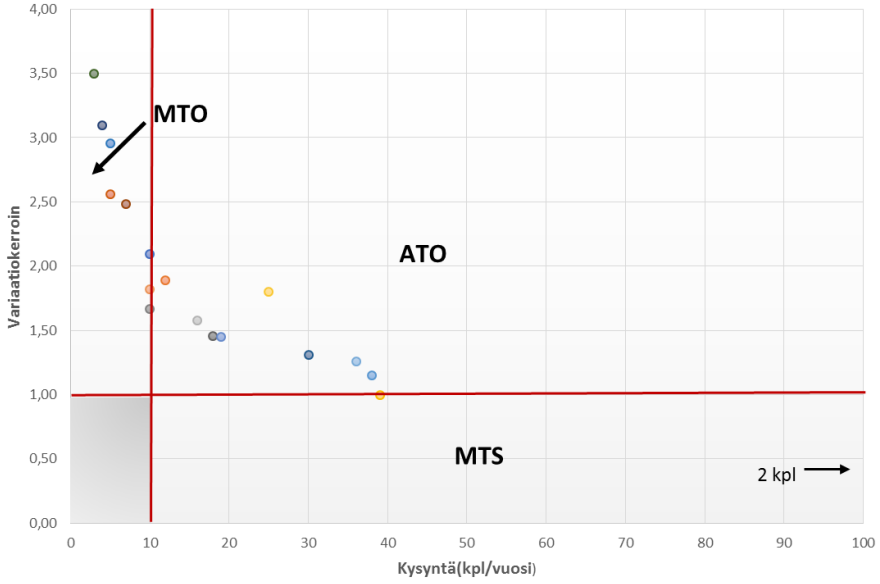
Sen sijaan variaatiokertoimelle raja-arvon määrittäminen on tärkeämpää, koska oletusarvoisesti suuri kysynnän volyymi ei ole tae alhaiselle kysynnän vaihtelulle samassa suhteessa kuin pieni kysyntä on tae suurelle kysynnän vaihtelulle. Tässä diplomityössä kysyntä nähdään olevan

varastoinnin mielekkyyden näkökulmasta riittävän hyvin ennustettavissa silloin, kun kysynnän variaatiokerroin on alle 1.

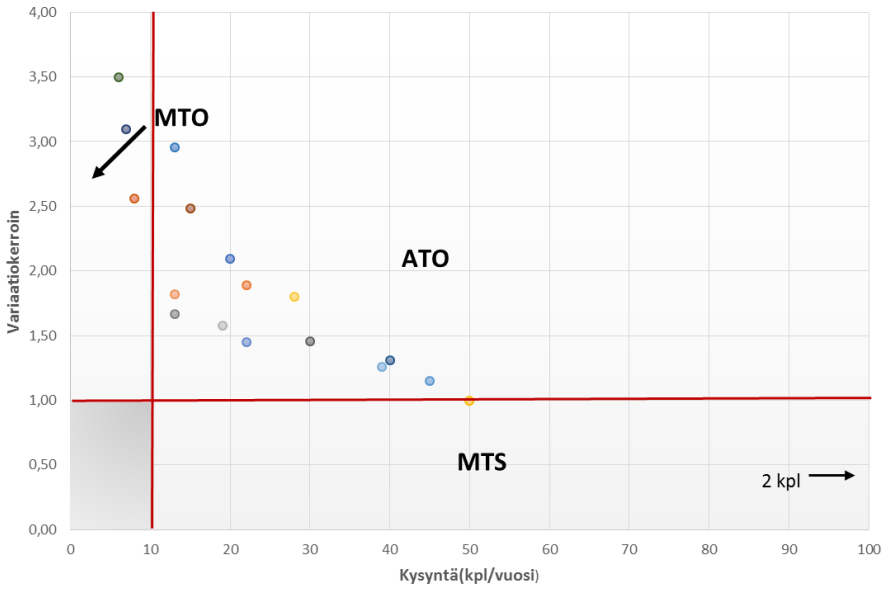
Asettamalla raja-arvot kysynnän volyymille ja variaatiokertoimelle päädytään jakamaan kuva 28 neljään eri lokeroon. Kuvan vasemman alakulman lokero on niin sanottu ”kuollut alue” edellä esitetyn kysynnän volyymin ja variaatiokertoimen riippuvuussuhteen takia. Tähän lokeroon ei asemoidu eri kysyntäskenaarioilla yhtään tuotetta. MTO ja MTS – tuotantomuotojen lokeroiden väliin jää alue, joka voidaan nähdä olevan jotain näiden tuotantomuotojen väliltä. Tässä työssä kyseinen alue ymmärretään tarkoittavan tilauksesta kokoonpantavia tuotteita ja siten ATO – tuotantomuotoa.

Aikaisemmin esitelty kuva 28 esittää kysyntäskenaarioltaan kaikkein maltillisinta versiota, sillä kuvassa kysyntä ennustetaan pysyvän nykyisellä tasolla. Tässä kysyntäskenaariossa asetettujen raja-arvojen mukaisesti suurin osa tuotteista asemoituu ATO – tuotteiksi, joitakin tuotetta valikoituu MTO – tuotteeksi ja vain muutama tuotteista valikoituu ohjattavaksi MTS – tuotantomuodolla.

Seuraavan sivun kuvassa 26 on esitetty tuotteiden asemoitumista tuotantomuoto spektrissä kysynnän kasvaessa 50 %. Tässä skenaariossa kysynnän kasvu on ajateltu lisääntyvän pääsääntöisesti kahden jo ennestään suuri menekkisen tuotteen kysynnän lisääntymisellä. Tämä näkyy kuvaajassa 29 siten, että aikaisemmin oikeassa alakulmassa olleet kaksi suuri menekkistä tuotetta ovat siirtyneet entistä kauemmaksi toisista tuotteista eivätkä mahdu enää samaan kuvaan muiden tuotteiden kanssa. Valtaosa muista tuotteista säilyy lähes samoilla sijoillaan entisissä lokeroissaan.



Kuva 26. Tuotantomuodon valinta 50 % kysynnän kasvulla



Kuva 27. Tuotantomuodon valinta 100 % kysynnän kasvulla

Kuvassa 27 on puolestaan havainnollistettu kysynnän 100 % kasvua ja tällöistä tuotteiden asemoitumista tuotantomuotojen spektrissä. Kysynnän lisääntyminen on ajateltu muodostuvan useiden eri tuotteiden kysynnän lisääntymisestä. Tämä näkyy kuvassa 27 siten, että tuotteet ovat

siirtyneet pääsääntöisesti kuvassa oikealle, mikä siirtää yhä useamman tuotteen ohjattavaksi ATO – tuotantomuodolla. Tarkemmin luodussa kysyntäennusteessa osa tuotteista olisi siirtynyt mahdollisesti myös kuvaajassa alaspäin, koska kuten jo aikaisemmin todettiin, suurempi kysyntä johtaa pääsääntöisesti myös pienempään kysynnän variaatiokertoimeen. Kysyntäennusteet saatiin tässä diplomityössä kuitenkin annettuina eikä niiden oikeellisuuteen tässä yhteydessä perehdytä syvällisemmin.

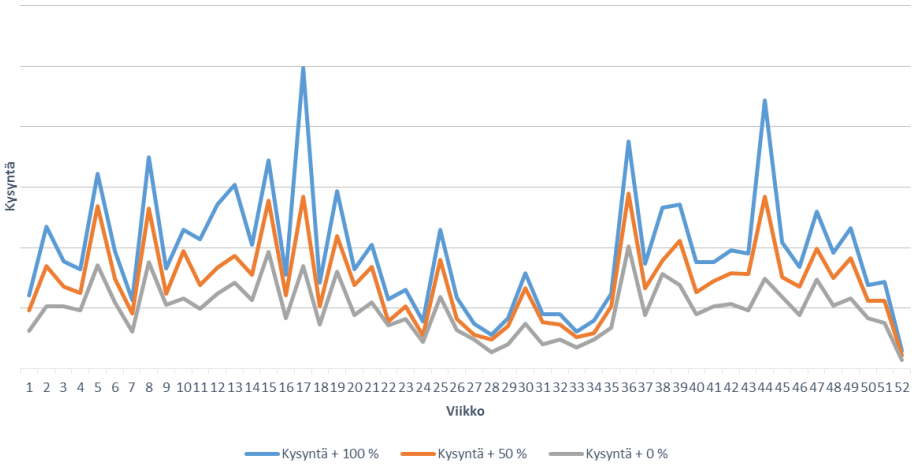
Viimeisenä vaiheena tuotantomuotojen tarkastelussa on arvioida ehdotettujen tuotantomuotojen ja tärkeimpien asiakkaiden tarpeiden kohtaamista. Tärkeitä asiakkaita käsiteltävälle yritykselle ovat ensiasennusasiakkaat, joiden ostamat tuotteet sijoittuivat kaikissa kysyntäskenaarioissa ohjattavaksi MTS – tuotantomuodolla. Näiden asiakkaiden osalta ehdotetut tuotantomuodot johtavat vähintäänkin siten nykyisen palvelukyvyn säilyttämiseen. Ensiasennusasiakkaiden suuri menekkiset tuotemallit on mielekästä valmistaa, kokoonpanna ja varastoida yksikkö A:ssa, koska se sijaitsee maantieteellisesti lähellä näitä asiakkaita.

4.6 Kapasiteetin suunnittelu

Kapasiteetin suunnittelussa seurataan työn teoriaosuudessa esitettyjä vaiheita kapasiteetin suunnitteluksi. Ensimmäiseksi määritetään tulevaisuuden kapasiteettitarve sekä tämän hetkinen käytettävissä oleva kapasiteetti. Näiden perusteella piirretään kuormaprofiilit eri tuotannonvaiheista, joiden avulla tunnistetaan tuotannon pullonkaulat. Lopuksi esitellään keinoja kapasiteetin ja kysynnän yhteensovittamiseksi. Tämän valmistusstrategian osa-alueen tärkein tavoite on luoda käsitys kapasiteetin riittävyydestä sekä mahdollisista keinoista kapasiteetin optimoinniksi. Diplomityössä kapasiteetin suunnittelun ja tarkastelun keskiössä on tuotantoyksikkö A, koska alustavasti suurin osa valmistuksesta tapahtuu siellä.

4.6.1 Tulevaisuuden kapasiteettitarve

Tulevaisuuden kapasiteettitarve alkaa kysynnän ennustamisella. Alla oleva kuva 28 esittää eri kasvuskenaarioiden viikoittaista kokonaiskysyntää. Kysynnästä havaitaan kuvan mukaisesti kausivaihtelua siten, että kysyntä painottuu keväälle ja loppusyksylle. Kysynnän kausivaihtelua selittää se, että keväisin ja syksyisin metsäkoneiden käyttö on yleisempää maan jäätyessä. Sen sijaan kysynnän piikit viikoilla 17 ja 44 selitetään messutapahtumien aiheuttamilla myyntilisäyksillä. Kysynnän kausivaihtelun ja piikkien arvioidaan voimistuvan suuremmilla kysyntäennusteilla.



Kuva 28. Kapasiteetin suunnittelussa käytettävät eri skenaarioiden kysyntäennusteet

Eri skenaarioiden kysyntä puretaan yksittäisten lopputuotteiden ja edelleen yksittäisten valmistusmoduulien kysyntätarpeeksi. Diplomityössä kysynnän purkaminen eri valmistusmoduulien tasolle on toteutettu rakentamalla Excel – malli, jossa eri lopputuotteiden ja moduulien määräsuhde toisiinsa nähden on kuvattu tuoterakenteen avulla.

Seuraavaksi eri valmistusmoduulien kysyntä muutetaan tuotannon eri vaiheiden konkreettiseksi kapasiteettitarpeeksi. Uuden tuoteperheen kapasiteettitarve eri vaiheissa on määritetty suorittamalla kellotuksia tuotteiden esivalmistuserästä. Alustavana oletuksena käsityötä tarvittavissa työvaiheissa tapahtuu oppimista ja tarvittava työstöaika arvioidaan vähentyvän työtoistojen lisääntyessä. Tarvittavien työstöaikojen kehittymistä arvioidaan teoriaosuuden mukaisella oppimiskäyrällä. Esimerkki oppimiskäyrän käytöstä käsiteltävässä yrityksessä on esitetty liitteessä 4. Ennustetun kysynnän, työvaiheiden kellotusten sekä oppimiskäyrän avulla

muodostettu käsitys tulevaisuuden kapasiteettitarpeesta eri kysyntäskenaarioilla on esitetty myöhemmin työssä osana kuormaprofiileja kuvissa 33 ja 34.

4.6.2 Käytettävissä oleva kapasiteetti

Käytettävissä oleva kapasiteetti lasketaan vähentämällä teoreettisesti kapasiteetista suunniteltuihin kunnossapitoihin ja taukoihin käytetty aika. Näiden lisäksi vähennetään edelleen tuotannon tehottomuuteen, kuten materiaalin odotteluihin, kuluva osuus. Diplomityössä tuotannon tehottomuutta on arvioitu haastattelujen sekä Camline – ohjelmiston tuottaman koneiden käyttöastetiedon avulla. Tuotannon tehottomuudeksi määritettiin 25 % kaikissa tuotantovaiheissa. Maalauksen ja koneistuksen kapasiteetista on vähennetty muiden töiden osuus, koska ne ovat jaettuja resursseja muun tuotannon kanssa.

Taulukko 7. Käytettävissä olevan kapasiteetin laskeminen

	Hitsaus	Maalaus	Koneistus	Kokoonpano
Viikkotunnit	80	80	80	40
x Resurssien lukumäärä	2	2	1	1
Teoreettinen kapasiteetti	160	160	80	40
- kunnossapito	0	2	1	0
- muut (tauot, koulutukset jne.)	32	4	4	8
Käytännöllinen kapasiteeetti	128	154	75	32
-tuotannon tehottomuus (- 25 %)	32	39	19	8
Tehokas kapasiteetti	96	116	56	24
- Muut työt	0	50	30	0
Käytettävissä oleva kapasiteetti	**96**	**66**	**26**	**24**

Taulukossa 7 esitetään käytettävissä olevan kapasiteetin muodostumista tuotantoyksikkö A:ssa. Eniten käytettävissä olevia kapasiteettitunteja laskemien mukaan on hitsauksessa ja vähiten koneistuksessa. Pelkästään tällä tiedolla ei voida kuitenkaan tehdä johtopäätöksiä tuotannon pullonkauloista, vaan pullonkaulojen tunnistaminen tapahtuu kuormaprofiilien avulla.

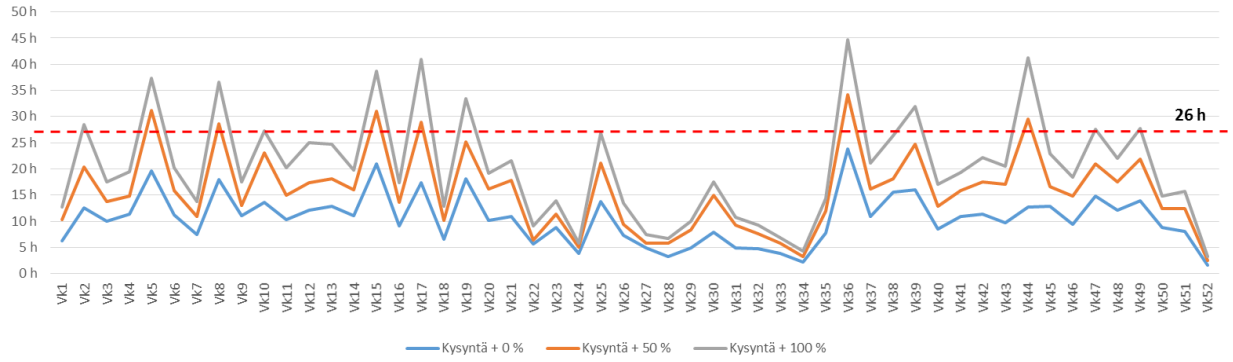
4.6.3 Kuormaprofiilit

Kuormaprofiililla havainnollistetaan tulevaisuuden kapasiteettitarpeen ja käytettävissä olevan kapasiteetin suhdetta toisiinsa. Alla olevassa taulukossa 8 on määritelty kuormaprofiilien perusteella eri tuotantovaiheiden keskimääräinen käyttöaste. Taulukon mukaisesti koneistus ja hitsaaminen muodostuvat tuotannon pullonkauloiksi, koska niiden keskimääräiset kuorma-aste ovat kaikkein korkeimmat eri kysyntäskenaarioilla. Tässä mielessä ne muodostuvat kriittiseksi kapasiteetin tarkastelussa.

Taulukko 8. Tuotantovaiheiden keskimääräinen kuorma-aste eri kysyntäskenaarioilla

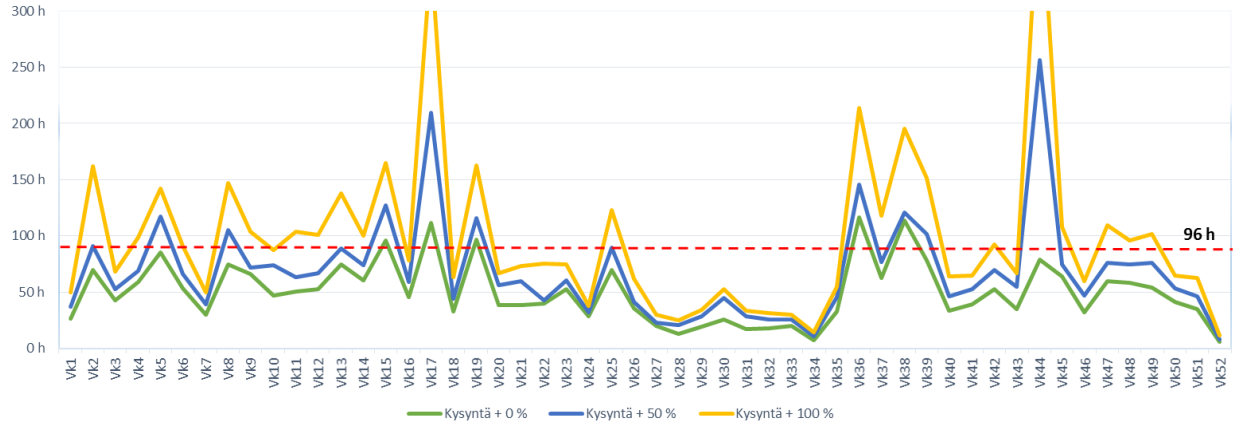
Skenaario	Hitsaus	Malaus	Koneistus	Kokoonpano
Kysyntä + 0 %	52 %	18 %	40 %	12 %
Kysyntä + 50 %	72 %	27 %	60 %	18 %
Kysyntä + 100 %	102 %	35 %	78 %	24 %

Kuvassa 29 on esitetty koneistustyövaiheen kuormaprofiili eri kysyntäskenaarioilla. Kuvassa katkoviiva esittää koneistuksessa käytettävissä olevaa viikkokapasiteettia. Kuormaprofiilin perusteella voidaan tehdä johtopäätelmä, että koneistuksen kapasiteetti vaikuttaa olevan riittävä nykyisellä kysynnällä. Sen sijaan 50 % kysynnän kasvulla kapasiteettikuorma ylittää lievästi käytettävissä olevan kapasiteetin joillakin viikoilla, mutta kokonaisuudessaan kapasiteetin voidaan arvioida olevan edelleen riittävä. Kysynnän kasvaessa 100 % koneistuksen kapasiteetti ylitetään selvästi useammin ja toimenpiteitä kapasiteetin ja kysynnän yhteensovittamiseksi tulee tehdä.



Kuva 29. Koneistustyövaiheen kuormaprofiili eri kysyntäskenaarioilla

Kuvassa 30 on esitetty vastaavasti hitsaustyövaiheen kuormaprofiili eri kysyntäskenaarioilla. Kuvasta voidaan havaita, että hitsauksessa kysynnän piikit viikoilla 17 ja 44 aiheuttavat selvät piikit myös kuormaprofiiliin. Tätä voidaan selittää sillä, että messutapahtumat lisäävät kysyntää erityisesti suurissa ja erikoisemmissa malleissa, joiden hitsaaminen edellyttää paljon aikaa vievää käsin hitsausta. Kuormaprofiilin perusteella nykyisellä kysynnällä hitsauksen kapasiteetti voidaan ajatella olevan vielä kuitenkin riittävää muutamia viikkoja lukuun ottamatta. Kysynnän kasvaessa yli 50 % hitsauksen osalta edellytetään toimenpiteitä kapasiteetin lisäämiseksi.



Kuva 30. Hitsaustyövaiheen kuormaprofiili eri kysyntäskenaarioilla

4.6.4 Keinot kapasiteetin ja kysynnän yhteensovittamiseksi

Edellä esitetyistä kuormaprofiilien kuvaajista voidaan havaita, että tuotantovaiheille kohdistuva kapasiteettikuorma on erittäin vaihtelevaa viikkotasolla, jota lisää entisestään vuodenaikoihin sidottu kausivaihtelu. Näin ollen tärkeimpänä vaatimuksena kapasiteetille on sen joustavuus. Hitsauksessa kapasiteetin joustavuutta on mahdollista lisätä yrityksessä perehdyttämällä useampia työntekijöitä uuden tuoteperheen hitsaukseen. Aikaisemmin erityisenä ongelmana on ollutkin lisälaitteiden hitsaustaidon jakautuminen vain muutamille henkilöille ja heidän sairaspoissaolot ovat saattaneet aiheuttaa pitkiä myöhästymisiä toimitusajoissa.

Koneistuksen osalta kapasiteetin joustavuutta voidaan lisätä rakentamalla valmiuksia työstää uuden tuoteperheen moduuleja myös muissa koneistuskeskuksissa. Tämä edellyttää koneistusohjelmien ja useampien tukirakennelmien tekemistä. Tällä tavalla koneistuksen joustavuuden lisääminen tulee kuitenkin tehdä harkiten ja esimerkiksi yksittäinen malli kerrallaan, koska koneistuksen henkilöiden haastattelun mukaan ohjelmien ja tukirakennelmien tekeminen on kallista. Lisäksi tukirakennelmien säilyttäminen vie paljon tilaa ja aiheuttaa jo muutenkin rajallisille varastotiloille siten haasteita.

Koska kysyntäpiikit messutapahtumien aikaan ovat voimakkaita mutta toisaalta hyvin ennakoitavia, tulisi näihin varautua valmistamalla etukäteen moduuleja ja jopa kokonaisia tuotteita normaalia enemmän varastoon. Erityisesti syksyn messutapahtumiin vaikuttaisi olevan kuormaprofiilien mukaisesti mahdollista varautua esimerkiksi viikoilla 31 – 34 valmistusta lisäämällä. Keväällä olevat messutapahtumat ovat kapasiteettimielessä hiukan haastavampia, koska vapaata kapasiteettia ei ole keskitalvella samassa suhteessa kuin kesällä.

Skenaariosuunnittelun perusteella erityisesti kysynnän 100 % kasvuskenaario edellyttää joustavuuden lisäksi konkreettista kapasiteetin lisäämistä sekä koneistuksessa että hitsauksessa. Lisäystä koneistuksessa kapasiteettiin voisi saada hyödyntämällä tuotantoyksikkö B:n koneistusta. Laskelmien mukaan esimerkiksi yhden perustuotemallin moduulien koneistuksen siirtäminen tuotantoyksikkö B:hen vapauttaisi koneistuskapasiteettia tuotantoyksikkö A:ssa 7 %. Toisaalta koneistuksen kapasiteettia voidaan lisätä myös aloittamalla uusi työvuoro.

Kapasiteettilaskelmissa hitsaajan työaikaa on nähty kuormittavan varsinaisen hitsaustyön lisäksi sinkousprosessi, joka todettiin valmistuksen resurssien ja päivittäisen toiminnan kokemusten mukaisesti suhteellisen hitaaksi ja väljästi koordinoiduksi vaiheeksi. Tarkempien haastattelujen perusteella sinkouksen tarpeellisuus on kyseenalainen, koska jatkossa varastojen sijaitessa sisätiloissa olisi mahdollista tilata käytettävät osat ilman suojamaalausta, jonka poistamiseksi sinkousta on aloitettu alun perin tekemään. Poistamalla sinkous valmistusprosessista hitsaajan kapasiteettikuormasta vapautuu kapasiteettia 7 % vuositasolla.

Käytettävissä olevaa kapasiteettia määritettäessä käytännöllisestä kapasiteetista päädyttiin vähentämään 25 % tuotannon ”tehottomuudesta” johtuen. Tuotannon tehottomuus voidaan nähdä osittain aiheutuvan käsiteltävässä yrityksessä, koska tuotteet eivät liiku tuotannossa tasaisesti ja välillä töitä edelliseltä vaiheelta joudutaan odottelemaan. Näin ollen toimenpiteet tasaisemman materiaalivirran saamiseen korostuu työn myöhemmässä vaiheessa käsiteltäessä materiaalinohjausta osana valmistusstrategian päätöksentekoa.

Kapasiteettipäätösten tekemisessä tulee tiedostaa, että tulevaisuuden kapasiteetin suunnittelu on ennustamista ja perustuu osittain arvioihin tehokkaasta kapasiteetista ja yksittäisten tuotantovaiheiden tarvittavasta työajasta. Kysynnän ennusteet ovat kuitenkin aina enemmän tai vähemmän väärässä todellisesta tulevaisuuden kysynnästä. Lisäksi on huomioitavaa, että muiden töiden osuus koneistuksessa ja maalauksessa määritettiin diplomityössä historiatietojen keskiarvolla, vaikka todellisuudessa muiden töiden osuus näissä tuotantovaiheissa vaihtelee viikoittain.

Kysyntäskenaarioista maltillisimmat kysyntäennusteet voidaan nähdä olevan todennäköisempiä vaihtoehtoja lähivuosille. Koska kuormaprofiilien perusteella kapasiteetti arvioitiin olevan näillä kysyntäennusteilla riittävä, tarkempien toimenpide-ehdotelmien tekeminen kapasiteetin muutosten osalta nähdään mielekkääksi tehdä myöhempänä ajankohtana. Tällöin ennusteet tarvittavasta kapasiteetista ovat tarkempia ja luotettavampia. Diplomityössä esitettyjä mahdollisia toimenpiteitä ja vaihtoehtoja kysynnän ja kapasiteetin yhteensovittamiseen on listattu yhteenvedon omaisesti taulukossa 9.

Taulukko 9. Yhteenveto esitetyistä vaihtoehdoista kapasiteetin lisäämiselle

Osa-alue	Toimenpide	Esimerkki *
Hitsaus	Useamman työntekijän perehdyttäminen uuden tuoteperheen moduulien hitsaamiseen.	Yhden hitsaajan lisääminen vähentää kuorma-astetta 39 %
Hitsaus	Sinkoustarpeen poistaminen	Sinkouksen poistaminen vähentää kuorma-astetta 7 %
Koneistus	Työstövalmiuksien lisääminen muissa koneistuskeskuksissa tai koneistuksen toteuttaminen osittain tuotantoyksikkö B:ssä	Yhden perusmoduulin siirtäminen muualle vähentää kuorma-astetta 8 %
Koneistus	Yhden työvuoron lisääminen	Yhden 8 tunnin työvuoron lisääminen vähentää kuorma-astetta 15 %
Hitsaus, koneistus	Tuotannon prosessivaihtelun pienentäminen	Tuotannon tehottomuuden pienentyessä 5 % kuorma-aste vähenee 7 - 10 %

* vaikutus kysynnän kasvaessa + 100 %

4.7 Materiaalinohjauksen toteutus

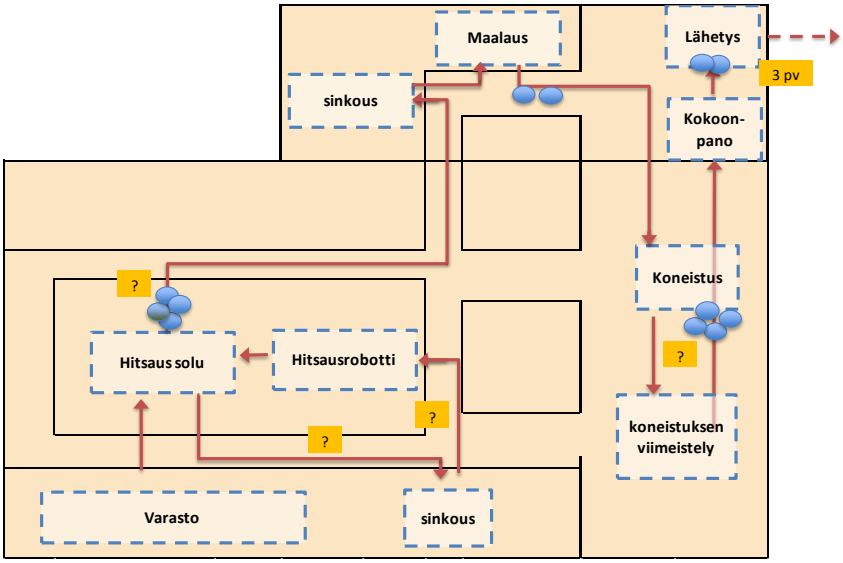
Valmistusstrategian päätöksenteon osa-alueena materiaalinohjauksessa rajaudutaan kapasiteetin suunnittelun tapaan tuotantoyksikkö A:han. Ensimmäisenä käsiteltävänä aiheena materiaalinohjauksen osalta on perusohjausfilosofian arviointi: Ohjataanko tuotantoa työntö- vai imuohjauksena?

Diplomityössä aikaisemmin ehdotettujen tuotantomuotojen mukaisesti suurin osa uuden tuoteperheen tuotteista ohjataan tuotantoyksikkö A:ssa MTS – ohjauksella kokoonpanovaiheeseen asti. Tämä puoltaa ohjausfilosofiaksi työntöohjausta. Lisäksi tuotantoyksikkö A:ssa on jo olemassa käytössä MRP – järjestelmä ja työntöohjauskulttuuri, joten ohjausfilosofian muuttamista ei voida nähdä perustelluksi ja siksi tässä työssä ohjaustavaksi ehdotetaan työntöohjausta.

4.7.1 Tuotannon materiaalinohjaus

Käsiteltävässä yrityksessä tuotannon uudelleen sommittelua uuden tuoteperheen takia ei niin ikään nähdä mielekkääksi, koska samoissa tuotantotiloissa valmistetaan paljon myös muita

tuotteita, joilla on määräävämpi asema tuotannon sommitteluun. Tällä hetkellä tuotteiden alikokoonpanoja liikutellaan kärreissä, joihin mahtuu kahden lopputuotteen kaikki alikokoonpanot. Tuotannon eräkoko on näin ollen tällä hetkellä kaikelle 2 kappaletta. Kuvassa 31 on kuvattu uuden tuoteperheen materiaalivirta nykyisessä tuotantopohjassa. Perusmateriaalivirta vaikuttaa yleisellä tasolla suoraviivaiselta ja suhteellisen loogiselta.



Kuva 31. Tuotannon sommittelu ja uuden tuoteperheen materiaalivirta

Materiaalivirran tarkastelusta esille nousee kuitenkin muutamia asioita, jotka nähdään huomion arvoisena uudessa valmistusstrategiassa. Ensimmäisenä asiana on sinkousprosessi, jota käsiteltiin jo kapasiteetin suunnittelun osiossa. Sen lisäksi että sinkousprosessi vie hitsaajan kapasiteettia, prosessi aiheuttaa myös ylimääräisen silmukan materiaalivirtauksessa. Se voidaan nähdä siten myös rasittavan tuotantoa materiaalivirtauksenkin näkökulmasta ja siksi sen tarpeellisuutta tulisi pohtia vielä entistä tarkemmin.

Tuotannon materiaalivirran epätasaisuutta havainnollistetaan kuvassa 31 tuotteita esittävillä sinisillä palloilla sekä niiden keskinäisellä sijoittelulla: Tuotteet ja niiden alikokoonpanot liikkuvat tuotannossa välillä rykelmittäin ja välillä yksittäin. Haastattelujen perusteella juurisyy tuotteiden rykelmittäin liikkumiselle löytyy ohjeistuksen ja todellisen tekemisen eroavaisuudesta. Esimerkiksi hitsaaja on nykyisin ohjeistettu tekemään kahden tuotteen alikokoonpanot kerralla valmiiksi ja toimittamaan ne sen jälkeen seuraavaan

tuotantovaiheeseen. Todellisuudessa hitsaaja kuitenkin tekee useamman lopputuotteen alikokoonpanot kerralla valmiiksi ja lähettää ne rykelmässä eteenpäin. Enemmän tai vähemmän samalla tavalla toimitaan myös muissa työpisteissä.

Miksi tuotannossa ei toimita ohjeistetulla tavalla? Tähän on useampi syitä. Ensimmäisenä syynä on se, että tuotannonohjauksessa käytetään rinnakkain kahta järjestelmää: MRP – järjestelmää sekä paperisia taulukoita. Tämä heikentää tuotannon seurattavuutta, koska työntekijä perinteisesti merkitsee tekemänsä työn ensin paperiseen taulukkoon ja vasta myöhäisemmässä vaiheessa MRP – järjestelmään, jota käytetään pääsääntöisesti tuotannonohjaukseen. Paperisten taulukoitten käyttöä perusteltiin sillä, että esimerkiksi juuri hitsaajan on helppo siihen merkitä tekemänsä työt ja seurata vastaavasti tekemättömiä töitä paikan päällä työpisteessään. Toisaalta tämä paperinen taulukko antaa käytännössä mahdollisuuden tehdä töitä eri järjestyksessä kuin MRP – järjestelmään on suunniteltu.

Merkittävimpänä syynä ajateltua suuremman tuotantoerän valmistamiseen kerralla on se, että esimerkiksi hitsausrobottia käyttävät useat työntekijät ja sillä työstetään paljon muitakin tuotteita kuin metsäkoneiden lisälaitteita. Näin ollen lisälaitteiden hitsaaja mieltää itsellensä helpommaksi työstää robotilla isomman erän omia tuotteitaan kerralla, vaikka asetusaikojen puolesta pienemmätkin tuotantoerät olisivat mahdollisia. Ajan kuluessa töiden kasaamisesta välillä isommiksi tuotantoeriksi ja välillä pienemmiksi on muodostunut opittu tapa. Näin tapahtuu myös esimerkiksi koneistuksessa, jossa samalla koneistuskeskuksella työstetään paljon muitakin tuoteryhmiä.

Epätasaisen materiaalivirran seurauksena kapasiteetin hyötysuhde heikentyy. Sen lisäksi epätasainen materiaalivirta linkittyy osittain materiaaliohjauksen kolmanteen asiaan, joka kiinnittää huomioita materiaalivirran kuvauksessa. Valmiit tuotteet seisovat valmistevarastossa keskimäärin vähintään 3 päivää, koska tuotteet odottelevat toimitusta tuotantoyksikkö B:n keskusvarastoon niin kauan, että kaikki saman viikkotilauserän tuotteet valmistuvat. Epätasainen materiaalivirta on siten erityisen haitallista, koska jos viikon tilauserästä jää välillä joitakin tuotteita seisomaan materiaalivirran alkupäähän, kaikki muut valmiit tuotteet odottelevat sitä – ainakin jonkun aikaa.

Voitaisiinko valmiita tuotteita toimittaa pienemmissä toimituserissä useammin viikossa? Kuljetusjärjestelyjen ja – sopimusten perusteella ei suoranaisesti ole estettä toimituserien pienentämiseen. Tällä hetkellä yrityksellä on esimerkiksi kuljetussopimus, jossa maksuperusteena toimivat lavapaikat eivätkä täydet autokuormat, joten kuljetuskustannukset eivät lisääntyisi toimituseräkoon pienentyessä. Lisäksi tuotantoyksikkö B:hen saapuu joka päivä lähetyksinä tuotteita, minkä takia tavaran vastaanotossa pienemmät toimituserät eivät haastattelujen perusteella aiheuta siten juurikaan ylimääräistä työtä.

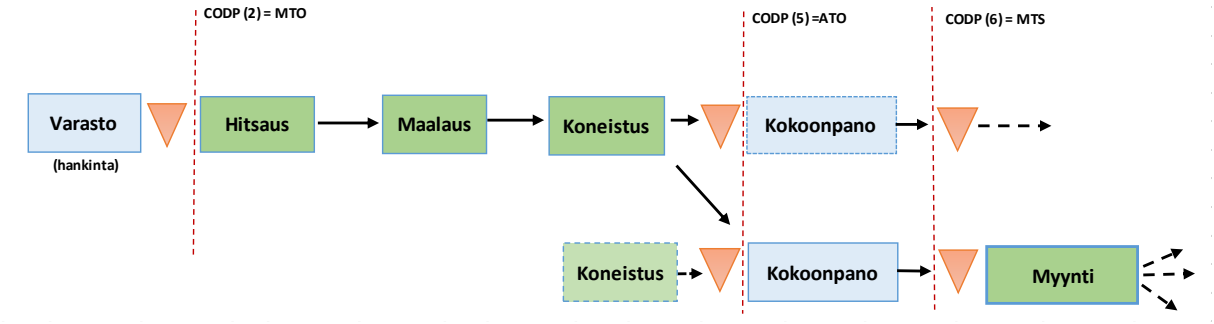
Optimaalinen tuotannon eräkoko todettiin teoriaosuudessa hyvin hankalaksi määrittää silloin, kun samassa työpisteessä ja koneella valmistetaan useita erilaisia tuotteita. Käsiteltävässä yrityksessä esimerkiksi hitsausrobotti, maalaus ja koneistus ovat tällaisia jaettuja resursseja, joten numeraalinen perustelu tuotannoneräkoon määrittämiseksi on haastavaa. Koska yrityksessä varastonpitokustannukset arvostetaan suhteellisen alhaisiksi ja tuotannon erän vaihtoon liittyviä asetusaikoja ei nähdä myöskään poikkeuksellisen suurina, ei tuotannon eräkoon kasvattamiselle ole riittäviä perusteita. Koska nykyiset tuotannon kuljetuskärrit on suunniteltu kahden kappaleen tuotantoerille, ehdotetaan tuotannon eräkoon säilyttämistä nykyisessä kahdessa kappaleessa.

Edellä esitettyjen kohtien perusteella seuraavalle sivulle on listattu tässä diplomityössä ehdotetut toimenpiteet, jotka voidaan nähdä kuuluvaksi osaksi uutta valmistusstrategiaa ja tuotannon materiaalinohjauksen toteutusta.

1. Tuotantoa ohjataan työntöohjauksena.
2. Tehdään selvitystyö sinkousprosessin poistamisesta tarvittavista tuotantovaiheista.
3. Poistetaan tuotannosta kaikki paperiset taulukot ja ohjataan työntekijät käyttämään ensisijaisesti olemassa olevaa MRP – järjestelemää.
4. Työntekijät ohjeistetaan toimimaan pyrkien tasaiseen materiaalivirtaan.
5. Valmiit tuotteet toimitetaan tuotantoyksikkö B:hen päivittäin.
6. Valmistuksen eräkoko säilytetään kahden kappaleen kokoisena.

4.7.2 Varastonohjaus

Varastonohjauksen suunnittelu alkaa tunnistamalla toimitusketjun varastot ja niiden käyttötarkoitukset. Koska asiakastilauksen kytkentäpisteelle ehdotettiin tuotteesta riippuen kolmea eri sijaintia toimitusketjussa, myös varastoja esiintyy toimitusketjussa kolmella eri tasolla: lopputuote-, moduuli- ja komponenttitasolla. Toimitusketjun varastot on merkitty alla olevaan kuvaan 32 niiden sijainnin mukaisesti.



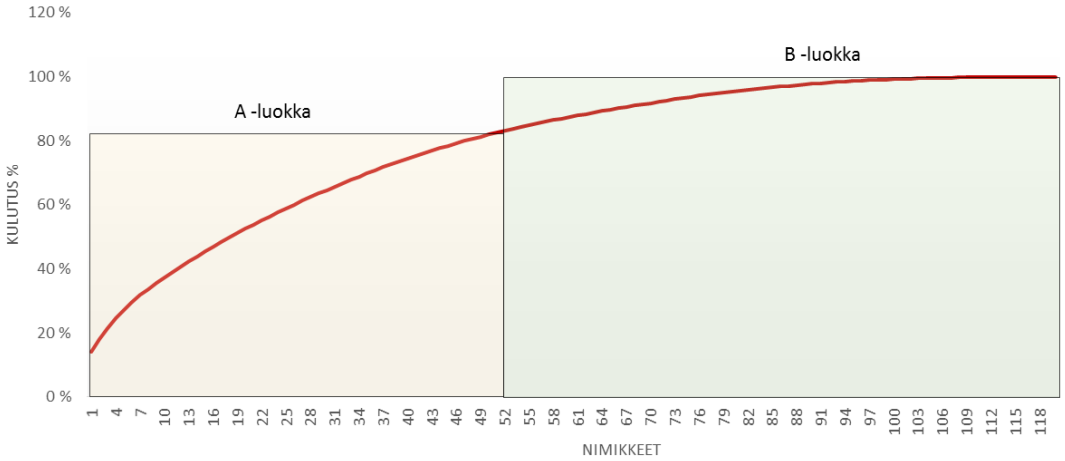
Kuva 32. Suunnitellussa toimitusketjussa varastoja on kolmessa paikassa.

Varaston palveluaste on strateginen päätös. Diplomityössä ehdotetaan varastojen palveluasteeksi 98 %, vaikka korkea palveluaste nostaa teoriaosuuden mukaisesti selvästi varastotasoja. Korkeaa palveluastetta voidaan kuitenkin perustella sillä, että yrityksessä varastonpitokustannukset arvostetaan alhaiseksi.

Pääsääntöisenä varastonohjaustapana uudelle tuoteperheelle ehdotetaan käytettäväksi tilauspistemenetelmää, koska sitä käytetään yrityksessä myös muiden tuoteryhmien ja komponenttien ohjauksessa. Näin ollen tilauspistejärjestelmän käyttö on yrityksessä tuttua. Liian monen ohjaustavan pitäminen rinnakkain voi osoittautua sekavaksi. Lisäksi varastojen täydentäminen tilauspistemenetelmän avulla toimii esimerkiksi taloudellisen eräkoon mallia paremmin kysynnän vaihtelevuuteen, jota esiintyy jossain määrin kaikilla kolmella eri varastointitasolla.

Työssä ABC – analyysiä hyödynnetään komponenttivaraston ohjauksessa. Kuvan 33 kulutusarvon mukaisesti tehdystä ABC – analyysistä käy ilmi, että komponenttien kulutuksen

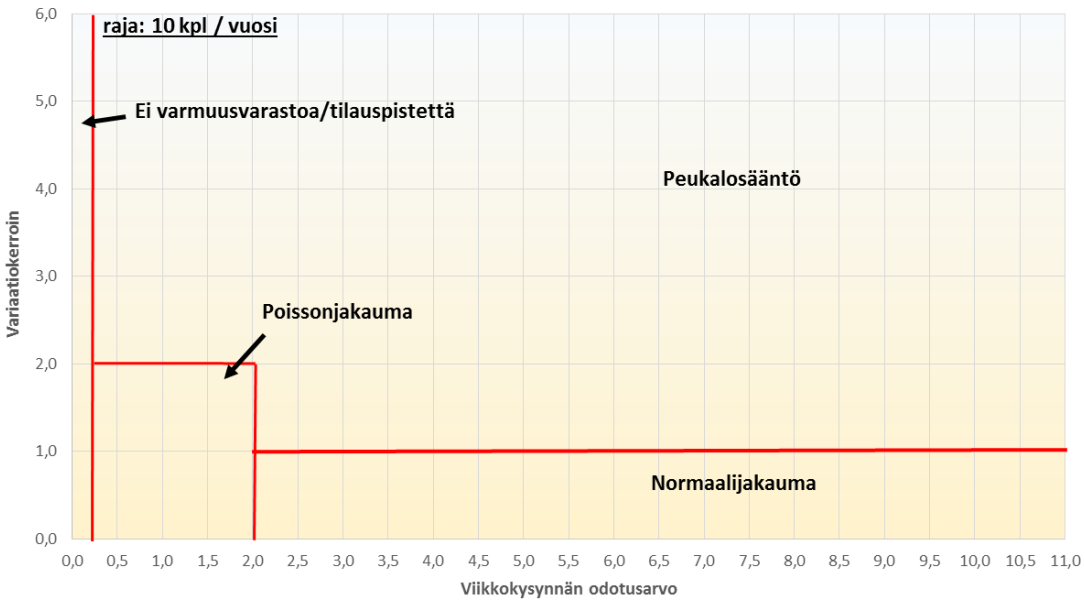
jakautuminen ei seuraa teoriaosuudessa esitettyä Pareto 80/20 – sääntöä, vaan ABC – käyrä muodostuu odotettua loivemmaksi. Analyysin perusteella 40 % nimikkeistä selittää 80 % komponenttivaraston kulutuksesta ja vastaavasti 60 % nimikkeistä muodostaa loput 20 % kulutuksesta.



Kuva 33. ABC – luokittelu komponenttivaraston nimikkeistä

Koska komponenttivaraston kulutusarvo ei jakaudu eri osiin Pareto – periaatteen mukaisesti, päädytään tässä diplomityössä tunnistamaan komponenttivarastosta pelkästään kaksi varastonohjauksellista prioriteettiluokkaa A ja B. A – luokka on varastonohjauksellisesti tärkeämpi ja siksi sen ohjauksessa tulee olla aktiivisempi. A – luokan nimikkeille määritetään tilauseräkooksi kuuden viikon kysyntätarve. B – luokalle määritetään suurempi tilauseräkoko, jolloin niiden ohjaaminen vaatii vähemmän resursseja. Työssä B – luokan nimikkeille määritetään tilauseräkooksi 15 viikon tarve.

Eri varastojen varmuusvaraston koon ja tilauspisteen määrittämistä lähestytään sen mukaan, minkä tyyppistä tarkasteltavan tuotteen, moduulin tai komponentin kysyntä on. Tässä työssä kysynnän luonnetta arvioidaan kuva 34 mukaisesti kysynnän variaatiokertoimen ja viikkokysynnän odotusarvon avulla. Kysynnän luonteen perusteella varmuusvaraston ja tilauspisteen määrittäminen voidaan toteuttaa kolmella eri tavalla: normaalijakauman, Poisson -jakauman tai peukalosäännön avulla. Jos kysyntä on hyvin vähäistä, alle 10 kappaletta vuodessa, varmuusvarastoa ja tilauspistettä ei määritetä ollenkaan.



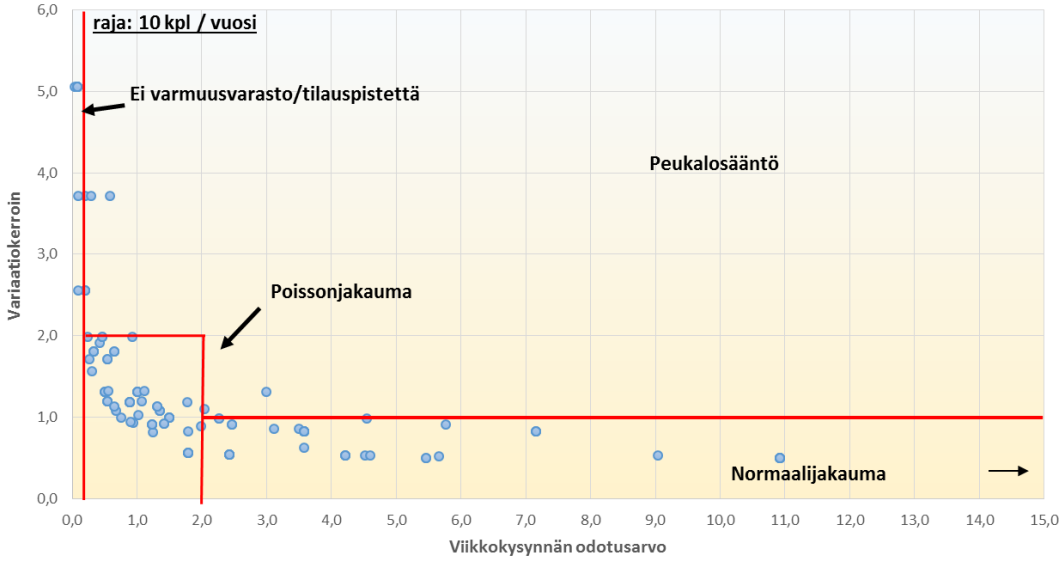
Kuva 34. Varmuusvaraston ja tilauspisteen määrittäminen kysynnän odotusarvon ja variaatiokertoimen mukaisesti jaoteltuna

Kysynnän ennustamiseen käytetään kirjallisuudessa yleisesti tilastollista todennäköisyyttä ja normaalijakamaa silloin, kun tuotteiden kysyntä on jatkuvaa ja sen hajonta on suhteellisen pientä. Tässä diplomityössä kysynnän ajatellaan seuraavan normaalijakaumaa silloin, kun variaatiokerroin on alle 1 ja viikkokysynnän odotusarvo yli 2 kappaletta. Poisson – jakaumaa varmuusvaraston ja tilauspisteen määrittämiseksi käytetään puolestaan silloin, kun viikkokysynnän odotusarvo ja variaatiokerroin on alle 2.

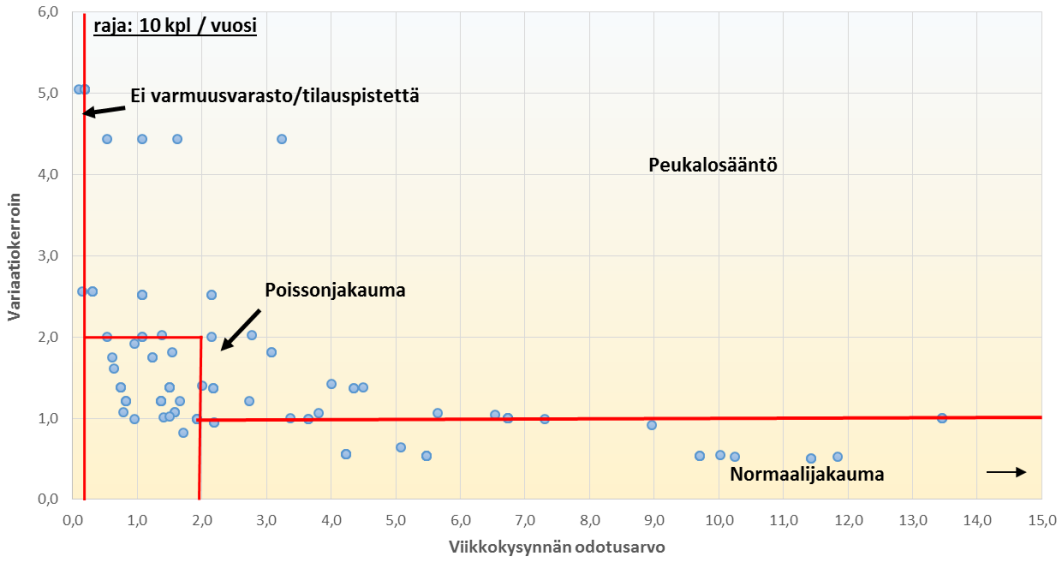
Kysyntää ei nähdä mahdolliseksi mallintaa tilastollisesti luotettavasti, mikäli kysyntä ei asetu normaali- eikä Poisson -jakauman raja-arvojen sisäpuolelle. Tällöin käytettäväksi keinoksi tilauspisteen ja varmuusvaraston määrittämiseksi ehdotetaan käytettäväksi peukalosääntöä. Peukalosääntö tarkoittaa tässä diplomityössä sitä, että tuotteen, moduulin tai komponentin varmuusvarastoksi määritellään neljän viikon kysyntätarve. Tilauspiste on silloin neljän viikon kysyntätarve lisättynä toimitusajan kysyntä.

Kuvissa 35 ja 36 on esitetty nykyisellä ja 100 % kysynnän kasvulla komponenttivaraston nimikkeiden jakautuminen eri kategorioihin varmuusvaraston ja tilauspisteen määrittämisen suhteen. Kuvista voidaan nähdä, että kysynnän kasvaessa yhä useampi nimike siirtyy kohti

kuvan oikeaa reunaa, jolloin myös yhä useammat varastoparametrit siirtyvät määritettäväksi peukalosäännön sekä normaalijakauman avulla.



Kuva 35. Komponenttien varmuusvaraston ja tilauspisteen määrittäminen nykyisellä kysynnällä



Kuva 36. Komponenttien varmuusvaraston ja tilauspisteen määrittäminen 100 % kysynnän kasvulla

Taulukkoon 10 on listattu nimikkeiden prosentuaalinen jakautuminen eri kategorioihin kaikilla kolmella kysyntäskenaariolla. Taulukon mukaisesti suurimmalle osalle komponenttien nimikkeistä varmuusvarasto ja tilauspiste voidaan määrittää hyödyntäen tilastollisen todennäköisyyden menetelminä normaali- ja Poisson – jakaumia. Kysynnän kasvaessa 100 % nimikkeistä 40 % voidaan mallintaa luotettavasti normaalijakauman avulla.

Taulukko 10. Komponenttien prosentuaalinen jakautuminen kategorioihin eri kysyntäskenaarioissa

Varmuusvaraston määrittäminen	Kysyntä + 0 %	Kysyntä + 50 %	Kysyntä + 100 %
Ei varmuusvarastoa	7 %	7 %	2 %
Peukalosääntö	7 %	16 %	29 %
Normaalijakauma	36 %	39 %	40 %
Poisson -jakauma	50 %	39 %	30 %

Taulukossa 11 on esitetty komponenttien sijaan, kuinka eri moduulit asemoituvat variaatiokertoimen ja viikkokysynnän odotusarvon mukaan eri kategorioihin. Taulukon mukaisesti suurimmalle osalle moduuleista varmuusvarasto ja tilauspiste määritetään hyödyntäen Poisson – jakaumaa. Lisäksi taulukosta voidaan havaita, että normaalijakauman ja peukalosäännön osuus lisääntyy kysynnän kasvaessa samalla tavalla kuin komponenttivarastossa.

Taulukko 11. Moduulien prosentuaalinen jakautuminen kategorioihin eri kysyntäskenaarioissa

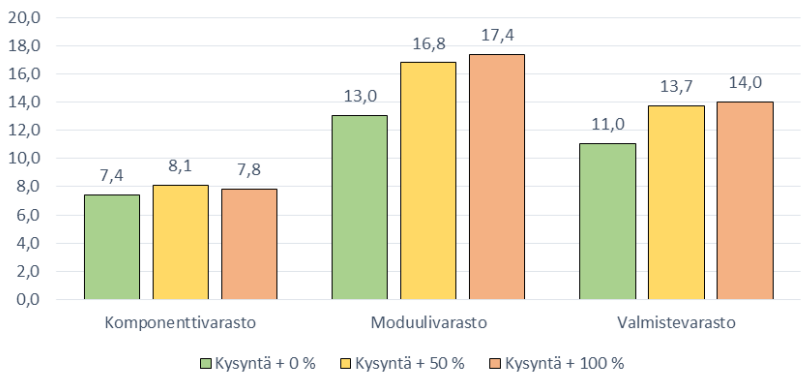
Varmuusvaraston määrittäminen	Kysyntä + 0 %	Kysyntä + 50 %	Kysyntä + 100 %
Ei varmuusvarastoa	14 %	9 %	9 %
Peukalosääntö	0 %	9 %	11 %
Normaalijakauma	14 %	20 %	23 %
Poisson -jakauma	71 %	63 %	57 %

Yksittäisistä tuotemalleista vain muutamaa ehdotettiin tuotantomuotojen käsiteltävässä osiossa ohjattavaksi MTS – tuotantomuodolla, joka edellyttää valmiiden tuotteiden varastointia. Nämä muutamat mallit ovat sellaisia, joissa vuosikysyntä on erittäin suuri ja variaatiokerroin pieni.

Kysyntä voidaan nähdä siten olevan hyvin ennustettavissa ja siksi valmisvaraston tuotteiden varastoparametrit voidaan määrittää normaalijakauman avulla.

Liitteessä 3 on esitetty esimerkkinimikkeiden avulla varmuusvaraston, tilauspisteen, keskivaraston sekä kiertonopeuden laskeminen esitetyillä menetelmillä ja parametreilla. Työssä moduulien sekä valmiiden tuotteiden tilauseräkoko on laskettu kertomalla toimitusajankysyntä kahdella. Tilauseräkoon arvo pyöristetään parilliseksi, koska tuotannon eräkoko määriteltiin aikaisemmin työssä kahden kappaleen kokoiseksi.

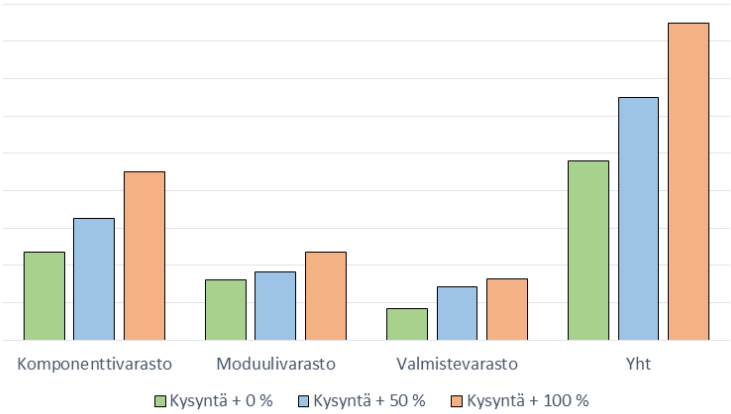
Asetettujen varastoparametrien mukaisesti nykyisellä kysynnällä kiertonopeuksiksi muodostuu komponenttivarastossa 7,4, moduulivarastossa 13,0 ja valmistevarastossa 11,0. Yrityksen varaston kiertonopeuksien historiaa tarkastellessa voidaan todeta esitetyt kiertonopeudet keskimääräistä paremmaksi. Tämän perusteella suunniteltu varastonohjaus vaikuttaa nykyistä tehokkaammalta, koska varastot kiertävät nopeammin palveluasteen säilyessä korkealla 98 % tasolla. Merkittävin syy komponenttivaraston muita varastoja hitaampaan kiertonopeuteen on isot tilauseräkoot. Isot tilauseräkoot rasittavat kuitenkin yrityksen osto-osastoa vähemmän, mikä nähdään haastattelujen perusteella nopeampaa kiertonopeutta tärkeämpänä. (kuva 37)



Kuva 37. Varastoille lasketut kiertonopeudet eri kysyntäennusteissa

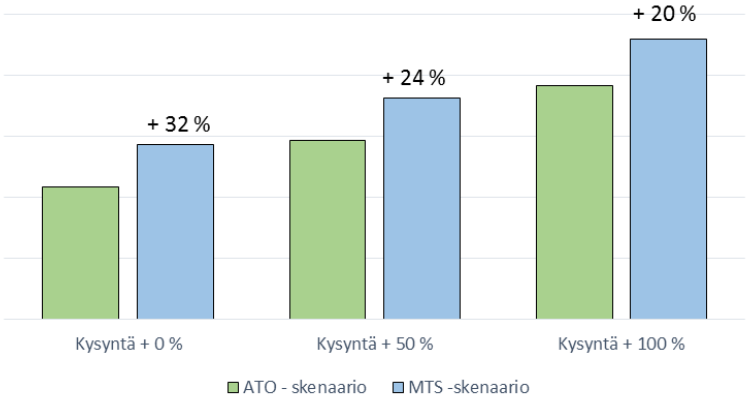
Kuvan 37 mukaisesti varastojen kiertonopeudet paranevat aavistuksen moduuli- ja valmistevarastossa kysynnän kasvaessa. Komponenttivarastossa peukalosäännön osuus varmuusvaraston määrittämisessä lisääntyy selkeämmin kysynnän kasvaessa, mikä selittää komponenttivaraston kiertonopeuden säilymistä lähes samana kaikissa kysyntäskenaarioissa.

Varastonpitokustannukset arvioidaan yrityksessä suhteellisen matalaksi 20 % suuruiseksi, koska yrityksessä ei arvosteta sitoutuneen pääoman kustannuksia korkeaksi. Varastotasosta ja varastonpitokustannuksista riippuvat varastointikustannukset eri kysyntäskenaarioissa on esitetty seuraavan sivun kuvassa 38. Varastointikustannukset vaikuttavat kasvavan asteittain kysynnän kasvaessa.



Kuva 38. Varastointikustannukset eri kysyntäskenaarioissa

Aikaisemmin työssä päädyttiin ehdottamaan kaikissa kolmessa kysyntäskenaariossa kahta erittäin suuri menekkistä tuotetta ohjattavaksi varasto-ohjautuvasti MTS – tuotantomuodolla ja valtaosaa lopuista tuotteista tilauksesta kokoonpantavaksi ATO – tuotantomuodolla. Mielenkiintoisena tarkasteluna on vertailla tuotantomuodon valinnan merkitystä toimitusketjun kokonaisvarastotasoon sekä samalla varastointikustannuksiin: Miten paljon varastointikustannukset muuttuisivat kokonaisuudessaan, jos ATO -tuotteita ohjattaisiin ehdotetun sijaan myös varasto-ohjautuvasti MTS – tuotantomuodolla?



Kuva 39. Varastointikustannusten muutos eri tuotantomuotoskenaarioissa kysynnän kasvaessa

Kuvassa 39 on esitetty varastointikustannusten muutos siirrettäessä ATO – tuotteet MTS – ohjattavaksi eli toisin sanoen varastoitavaksi kokoonpantuina lopputuotteina valmistevarastoon. Kuvan perusteella varastointikustannusten kasvavat 20 – 30 % riippuen kysyntäskenaariosta. Varastointikustannusten muutos tasoittuu kysynnän lisääntyessä, koska kysynnän kasvaessa yhä useamman lopputuotteen kysynnän ennustettavuus paranee ja siten varmuusvarastojen koot pienenevät.

Varastointikustannusten muutos ei ole kuitenkaan niin merkittävä, kuin alustavasti oletettiin. Odotettua pienempi muutos varastointikustannuksissa selittyy osittain sillä, että kaksi suuri menekkistä MTS – tuotetta muodostavat molemmissa tuotantomuotoskenaarioissa 28–32 % toimitusketjun loppupuoliskon varastointikustannuksista. Näin ollen jäljellä olevien tuotteiden ohjausmuoto ei vaikuta varastointikustannuksiin täysimääräisesti.

Toinen syy varastointikustannusten odotettua pienemmälle muutokselle on valmiille tuotteille alustavasti määritetty pieni tilauseräkoko, minkä seurauksena kiertovarastot valmistevarastossa ovat pienet. Lisäksi kokoonpano todettiin aikaisemmin työssä nopeaksi työvaiheeksi, joten tuotteiden jalostusarvo ei lisäänny merkittävästi tuotteiden siirtyessä moduulivarastosta valmistevarastoon.

Kokonaisuudessaan kaikkein olennaisin asia olisi kuitenkin tarkastella tuotantomuodon vaikutusta pelkkien varastointikustannusten sijaan kokonaiskustannusten näkökulmasta. Tällä

viitataan varastoinnin perusparadigmaan eli tasapainotteluun varastointikustannusten, puutekustannusten sekä tilauskustannusten välillä. Esimerkiksi ohjatessa kaikkia tuotteita täysin varasto-ohjautuvasti tilauskustannukset kasvavat, koska keskimääräinen tilauseräkoko eri moduuleille pienenee tällöin 30 – 50 % asetetuilla parametreilla.

Lisäksi MTS – skenaariossa puutekustannukset voidaan nähdä lisääntyvän, koska diplomityössä käytetty tekniikka varmuusvaraston laskemiseksi on riippuvainen kysynnän ennustettavuudesta: Jos kysyntä on vähäistä ja huonosti ennustettavaa, varmuusvarastoa ei määritetä kuvan 38 mukaisesti ollenkaan. Näin ollen asiakaskysynnän tyydyttäminen pelkästään valmiiden lopputuotteiden avulla lisää todennäköisyyttä puutostilanteille, koska lopputuotteen kysyntä on pääsääntöisesti aina pienempää ja vaihtelevampaa kuin yksittäisten moduulien kysyntä modulaarisessa tuoterakenteessa.

4.8 Valmistusstrategian valmiuden arviointi

Valmistusstrategian muodostusprosessia voidaan pitää kokonaisvaltaisena, koska muodostettu strategia käsittelee neljä hyvin laajaa päätöksenteon osa-aluetta, jotka yhdessä vastaavat yksityiskohtaisesti strategialle asetettuihin vaatimuksiin uuden tuoteperheen osalta. Lisäksi strategian muodostusprosessissa on huomioitu jatkuvasti kolmen eri kysyntäskenaarioiden vaikutukset strategisiin valintoihin. Valmistusstrategian kokonaisvaltaisuutta parantaakseen strategian muodostamisprosessia tulisi jatkaa tarkastelemalla eri strategian osa-alueita esimerkiksi kysynnän pienentymisen näkökulmasta. Minkälaiset vaikutukset uuden kilpailijan tulemisella markkinoille ja siten markkinaosuuden pienentymisellä olisi valittuun valmistusstrategiaan?

Ehdotetun valmistusstrategian vahvuus on sen osa-alueiden yhteneväisyys. Valmistusstrategian päätökset voidaan nähdä vievän strategiaa samaan suuntaan, koska eri päätöksenteon osa-alueet on muodostettu osittain toistensa päälle ja ne ovat siten vuorovaikutuksessa toisiinsa. Esimerkiksi toimitusketjun rakenteen pohjalta tunnistettiin mahdolliset tuotantomuodot ja valittujen tuotantomuotojen perusteella muodostettiin puolestaan näkemys materiaaliohjauksen perusfilosofiasta. Valmistusstrategian yhteneväisyyttä tukee muodostusprosessi, jossa ennen

eri osa-alueiden suunnittelua luotiin kattava näkemys strategian lähtökohdista ja siten strategian osa-alueiden yhteisistä tavoitteista sekä rajoituksista.

Toistaiseksi valmistusstrategisten päätösten kriittisyyttä toisiinsa nähden ei ole suoranaisesti tarkasteltu: Mitkä strategiset päätökset ja osa-alueet ovat kaikkein tärkeimpiä? Tässä diplomityössä valmistusstrategian osa-alueita on tarkisteltu niiden tärkeysjärjestyksessä. Kaikkein kriittisimpinä päätöksinä uuden tuoteperheen valmistusstrategialle nähdään siten päätös toimitusketjun rakenteesta sekä tuotantomuodosta. Sen sijaan varastonhallinta koetaan strategiaa täydentävänä osa-alueena, koska sen toteuttaminen työssä esitetyllä tarkkuudella ei ole edellytys uuden tuoteperheen valmistukselle.

Tärkeimmiksi kilpailutekijöiksi todettiin haastattelujen perusteella kustannukset, toimitusaika sekä tuotteiden laatu. Kokonaisuudessaan valmistusstrategia voidaan nähdä korostavan näitä kilpailutekijöitä. Kustannustehokkuus sekä tuotteiden laatu ovat esimerkiksi keskeiset ajurit tuotannon ja hankinnan keskittämiselle tuotantoyksikkö A:han. Vastaavasti tuotantomuotojen valinnalla sekä materiaalinohjauksella tähdätään kustannusten sekä toimitusajan minimointiin. Edellä esitettyjen kilpailutekijöiden sijaan muun muassa erikoisräätälöinti on kuitenkin jätetty valmistusstrategiassa vähemmälle huomiolle, koska markkina-analyysin perusteella sitä ei koettu merkittäväksi kilpailutekijäksi.

5 TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI

Diplomityön merkittävimpänä tuloksena muodostettiin viitekehys sekä valmistusstrategian yksittäisiin päätöksenteon osa-alueisiin että koko valmistusstrategian muodostamiseen. Työn soveltavassa osuudessa teoriaviitekehystä sovellettiin onnistuneesti käytännössä Case – yrityksen valmistusstrategian muodostamisessa yhdelle tuoteperheelle.

Teoriaviitekehyksen mukaan valmistusstrategian muodostaminen alkaa edellytyksien ja raja-arvojen määrittämisellä, joita voidaan arvioida seuraavista lähtökohdista: yritys- ja liiketoimintastrategia, markkinavaatimukset, valmistuksen resurssit ja päivittäinen toiminta. Case- tapauksessa huomattiin, että päivittäisen toiminnan ja valmistuksen resurssien tarkastelu on järkevää toteuttaa samanaikaisesti. Valmistusstrategian suunnittelun osa-alueita olivat toimitusketjun rakenne, tuotantomuodon valinta, kapasiteetin suunnittelu sekä materiaalinohjaus. Osa-alueille määritetiin yksityiskohtaiset strategiat, joiden kautta pystytään muodostamaan kokonainen valmistusstrategia.

Työn tuotoksena syntyi teorian kannalta kirjallisuudessa aikaisemmin esitetyistä viitekehyksistä sisällöltään ja lähestymistavaltaan hiukan erilainen valmistusstrategian muodostamisprosessin kuvaaminen. Lisäksi diplomityössä esiteltiin osittain uudenlaisia lähestymistapoja valmistusstrategian yksittäisten osa-alueiden suunnitteluun. Esimerkiksi tuotantomuodon valintaa ei ole kirjallisuudessa tarkasteltu aikaisemmin täysin samalla tavalla analysoimalla tuotteita kysynnän variaatiokertoimen sekä volyymin avulla nelikentässä (ks. kuva 28). Vastaavaa tarkastelu voidaan nähdä olevan niin ikään uudenlainen lähestymistapa varmuusvaraston ja tilauspisteen määrittämisessä, vaikka toisaalta kysynnän variaatiokerroin ja volyymi ovat sinällään olleet laajasti esillä kirjallisuudessa erillisinä kriteereinä näitä asioita tarkastellessa.

Työn soveltavassa osuudessa ehdotettu valmistusstrategia voidaan nähdä yleisesti seuraavan hyviä toimitusketjun johtamisen periaatteita, joita ovat muun muassa tuotteen räätälöinnin viivästyttäminen, läpimeno – ja toimitusaikojen lyhentäminen sekä yksinkertaistaminen. Lisäksi strategiaa pyrittiin erottelemaan ja räätälöimään eri tuotteiden sekä kysyntäskenaarioiden mukaan. Ehdotettu valmistusstrategia koettiin hyödylliseksi ja

käytännön kannalta hyvin sovellettavaksi Case -yrityksessä. Työn tuotoksena syntynyt Excel-malli on hyödynnettävissä Case -yrityksessä myös tulevaisuudessa esimerkiksi kysyntäennusteiden muuttuessa tai valmistusaikojen tarkentuessa.

Valmistusstrategia Case -yrityksissä todettiin tässä laajuudessaan riittäväksi. Mielenkiintoisena jatkotutkimuskysymyksenä voitaisiin kuitenkin esittää seuraavia kysymyksiä: Miten valmistusstrategian toimeenpano toteutetaan hallitusti? Millaisia suorituskyvynmittareita uuden tuoteperheen valmistusstrategia edellyttää? Mitkä ovat yksittäisen tuoteperheen valmistusstrategian vaikutukset muuhun tuotantoon pitkällä aikavälillä?

6 YHTEENVETO

Tämän diplomityön tavoitteena oli tutkia valmistusstrategian muodostamista kirjallisuudessa ja Case – yrityksessä rajaten tarkastelu yhteen tuoteperheeseen. Työn tutkimuskysymyksenä esitettiin: Kuinka valmistusstrategia muodostetaan uudelle tuoteperheelle? Työn soveltavalle osuudelle asetetut vaatimukset olivat käytännönläheiset ja valmistusstrategian pohjalta odotettiin hyvin konkreetista näkemystä uuden tuoteperheen valmistuksen toteuttamisesta.

Diplomityön keskeisimpänä tuloksena muodostettiin teoriaviitekehys valmistusstrategian muodostamisesta, jonka osa-alueina olivat toimitusketjun rakenne, tuotantomuodon valinta, kapasiteetin suunnittelu sekä materiaalinohjaus. Teoriaviitekehystä testattiin Case – yrityksen uuden tuoteperheen valmistusstrategian muodostamisessa. Valmistusstrategian osa-alueita tarkasteltiin työssä yksityiskohtaisesti, jotta strategisten päätösten vaikutuksia pystyttiin analysoimaan kattavasti.

Valmistusstrategian muodostamisprosessi todettiin alkavan yrityksen mission ja vision ymmärtämisellä. Tämän jälkeen tarkastelussa oli valmisstrategian neljä eri lähtökohtaa: yritys- ja liiketoimintastrategia, päivittäinen toiminta, markkinavaatimukset sekä valmistuksen resurssit. Nämä neljä eri lähtökohtaa muodostivat valmistusstrategian merkittävimmät tavoitteet sekä myös rajoitteet. Työn soveltavassa osuudessa valmistusstrategian lähtökohdat selvitettiin haastattelemalla yrityksen työntekijöitä sekä johtoa.

Käsitys uuden tuoteperheen toimitusketjun rakenteesta muodostettiin tunnistamalla toimitusketjun ydinosaamisalueet ja yhdistämällä osaamisalueet värikoodein toimitusketjukarttaan. Tällä tavalla luotiin havainnollistava näkemys toimitusketjun rakenteen nykytilasta ja kehitystarpeista. Uuden tuoteperheen toimitusketjun rakenteeksi ehdotettiin nykyistä toimitusketjua keskitetympää ja suoraviivaisempaa vaihtoehtoa.

Uudelle tuoteperheelle tunnistettiin mahdolliset tuotantomuodot ehdotetun toimitusketjun rakenteen sekä valmistusstrategialle asetettujen tavoitteiden ja rajoitusten perusteella. Yksittäisten tuotteiden ohjausmuotoa tutkittiin tarkastelemalla tuotteiden kysynnän luonnetta

variaatiokertoimen sekä kysynnän vuosivolyymin avulla. Työssä valtaosa tuotteista ehdotettiin ohjattavaksi ATO – tuotantomuodolla.

Kapasiteetin suunnittelun tavoitteena oli luoda käsitys kapasiteetin riittävyydestä ja mahdollisista keinoista kapasiteetin ja kysynnän yhteensovittamiseksi. Kapasiteetin riittävyyttä tarkasteltiin piirtämällä kuormaprofiilit tuotannon pullonkaularesursseille. Kapasiteetti todettiin riittäväksi maltillisilla kysyntäskenaarioilla, mutta kysynnän kasvaessa 50 – 100 % valmistukselle ehdotettiin toimenpiteitä kapasiteetin kasvattamiseksi. Kapasiteetin joustavuuden lisääminen todettiin tuotannon lähitulevaisuuden tavoitteeksi.

Materiaaliohjauksen perusfilosofiaksi ehdotettiin työntöohjausta ja tuotannon eräkoon säilyttämistä nykyisessä kahdessa kappaleessa. Merkittävimpänä kehityskohteena nähtiin materiaalivirran tasaisuuden lisääminen. Varastonohjauksen osalta varastojen palveluaste asetettiin korkeaksi ja ohjausmenetelmäksi ehdotettiin tilauspistejärjestelmää. Varmuusvarasto ja tilauspiste määritettiin nimikkeiden kysynnän luonteen perusteella joko hyödyntäen tilastollista todennäköisyyttä tai niin sanottua peukalosääntöä. Ehdotettu ratkaisu varastonohjaukseen arvioitiin laskettujen kiertonopeuksien ja varastointikustannusten perusteella nykyistä ohjausta tehokkaammaksi.

Valmistusstrategiaehdotelma ja sen muodostusprosessi koettiin valmiiksi tarkastelemalla strategian kokonaisvaltaisuutta, yhteneväisyyttä, kriittisyyttä sekä vastaavuutta kilpailutekijöiden painoarvoon. Valmistusstrategian eri osa-alueet nähtiin muodostetuksi vuorovaikutuksessa toisiinsa ja vievän strategiaa kokonaisuudessaan kohti samoja tavoitteita. Ehdotettua valmistusstrategiaa tarkasteltiin koko muodostusprosessin ajan kolmen vaihtoehtoisen kysyntäskenaarion avulla.

Valmistusstrategian muodostaminen ja analysointi esitetyllä tarkkuudella edellytti laajaa ymmärrystä toimitusketjun dynamiikasta sekä sen yksityiskohtaista kuvaamista Excel – mallissa. Diplomityön Excel – mallinnusta varten kerättiin muun muassa tiedot tuoterakenteista, valmistuksen kellotusajoista, kysyntäennusteista, nykyisestä kapasiteetista sekä valmistus- ja osahinnoista. Valmistusstrategisten päätösten sekä eri kysyntäskenaarioiden

vaikutusten analysointi pystyttiin lopulta toteuttamaan luotettavasti sekä nopeasti eri parametreja muuttelemalla.

LÄHTEET

Balakrsihnan, N., Render, B. 2011. Managerial Decision Modeling with Spreadsheets. 3. Painos. 10. Harlow. Prentice Hall. 608 s.

Chan, H., Chung, S., Lim, M. 2013. Recent research trend of economic-lot scheduling problems. Journal of Manufacturing Technology Management. Vol. 24. nro. 3, s. 466–482

Demeester, L., Meyer, A.D, Grahovac, J. 2014. The role of operations executives in strategy making. Journal of Operations Management. Vol. 32, nro. 7-8, s. 403-413.

Gardner, J., Cooper, M. 2003. Strategic supply chain mapping approaches. Journal of Business Logistics. Vol. 24, nro. 3, s. 37–64

Gosling, J., Naim, M. 2009. Engineer-to-order supply chain management: A literature review and research agenda. International Journal of Production Economics. Vol. 122, nro. 2, s. 741-754.

Hallgren, M., Olhager, J. 2006. Differentiating manufacturing focus. International journal of production research. Vol. 44, nro. 18-19, s. 3863-3878.

Hayes, R.H., Wheelwright, S.C. 1984. Restoring our Competitive Edge—Competing Through Manufacturing. 1. painos. Wiley, New York. 411 s.

Hemmati, S. & Rabbani, M. 2009. Make-to-order/make-to-stock partitioning decision using the analytic network process. International Journal and Advanced Manufacturing Technology. Vol. 48, nro. 2, s. 801–813.

Hill, T., & Westbrook, R. 1997. SWOT analysis: It’s time for a product recall. Long Range Planning, Vol. 30, s. 46–52.

Hill, T. 2000. Manufacturing Strategy—Text and Cases. 2. Painos. Palgrave, Houndmills, Hampshire. 582 s.

Hitt, M., Xu, K., Carnes, C.M. 2015. Resourced based theory in operations management research. Journal of Operations Management. Vol. 10, nro. 3, s. 1-18.

Hoekstra, S., Romme, J. 1992. Integral logistics structures: developing customer oriented goods Flow. McGraw-Hill, London. 164 s.

Huiskonen, J., Niemi, P., Pirttilä, T. 2003. An approach to link customer characteristics to inventory decision making. International Journal of Production Economics. Vol. 81–82, s. 255–264.

Karrus, E. 2001. Logistiikka. 3. painos. WSOY. Helsinki. 419 s.

Kim, Y., Sting, F., Loch, C. 2014. Top-down, bottom-up, or both? Toward an integrative perspective on operations strategy formation. Journal of Operations Management. Vol. 32, nro. 2, s. 462–474.

Krjaweski, L. & Ritzman, L. 2000. Operations Management: strategy and analysis. 5. Painos. Massachusetts. Addison-Wesley Publishing Company. 880 s.

Leong, G.K., Snyder, D.L., Ward, P., 1990. Researching the process and content of manufacturing strategy. OMEGA International Journal of Management Science, Vol. 18, nro. 2, s. 109-22.

Lysons, K., Farringtom, B., 2006. Purchasing and Supply Chain Management. 7. Painos. Edinburgh. Prentice Hall. 709 s.

Mason-Jones, R., Naylor, B., Towill, D.R. 2000. Engineering the leagile supply chain. International journal of agile management systems. Vol. 2, nro. 1, s. 54–61.

Olhager, J. 2003. Strategic positioning of the order penetration point. International journal of production economics. Vol. 85, nro. 3, s. 319–329.

Olhager, J. 2012. The Role of Decoupling Points in Value Chain Management. Modelling value, Contributions to Management Science. s. 37–47.

Olhager, J., Wikner, J. (1998). A framework for integrated material and capacity based master scheduling. Beyond manufacturing resource planning (MRPII) – Advanced models and methods for production planning. Springer. Berlin, s. 3–20.

Rushton, A. Oxley, J. Croucher, P. 2002. The Handbook of Logistics and Distribution Management. 2. Painos. Lontoo. Kogan Page Limited. 571 s.

Russel, R., Taylor, B. 2011. Operations Management. 7. Painos. Asia. John Wiley & Sons Pte Ltd. 810 s.

Ramaekers, K., Janssens, G. 2008. On the choice of a demand distribution for inventory management models. European Journal of Industrial Engineering. Vol 2. nro. 4, s. 479-491

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta: B2B vähemmällä enemmän. 7. painos. Espoo, Jouni Sakki Oy. 221 s

Sakki, J. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta: Logistinen B-to-B –prosessi. 6. Painos. Espoo. Jouni Sakki Oy. 216 s.

Sharman, G. (1984). The rediscovery of logistics. Harvard Business Review, Vol 62, nro. 5, s. 71–80.

Slack, N, Chambers, S. Johnston. R. 2010. Operations Management. 10. Painos. Harlow. Prentice Hall. 713 s.

Slack, N., Lewis, M. 2011. Operations Strategy. 3. Painos. Harlow. Prentice Hall. 434 s.

Stock, J., Lambert, D. 2001. Strategic Logistics Management. 4. Painos. Boston. McGraw-Hill. 872 s.

Wheelen, T. & Hunger, D. 2010. Strategic Management and Business Policy. 12. Painos. New Jersey. Prentice Hall. 967 s.

Wouters, M., Selto, F., Hilton, R. 2012. Cost Management: Strategies for Business Decisions – International Edition. Boston. McGraw-Hill. 896 s.

Yang, B., Burns, N. 2003. Implications of postponement for the supply chain. International journal of production research. Vol. 41, nro. 9, s. 2075–2

Esimerkkinä oppimiskäyrän käytöstä on moduuli A, jonka ensimmäiset viisi kellotusaikaa erään työvaiheen pituudesta on esitetty alla olevassa taulukossa 12:

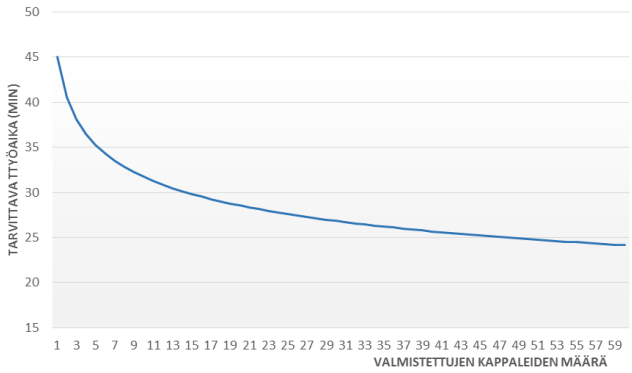
Taulukko 12. Moduuli A:n kellotusajat

Valmistetuttujen moduulien kumulatiivinen määrä (kpl)	Kellotusajat (min)
1	45
2	41
3	38
4	36
5	35

Oppimistekijäksi r voidaan määrittää tarkastelemalla sitä, kuinka paljon prosentuaalisesti kellotusaika lyhenee työtoistojen kaksinkertaistuessa. Taulukon perusteella ensimmäisen ja toisen valmistetun kappaleen kellotusaikojen suhde on 0,9:

$$\frac{41\ min}{45\ min} = \sim 0{,}9$$

Oppimistekijäksi r todetaan näin ollen 0,9. Alla olevaan kuvaajaan on piirretty oppimiskäyrä soveltamalla diplomityössä esitettyä kaavaa 2 sekä käyttämällä lähtötietoina k_1 = 45 min ja r = 0,9. Kuvaajan perusteella moduulikappaleen valmistamiseksi vaaditaan pitkässä juoksussa noin 25 min edellyttäen jatkuvaa oppimista ja työskentelyn tehostamista.



Kuva 40. Esimerkki oppimiskäyrästä Case – yrityksessä.

d = keskimääräinen kysyntä
l = täydennysviive
r = tilauspiste
ss = varmuusvarasto
z = normaalijakauman mukainen varmuuskerroin
M = täydennysajan kulutus

σ = keskihajonta
Q = tilauseräkoko
C = varastonpitokustannukset
K = varastointikustannukset
P = hankintahinta
SL = palveluaste
D = vuosikulutus

Kysyntää mallinnettaessa Poisson – jakaumalla tilauspiste *r* lasketaan määrittämällä ensin haluttu todennäköisyys, jolla hälytysraja riittää täydennysajan kulutukseen. Tästä todennäköisyydestä käytetiin myös nimitystä palveluaste *SL*. Halutun palveluasteen määrittämisen jälkeen lasketaan täydennysajan kulutus *M*.

$$M = d \times l \tag{3}$$

Tilauspiste haetaan tämän jälkeen palveluastetta SL ja täydennysajan kulutusta *M* vertaamalla taulukkokirjan Poisson – jakaumataulukon arvoihin.

Kysyntää mallinnettaessa normaalijakauman avulla tilauspiste *r* määritetään laskemalla yhteen täydennysajan kulutus sekä varmuusvarasto:

$$r = d \times l + ss \tag{4}$$

Normaalijakauman tapauksessa varmuusvarasto lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$ss = \mathrm{Z} \times \sigma \times \sqrt{l} \tag{5}$$

(JATKUU)

Keskivarasto määritetään laskemalla yhteen varmuusvarasto sekä keskimääräinen kiertovarasto seuraavan kaavan mukaisesti:

$$I = ss + Q/2 \tag{6}$$

Varastointikustannukset lasketaan kertomalla varastonpitokustannukset C, keskivarasto I sekä hankintahinta *P* keskenään:

$$K = C \times I \times P \tag{7}$$

Varaston kiertonopeuden lasketaan vuosikulutuksen D sekä keskivaraston I suhteena. Molemmat arvostetaan hankintahintaan.

$$Varaston\ kiertonopeus = \frac{D}{I} \tag{8}$$

(Krjaweski& Ritzman 2000, s. 557 – 569; Stock & Lambert 2001, s. 415-424; Balakrsihnan & Render 2011)

Varastolaskennan esimerkkinä käytetään komponentti A:ta. Komponentti A:n esitiedot on kerätty valmiiksi ja ne on esitelty alla:

d = 0,54 kpl/vk	C = 25 %
l = 3 vk	P = 70 €
z = 2,05 (98 %:n palveluaste)	SL = 98 %
σ = 0,9 kpl/$\sqrt{vk}$	D = 1960 €
Q = 9 kpl	

Ensimmäisenä tarkastellaan kuvitteellista tilannetta, jossa Komponentti A:n kysyntää nähdään olevan mahdollista mallintaa luotettavasti Poisson – jakauman avulla. Palveluasteeksi *SL* asetetaan diplomityön mukaisesti 98 %. Annettujen tietojen perusteella komponentti A:n täydennysajan kulutus lasketaan kaavan 3 mukaisesti:

$$M = 0{,}54\ kpl/vk\ \times 3\ vk$$
$$M = 1{,}62\ kpl$$

Vertaamalla palveluasteen 98 % arvoa sekä laskettua täydennysajan kulutusta M = 1,62 kpl taulukkokirjojen Poisson – jakauman kertymäfunktioon saadaan tilauspisteeksi 5 kappaletta. Varmuusvarasto on tällöin tilauspiste vähennettynä toimitusajan kysyntä:

$$ss = 5\ kpl - 1{,}62\ kpl = \sim 3\ kpl$$

Jos komponentti A:n kysyntä nähdään seuraavan normaalijakaumaa, varmuusvaraston arvo lasketaan kaavan 5 mukaisesti:

$$ss = 2{,}05\ \times\ 0{,}9\frac{\text{kpl}}{\sqrt{vk}}\ \times\ \sqrt{3\ vk} = \sim 3\ kpl$$

(JATKUU)

Normaalijakauman tapauksessa tilauspisteeksi r määräytyy kaavan 4 mukaisesti 5 kappaletta:

$$r = 1{,}62\ kpl + 3\ kpl = \ \sim 5\ kpl$$

Näin ollen komponentti A:n keskivaraston I arvoksi saadaan molemmilla todennäköisyysjakaumilla kaavan 6 mukaisesti sama arvo:

$$I = 3\ kpl + \frac{9\ kpl}{2} = \ \sim 8\ kpl$$

Tällöin varastointikustannukset ovat kaavan 7 mukaisesti:

$$K = \frac{25\ \%}{kpl} \times 8\ kpl \times 70\ € = \ \sim 140\ €$$

Varastonkiertonopeus lasketaan kaavan 8 mukaisesti:

$$Varaston\ kiertonopeus = \frac{1960\ €}{560\ €} = \ \sim 3,5$$