



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

TUOTANTOTALOUDEN TIEDEKUNTA

Toimitusketjun johtaminen

Tuotannonohjausmuotojen valintakriteerit ja niiden soveltaminen valintaprosessissa

**The selection criteria for inventory policies and their
application in the selection process**

Kandidaatintyö

Jukka Smahl

Sakari Haapala

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Jukka Smahl, Sakari Haapala	
Työn nimi: Tuotannonohjausmuotojen valintakriteerit ja niiden soveltaminen valintaprosessissa	
Vuosi: 2014	Paikka: Lappeenranta
Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous. 30 sivua, 9 kuvaa, 1 taulukko ja 3 liitettä Tarkastaja(t): Professori Timo Pirttilä	
Hakusanat: MTO, MTS, ATO, ETO, CODP, OPP, Valinta, Prosessi, Tuotannonohjausmuoto	
Keywords: MTO, MTS, ATO, ETO, CODP, OPP, Choosing, Process, Inventory policy	
<p>(Työn esittely: tavoitteet, keskeinen sisältö, keskeiset tulokset, max 1 A4)</p> <p>Työssä tutkitaan tuotannonohjausmuotojen valintakriteerejä ja niiden vaikutuksia tuotannonohjausmuodon valintaan. Työn alussa esitellään mahdolliset tuotannonohjausmuodot eroavaisuuksineen. Tämän jälkeen siirrytään käsittelemään mahdollisia valintakriteerejä, sekä erittelemään niiden vaikutuksia tuotannonohjausmuodon valintaan. Työn lopussa mallinnetaan tuotannonohjausmuotojen valintaprosessia, sekä eri malleja, joita voidaan hyödyntää valintaprosessissa.</p>	

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

LYHENNELUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn rajaus ja tavoite	1
1.2	Työn rakenne	2
2	TUOTANNONOHJAUSMUODOT JA ASIAKASTILAUKSEN KYTKENTÄPISTE	3
2.1	Make-To-Stock (MTS)	3
2.2	Make-To-Order (MTO).....	3
2.3	Assemble-To-Order (ATO)	4
2.4	Engineer-To-Order (ETO)	4
2.5	Asiakastilauksen kytkentäpiste	5
3	TUOTANNONOHJAUSMUOTOJEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT KRITEERIT	6
3.1	Markkinaperusteiset tekijät	6
3.1.1	Toimitusaikavaatimukset	6
3.1.2	Kysynnän epätasaisuus.....	7
3.1.3	Kysynnän volyyymi	7
3.1.4	Tuotevalikoiman laajuus	7
3.1.5	Asiakkaan tilauskoko ja –tiheys	8
3.1.6	Sesonkiluonteinen kysyntä.....	8
3.2	Tuoteperusteiset tekijät	8
3.2.1	Tuotteen modulaarinen rakenne	9
3.2.2	Tuotteen kustomointimahdollisuudet	9
3.2.3	Tuotteen rakenne	9

3.2.4	Tuotteen arvo.....	10
3.3	Tuotantoperusteiset tekijät	10
3.3.1	Tuotannon läpimenoaika	10
3.3.2	Suunnittelupisteiden lukumäärä	11
3.3.3	Tuotannon joustavuus	11
3.3.4	Pullonkaulat tuotantoprosessissa.....	11
4	TUOTANNONOHJAUSMUOTOJEN VALINTAA AVUSTAVAT MALLIT	13
4.1	MTS vs MTO -pääöstä avustava malli ruokateollisuudessa.....	13
4.2	ANP-mallin hyödyntäminen MTO vs MTS -päätöksissä.....	16
4.3	Asiakasprofiilien yhdistäminen tuotannonohjausmuotoihin.....	21
5	TUOTANNONOHJAUSMUOTOJEN VALINTAPROSESSI.....	26
6	YHTEENVETO	29
	LÄHTEET	31
	LIITTEET	

LYHENNELUETTELO

A	Kiinteät kustannukset
ATO	Assemble-To-Order, tilausohjaantuva kokoonpano
BOM	Bill Of Materials, materiaaliluettelo
BTO	Built-To-Order, tilausohjautuva tuotanto
C	Tuotteen valmistuskustannus
CODP	Customer Order Decoupling Point, asiakastilauksen kytkentäpiste
D	Demand, Kysyntä
ETO	Engineer-To-Order, tilausohjautuva suunnittelu
MTO	Make-To-Order, tilausohjautuva tuotanto
MTS	Make-To-Stock, varasto-ohjautuva tuotanto
N	Tilausten määrä
OPP	Order Penetration Point, asiakastilauksen kytkentäpiste (=CODP)
P	Tuotantoaste
PC	Muuttuvat kustannukset
Q	Taloudellinen tilauseräkkö
S	Tuotteen keskimääräinen asetusaika
SS	Safety Stock, Varmuusvarasto
TPT	Tuotteen keskimääräinen kokonaisvalmistusaika
X	Tuotteen valmistukselle vaadittu vuotuinen kapasiteetti

1 JOHDANTO

Jatkuvasti kovenevan kilpailun maailmassa yritykset ovat pakotettuja parantamaan toimintansa laatua ja samalla minimoimaan toiminnan kustannuksia. Yksi yrityksen keinoista vaikuttaa kilpailukykyynsä on tuotteiden tuotannonohjausmuodon valinta. Tuotannonohjausmuodolla tarkoitetaan yrityksen tapaa ohjata tietyn tuotteen valmistusta ja varastointia, jotta yritys pystyisi valmistamaan tuotteen asiakkaan kysynnän ja tarpeiden mukaisesti. Tuotannonohjausmuotojen tavoitteena on täyttää asiakkaan tarpeet siten, että yrityksen omien resurssien käyttö saadaan optimoitua ja toisaalta kustannukset minimoitua. Käsittelemme tässä kandidaatintutkielmassa tuotannonohjausmuotojen valintaan vaikuttavia kriteerejä ja päätöksentekoa avustavia malleja. Tämän lisäksi pyrimme havainnollistamaan mallien yhteisten piirteiden avulla tuotannonohjausmuodon valintaprosessin rakennetta hieman tarkemmin.

1.1 Työn rajaus ja tavoite

Tämän kandidaatintutkielman tavoitteena on selvittää, mitkä kriteerit vaikuttavat tuotannonohjausmuodon valintaan yrityksen sisällä, ja millaisia näiden kriteerien vaikutukset ovat. Rajaudumme työssämme käsittelemään ainoastaan neljää yleisintä tuotannonohjausmuotoa, jotka ovat make-to-stock, assemble-to-order, make-to-order sekä engineer-to-order. Tarkoituksena on tutkia, miten yritys voi valita näistä parhaan mahdollisen tuotannonohjausmuodon kullekin tuotevalikoimansa tuotteelle. Työn varsinaiset tutkimuskysymykset ovat muodoltaan seuraavat:

- Mitkä kriteerit vaikuttavat tuotannonohjausmuodon valintaan?
- Miten valintakriteerejä voidaan soveltaa valintaprosessissa ja millainen valintaprosessi on rakenteeltaan?

1.2 Työn rakenne

Työn alussa esittelemme lyhyesti työssä tutkittavat tuotannonohjausmuodot sekä näihin oleellisesti liittyvän asiakastilauksen kytkentäpisteen. Ohjausmuotojen esittelyn jälkeen siirrymme käsittelemään valintaan vaikuttavia kriteerejä. Valintakriteerit voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään, jotka ovat markkinaperusteiset, tuoteperusteiset ja tuotantoperusteiset tekijät. Pyrimme esittelemään kuhunkin ryhmään kuuluvien kriteerien vaikutuksia sekä selvittämään, mitä ohjausmuotoja mitkäkin kriteerit puoltavat. Kriteerien käsittelyn jälkeen esittelemme kolme erilaista mallia, joiden avulla esiteltyjä kriteerejä voidaan hyödyntää tuotannonohjausmuodon valinnassa. Työn lopussa esittelemme vielä valintaprosessin rakennetta yleisesti mallien pohjalta havaitsemiemme yhteisten vaiheiden avulla.

2 TUOTANNONOHJAUSMUODOT JA ASIAKASTILAUKSEN KYTKENTÄPISTE

Tuotannonohjausmuodolla tarkoitetaan yrityksen tapaa ohjata kyseisen tuotteen valmistusta ja varastointia, jotta yritys pystyisi valmistamaan tuotteen asiakkaan kysynnän ja tarpeiden mukaisesti. Tuotannonohjausmuodon tavoitteena on samalla optimoida yrityksen omat resurssit ja minimoida valmistuksen kustannukset. Tuotannonohjausmuotoja on paljon erilaisia ja eri lähteet käyttävät samoista muodoista eri nimityksiä, kuten esimerkiksi Built-To-Order ja Make-To-Order. Tässä työssä keskitymme neljään yleisimpään tuotannonohjausmuotoon, jotka ovat Make-to-stock, Make-to-order, Assemble-to-order, Engineer-to-order. (Graves, 1999)

2.1 Make-To-Stock (MTS)

Make-to-stock on varasto-ohjautuva tuotannonohjausmuoto, jossa koko yrityksen tuotantoprosessi tapahtuu ennusteohjautuvasti, ja tuotteita valmistetaan varastoon asiakkaiden tilauksia varten. (Stadtler & Kilger, 2005) Varasto-ohjautuvaa tuotannonohjausmuotoa hyödynnetään tyypillisesti silloin, kun kyseessä on muodoltaan standardi tuote tai tuotteen arvo on suhteellisen pieni. Suurimmat operatiiviset toimenpiteet tämän tuotannonohjausmuodon kohdalla koskevat varastotasojen hallintaa, tuotannon eräkokoja sekä kysynnän ennustamista. (Van Donk et al, 2004) MTS-menetelmä on tyypillisesti kustannustehokkain tuotannonohjausmuoto, mutta negatiivisena puolena siinä on pienentyvä tuotevalikoima tuotteiden standardisoitavan muodon vuoksi. (Kerkkänen, 2007)

2.2 Make-To-Order (MTO)

Make-to-order on tilausohjautuva tuotannonohjausmuoto, jossa tuote valmistetaan tilausohjautuvasti asiakkaan tilauksen perusteella. Tätä tuotannonohjausmuotoa hyödynnetään useimmiten silloin, kun tuotteet ovat asiakaskohtaisesti räätälöityjä tai tarjottava tuotevalikoima on erityisen kattava. (Stadtler & Kilger, 2005) Tilausohjautuvan tuotannonohjausmuodon etuna on valmistuotevarastojen merkittävä väheneminen, mutta toisaalta tuotannon läpimenoajat kasvavat tuotteiden räätälöinnin seurauksena. Tämä

puolestaan saattaa aiheuttaa varasto-ohjautuville tuotteille kasvavia varmuusvarastotasoja, sillä tilausohjautuvien tuotteiden tuottaminen vie enemmän aikaa tuotannolta, eikä tuotannon kapasiteetti tällöin välttämättä riitä vastaamaan varasto-ohjautuvien tuotteiden puutostiloihin. Lisäksi kasvava tuotannon läpimenoaika saattaa vaikuttaa negatiivisesti tilausohjautuvien tuotteiden palveluasteeseen. (Rajagopalan, 2002)

2.3 Assemble-To-Order (ATO)

Assemble-to-order –menetelmässä tuotteet kasataan tietyistä vakiokomponenteista, jotka tuotetaan ennusteohjautuvasti varastoon. Tämän jälkeen lopputuotteen kokoonpano tapahtuu komponenteista tilausohjautuvasti. Tällä tuotannonohjausmenetelmällä saavutetaan huomattavasti MTS-mallia laajempi tuotevalikoima, sillä asiakas voi tilata tarvitsemansa tuotteen varastossa olevista komponenteista, ja voi eri komponenttien avulla muokata tilausta paremmin omia tarpeitaan vastaavaksi. (Stadtler & Kilger, 2005) ATO-mallilla suurimmat tuotannonohjaukseen liittyvät päätökset liittyvät komponenttien riittävyyteen varastoissa sekä lopullisen asiakkaan tilaaman tuotteen toimitusnopeuteen. (Song et al, 1997) Käytännön toiminta tuotannossa vaatii kuitenkin lopputuotteiden kysynnän ennustamista, sekä materiaalilistan (bill of materials/BOM) laatimista kullekin tuotteelle. (Stadtler & Kilger, 2005)

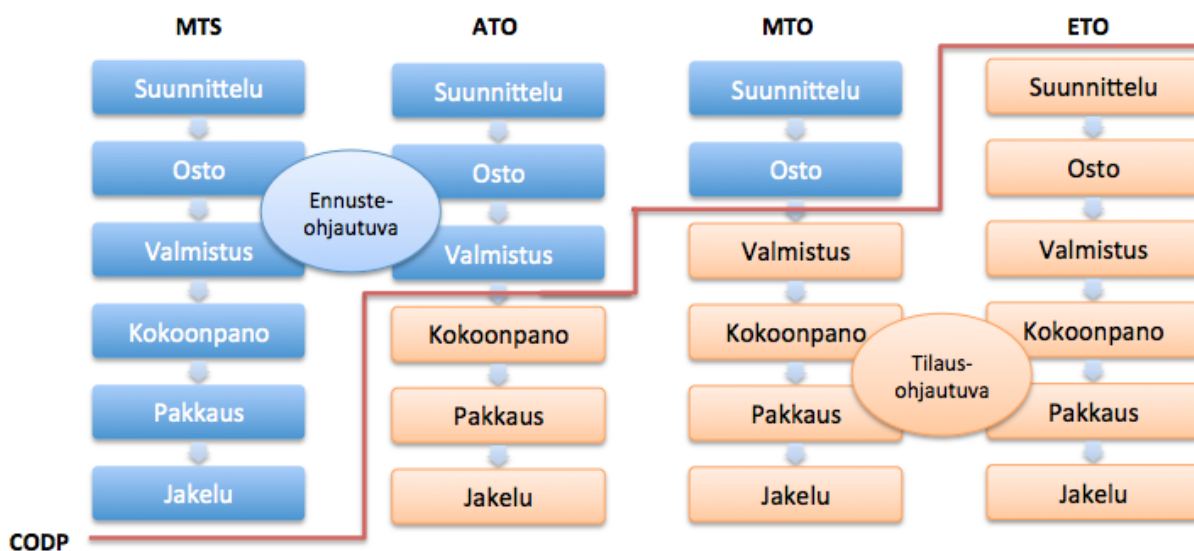
2.4 Engineer-To-Order (ETO)

Engineer-to-order on tuotannonohjausmenetelmä, jossa kaikki tuotantoketjun suunnittelun jälkeiset toimenpiteet tehdään tilausohjautuvasti. ETO-menetelmällä valmistettavat tuotteet ovat usein monimutkaisia ja projektiluontoisia sekä arvoltaan huomattavasti muilla tuotannonohjausperiaatteilla valmistettavia tuotteita suurempia. (Gosling & Naim, 2009) Addo-Tenkorang ja Eyob (2012) kuvaavat Engineer-to-order –menetelmän tuotekehitysprosessina, joka alkaa tuotteen spesifikoinnilla ja päättyy valmiin tuotesuunnitelman toimitukseen. Heidän mukaansa ETO-menetelmä ei välttämättä sisällä tuotteen valmistusprosessia lainkaan, vaan asiakkaalle toimitetaan ainoastaan valmis suunnitelma tuotteen rakenteesta ja toiminnasta. Lisäksi Addo-Tenkorang ja Eyob (2012) toteavat, että suurimmat tekijät ja haasteet ETO-menetelmässä liittyvät prosessin

läpimenoaikaan, sillä tuotteen suunnittelu on läpimenoajaltaan pisin tuotantoketjun prosesseista.

2.5 Asiakastilauksen kytkentäpiste

Asiakastilauksen kytkentäpisteellä tarkoitetaan sitä pistettä tuotannon materiaaliavirrassa, missä tuote linkitetään tiettyyn asiakastilaukseen. (Olhager, 2012) Kirjallisuudessa asiakaskytkentäpistettä käsitellään useimmiten nimillä Customer order decoupling point (CODP), Order penetration point (OPP) sekä yksinkertaisemmin Decoupling point. Asiakastilauksen kytkentäpiste liittyy konkreettisesti tuotannonohjausmuotoihin, sillä se erottaa tuotantoprosessin ennuste-ohjautuvat toimenpiteet tilausohjautuvista. Kytkentäpiste sijoittuu eri paikkaan kullakin tuotannonohjausmuodolla. Tuotantoprosessin ylävirtaan sijoitetulla asiakastilauksen kytkentäpisteellä voidaan saavuttaa merkittäviä etuja laskeneissa varastotasoissa, kun taas alavirtaan sijoitettu kytkentäpiste tekee käytännön tuotantoprosessista sulavampaa ja yksinkertaisempaa sekä lyhentää asiakkaan toimitusaikaa. (Olhager, 2003) Lisäksi ylävirtaan sijoitettu kytkentäpiste helpottaa tuotteiden loppukysynnän ennustamista. (Hedenstierna & Ng, 2011) Yritykselle onkin äärimmäisen tärkeää löytää tasapaino kustannussäästöjen ja tuotannon joustavuuden välillä eri tuotteiden tapauksissa. Asiakastilauksen kytkentäpisteen sijaintia eri tuotannonohjausmuodoissa on esitelty tarkemmin kuvassa 1.



Kuva 1. CODP-pisteen sijainti eri tuotannonohjausmuodoilla (Yang & Burns, 2003)

3 TUOTANNONOHJAUSMUOTOJEN VALINTAAN VAIKUTTAVAT KRITEERIT

Tuotannonohjausmuodon valinta eri tuotteiden kohdalla riippuu useista tekijöistä. Jan Olhagerin (2003) mukaan valintaan vaikuttavat tekijät voidaan jakaa markkinaperusteisiin, tuoteperusteisiin ja tuotantoperusteisiin tekijöihin. Vastaavaa kriteerien jakoa käyttävät artikkeleissaan myös Hemmani & Rabbani (2009) ja Huiskonen et al (2003). Markkinaperusteiset tekijät ovat markkinoiden luonteeseen liittyviä suureita, kuten esimerkiksi kysynnän luonne ja volyyymi. Tuoteperusteiset tekijät liittyvät tuotteen ominaisuuksiin ja tuotantoperusteiset tekijät puolestaan käsittelevät tuotannon järjestelyihin ja läpimenoaikoihin liittyviä tekijöitä. Lisäksi joissain kirjallisuuden lähteissä käsitellään näiden kategorioiden lisäksi valinnan yhteydessä yrityksen tärkeimpiä kilpailutekijöitä. (Hallgren & Olhager, 2006) Seuraavissa kappaleissa on esitelty kolmen ensiksi mainitun eri kategorian tekijöitä tarkemmin.

3.1 Markkinaperusteiset tekijät

Markkinaperusteisilla tekijöillä on merkittävä vaikutus tuotannonohjausmuodon valintaan. Markkinaperusteisilla tekijöillä tarkoitetaan niitä kriteerejä, joihin yritys ei itsessään suoranaisesti voi vaikuttaa, vaan ne määräytyvät yrityksen ulkopuolisten markkinoiden toimesta. Esimerkkejä markkinaperusteisista tekijöistä ovat muun muassa toimitusaikavaatimukset, tuotteen kysynnän epätasaisuus ja volyyymi, asiakkaiden vaatimukset tuotevalikoiman laajuudelle ja kustomointimahdollisuuksille sekä asiakkaiden tilauserien koko ja tilausvälit. (Olhager, 2003)

3.1.1 Toimitusaikavaatimukset

Toimitusaikavaatimuksilla tarkoitetaan asiakkaiden asettamia rajoja tuotteen maksimitoimitusajalle. Toimitusaikavaatimukset asettavat rajoja sille, kuinka pitkälle tuotannon ylävirtaan CODP-piste voidaan sijoittaa. Yritysten tulisi tehostaa tuotantoaan ja lyhentää sen läpimenoaikoja mahdollisimman pieniksi tehdäkseen nopeasta toimitusajasta niin sanotun order winnerin asiakkaiden keskuudessa. (Olhager, 2003) Order winnerillä tarkoitetaan kriteeriä, jolla tuote voittaa tilauksia itselleen markkinoilla. (Voss, 1995) Mikäli

yritys ei kykene vastaamaan asiakkaan toimitusaikavaatimuksiin, syntyy yritykselle ylimääräisiä kustannuksia tuotteiden jälkitoimituksista ja myös yrityksen maine saattaa kärsiä. (Hemmani et al, 2009)

3.1.2 Kysynnän epätasaisuus

Tuotteen kysynnän epätasaisuudella tarkoitetaan kysynnän vaihtelun määrää markkinoilla. Kysynnän epätasaisuus vaikuttaa merkittävästi tuotteen kysynnän ennustettavuuteen, mikä puolestaan vaikuttaa tuotannonohjausmuodon valintaan. Mikäli tuotteen kysyntä on tasaista ja jatkuvaa, on tuotteita tai sen komponentteja mahdollista valmistaa ennusteohjautuvasti varastoon MTS- tai ATO- menetelmillä. Suuri kysynnän vaihtelu puolestaan tukee enemmän tilausohjautuvaa MTO-menetelmää. (Hemmani & Rabbani, 2009; Olhager, 2003)

3.1.3 Kysynnän volyyymi

Toinen tuotteen kysyntään liittyvä tekijä on kysynnän määrä eli volyyymi. Suuren volyymin tuotteilla yrityksen kannattaa hyödyntää MTS-menetelmää, sillä tämä mahdollistaa suuren varaston kiertonopeuden tuotteille. (Huiskonen et al, 2003) Tuotteen kysynnän volyyymi liittyy osin myös kysynnän epätasaisuuteen, sillä suurien volyyymien tuotteilla kysynnän absoluuttinen vaihtelu on luonnollisesti suurempaa kuin pienen volyymin tuotteilla. Oleellista onkin tarkastella kysynnän volyymin ja epätasaisuuden suhdetta näiden välisen variaatiokerroimen avulla. Variaatiokerroin kuvastaa kysynnän epätasaisuuden määrää suhteessa kysynnän kokonaisvolyyymiin. Variaatiokerroimen eri arvoilla tuotannonohjausmuodon valinta tulee toteuttaa kuten edellä esitetyn kysynnän epätasaisuuden tapauksessakin. Kun tuotteen kysynnän volyyymi on suuri, ja epätasaisuus siihen nähden suhteellisen pientä, on kannattavaa valmistaa tuotteita MTS- tai ATO-menetelmällä. Mikäli taas tuotteen kysynnän epätasaisuus on suurta suhteessa kysynnän kokonaisvolyyymiin, tulee yrityksen pyrkiä tilausohjautuvien menetelmien hyödyntämiseen. (Olhager, 2003)

3.1.4 Tuotevalikoiman laajuus

Tuotevalikoiman laajuus ja tuotteiden kustomointimahdollisuudet toimivat samalla tavoin määritettäessä tuotannonohjausmuotoa. Laajan tuotevalikoiman ja kattavien tuotteiden kustomointimahdollisuuksien tapauksissa yritysten tulee pyrkiä ainakin osalla tuotteista

tilausohjautuviin MTO- tai ETO-menetelmiin Tällaisissa tilanteissa lopputuotteiden tai niiden komponenttien varastointikustannukset nousisivat kohtuuttoman korkeiksi varasto-ohjautuvia menetelmiä hyödynnettäessä. Mikäli yrityksen tuotevalikoima on kohtuullisen suppea ja tuotteet muodoltaan suhteellisen standardeja, on mahdollista toteuttaa ATO- tai jopa MTS-menetelmiä. (Olhager, 2003)

3.1.5 Asiakkaan tilauskoko ja -tiheys

Asiakkaan tilauskoko ja tilaustiheys voidaan nähdä mittareina tuotteiden kysynnän volyymin sekä kysynnän toistuvalla luonteella. Suuren kysynnän volyymin tapauksessa asiakkaiden tilauserät ovat tyypillisesti myös suuria. Suuret tilauserät ovat tyypillisiä silloin, kun tuotteen valmistajan ja loppuasiakkaan välillä toimii erillinen välittäjä, joka tilaa tuotteita varastoon loppuasiakkaiden tilauksia varten. Asiakkaiden pieni tilausväli puolestaan helpottaa kysynnän ennustamista. Kysynnän suuri volyymi ja pieni tilausväli tukevat varasto-ohjautuvaa tuotantoa, kun taas pienen volyymin ja pitkien tilausvälien tapauksessa tulee hyödyntää tilausohjautuvia menetelmiä. (Olhager, 2003)

3.1.6 Sesonkiluonteinen kysyntä

Mikäli tuotteiden kysyntä on sesonkiluonteista, on yrityksen mahdollista hyödyntää saman tuotteen kohdalla useita eri tuotannonohjausmuotoja riippuen sesongin vaiheesta. Kysynnän ollessa taantumavaiheessa yritysten kannattaa valmistaa tuotteitaan tilausohjautuvasti, tai vaihtoehtoisesti valmistaa komponentteja varastoon sesongin huippukysyntää varten. Huippukysynnän aikana valmiita tuotteita puolestaan tulee valmistaa varastoon, tai toteuttaa tilausohjautuvaa kokoonpanoa varastoon valmistettujen komponenttien avulla. Tällöin tuotannon resurssit saadaan tehokkaasti hyödynnettyä taantumavaiheessa ja toisaalta kysyntähuipun aikana tuotannon läpimenoajat ja tuotteiden toimitusaika saadaan pidettyä lyhyinä. (Olhager, 2003)

3.2 Tuoteperusteiset tekijät

Tuotteen ominaisuudet tulee ottaa huomioon tuotannonohjausmuotoa valitessa. Esimerkkejä valintaan vaikuttavista tuotteen ominaisuuksista ovat muun muassa tuotteen modulaarinen rakenne, kustomointimahdollisuudet, tuotteen rakenne sekä tuotteen arvo. (Olhager, 2003)

3.2.1 Tuotteen modulaarinen rakenne

Tuotteen modulaarisella rakenteella tarkoitetaan sitä, että tuotteet pyritään suunnittelemaan valmiista komponenteista tai moduuleista kasattaviksi. Modulaarinen rakenne liittyy useissa tapauksissa ATO-ohjausmuotoon. Modulaarisen rakenteen avulla pyritään usein hyödyntämään MTS-menetelmästä saatavat kustannussäästöt ja tehokkuus ennen asiakastilauksen kytkentäpistettä tapahtuvissa toimenpiteissä. Kytkeäpisteen jälkeisillä toimenpiteillä puolestaan pyritään varmistamaan riittävän kattava tarjonta sekä lyhyt toimitusaika asiakkaalle. (Olhager, 2003)

3.2.2 Tuotteen kustomointimahdollisuudet

Tuotteen kustomointimahdollisuudet vaikuttavat lopputuotevalikoiman laajuuteen ja valikoiman laajuus voi aiheuttaa haasteita useita haasteita valmistaville yrityksille. Tuotteiden standardisointi heikkenee ja tuotannon eräkoot pienenevät, mikä vaikeuttaa massatuotantoa ja pienentää sen myötä tuotannosta saatavia mittakaavaetuja. Lisäksi laaja tarve tuotteiden muokkaamiselle voi aiheuttaa kasvaneita liiketoiminnallisia ja operatiivisia kustannuksia muun muassa tuotteen suunnittelussa, varastointikustannuksissa, ennusteissa ja tuotantoketjun käytännön järjestelyissä. (Brabazon & MacCarthy 2008) Tuotannonohjausmuodon valinnan kannalta on merkittävää, missä vaiheessa tuotantoprosessia kustomointi tapahtuu. Mikäli kustomointipiste sijoittuu tuotannon ylävirtaan, yrityksen on järkevää toteuttaa tuotantoaan MTO-menetelmällä. Alavirtaan sijoittuvan kustomointipisteen tapauksessa puolestaan on mahdollista toteuttaa tilausohjautuvaa kokoonpanoa (ATO). (Olhager, 2003)

3.2.3 Tuotteen rakenne

Tuotteen rakenteen laajuus ja monimutkaisuus vaikuttavat merkittävästi tuotannon läpimenoaikoihin. Yleisesti ottaen standardien tuotteiden kohdalla tulee hyödyntää MTS-menetelmää ja monimutkaisten tuotteiden kohdalla puolestaan tilausohjautuvia menetelmiä. Toisaalta monimutkaisilla tuotteilla tuotannon läpimenoajat kasvavat ja asiakkaiden toimitusaikojen vaatimukset asettavat rajoitteita läpimenoaikojen pituuksille. Yritysten tulisikin analysoida tuotteidensa rakenteita juuri läpimenoaikojen ja toimitusaikavaatimusten suhteen avulla, ja sen perusteella tehdä päätöksiä siitä, mihin kohtaan tuotantoprosessia CODP-piste tulisi sijoittaa. (Hemmani & Rabbani, 2009; Olhager, 2003) Tuotannon ja

toimitusaikojen läpimenoaikojen suhdetta on esitelty tarkemmin sivun 14 kappaleessa ”Vaihe 1. palveluvaatimusten selvittäminen”.

3.2.4 Tuotteen arvo

Tuotteen arvo vaikuttaa merkittävästi tuotteen varastointikustannuksiin, joten sen huomioiminen tuotannonohjausmuodon valinnassa on myös tärkeää. Tuotteen suuri rahallinen arvo sitoo varastoihin paljon pääomaa. Lisäksi arvokkaiden tuotteiden varastointi lisää tuotteen arvon laskemisen riskiä varastoinnin aikana. Arvokkaiden tuotteiden varastointiin saatetaan myös tarvita ominaisuuksiltaan erilaisia varastointitiloja, mistä voi myös aiheutua lisääntyneitä varastointikustannuksia. Yleisesti ottaen arvokkaiden tuotteiden varastotasot tulee pitää niin pieninä kuin mahdollista, kun taas rahalliselta arvoltaan halvempia tuotteita voidaan varastoida enemmän. (Coyle et al, 2008; Hemmani & Rabbani, 2009)

3.3 Tuotantoperusteiset tekijät

Tuotantoperusteisilla tekijöillä tarkoitetaan niitä valintakriteerejä, joihin voidaan vaikuttaa tuotantoprosessia muuttamalla. Esimerkkejä tuotantoperusteisista tekijöistä ovat tuotannon läpimenoajat, suunnittelupisteiden lukumäärä, tuotantoprosessin joustavuus sekä prosessin pullonkaulat. (Olhager, 2003)

3.3.1 Tuotannon läpimenoaika

Tuotannon läpimenoaika on selkeästi merkittävin tuotantoperusteisista tekijöistä, sillä sen vaikutus CODP-pisteen sijoittamiseen on suuri. Tuotannon läpimenoaikojen lyhentäminen antaa yritykselle lisää mahdollisuuksia CODP-pisteen sijoittamiseen kohti tuotannon ylävirtaa ja tukee siten tilausohjautuvvia tuotannonohjausmuotoja. Tilausohjautuvat tuotannonohjausmuodot puolestaan auttaa vähentämään tuotantoketjun varastointikustannuksia. Toisaalta pitkä tuotannon läpimenoaika pakottaa yrityksen toteuttamaan MTS-menetelmää, sillä tällöin tilausohjautuvan tuotannon toimitusajat venyisivät kohtuuttoman pitkiksi. (Hemmani & Rabbani, 2009; Olhager, 2003)

3.3.2 Suunnittelupisteiden lukumäärä

Tuotannon suunnittelupisteillä tarkoitetaan tuotantoprosessin eri vaiheita, joita voivat olla esimerkiksi ne työpisteet tai tuotantoresurssit, jotka voidaan nähdä yhtenä erillisenä kokonaisuutena tuotantoprosessissa. Mikäli yrityksen tuotantoprosessi sisältää paljon toisistaan eroavia osakokonaisuuksia, on yrityksen mahdollista sijoittaa tuotannon CODP-pisteensä useisiin eri kohtiin tuotantoprosessissa. Jos taas tuotantoprosessi on yhtenäinen ja jatkuva kokonaisuus ilman toisistaan eroavia selkeitä työvaiheita, on CODP-pisteen sijoittamiselle vain kaksi vaihtoehtoa; ennen ja jälkeen prosessin. (Olhager, 2003)

3.3.3 Tuotannon joustavuus

Tuotannon joustavuudella tarkoitetaan tuotantoprosessin reagoitakykyä muutoksiin. Hyvä reagoitakyky voi koostua esimerkiksi lyhyistä asetusajoista tuotteiden tuotannon välillä tai työntekijöiden laajasta osaamisesta eri tuotteiden tuotannossa. Tuotantoprosessin hyvä reagoitakyky voidaan nähdä vaatimuksena tilausohjautuvalle tuotannolle, sillä se mahdollistaa laajemman tuotevalikoiman ja parempien kustomointimahdollisuuksien sopeuttamisen tuotantojärjestelmään. (Hemmani & Rabbani, 2009; Olhager, 2003)

3.3.4 Pullonkaulat tuotantoprosessissa

Tuotantoprosessin pullonkauloilla tarkoitetaan pisteitä, joissa prosessin suorituskyky on rajallinen, vaikka muu prosessi sallisi tehokkaamman tuotannon. CODP:n sijoittaminen tuotantoprosessiin pullonkaulojen näkökulmasta riippuu paljolti yrityksen tavoitteista ja pullonkaulan luonteesta. Esimerkiksi resurssien optimoinnin näkökulmasta on kannattavaa sijoittaa CODP-piste alavirtaan pullonkaulaan nähden, jolloin pullonkaula ei joudu suoraan kohtaamaan kysynnän vaihtelua ja tuotevalikoiman monipuolisuutta. Tällöin kuitenkin pullonkaulan vaikutus heijastuu koko tuotantoprosessiin kaikkien tuotteiden valmistusprosessin kulkiessa sen lävitse. Sijoitettaessa CODP-piste ylävirtaan pullonkaulaan nähden, pullonkaulan vaikutus näkyy ainoastaan niillä tuotteilla, joiden tuotantoprosessin osana se on. (Olhager, 2003)

Seuraavan sivun taulukkoon on vielä listattu tärkeimmät ohjausmuodon valintaan vaikuttavat kriteerit ja niiden vaikutus tuotannonohjausmuodon valintaan.

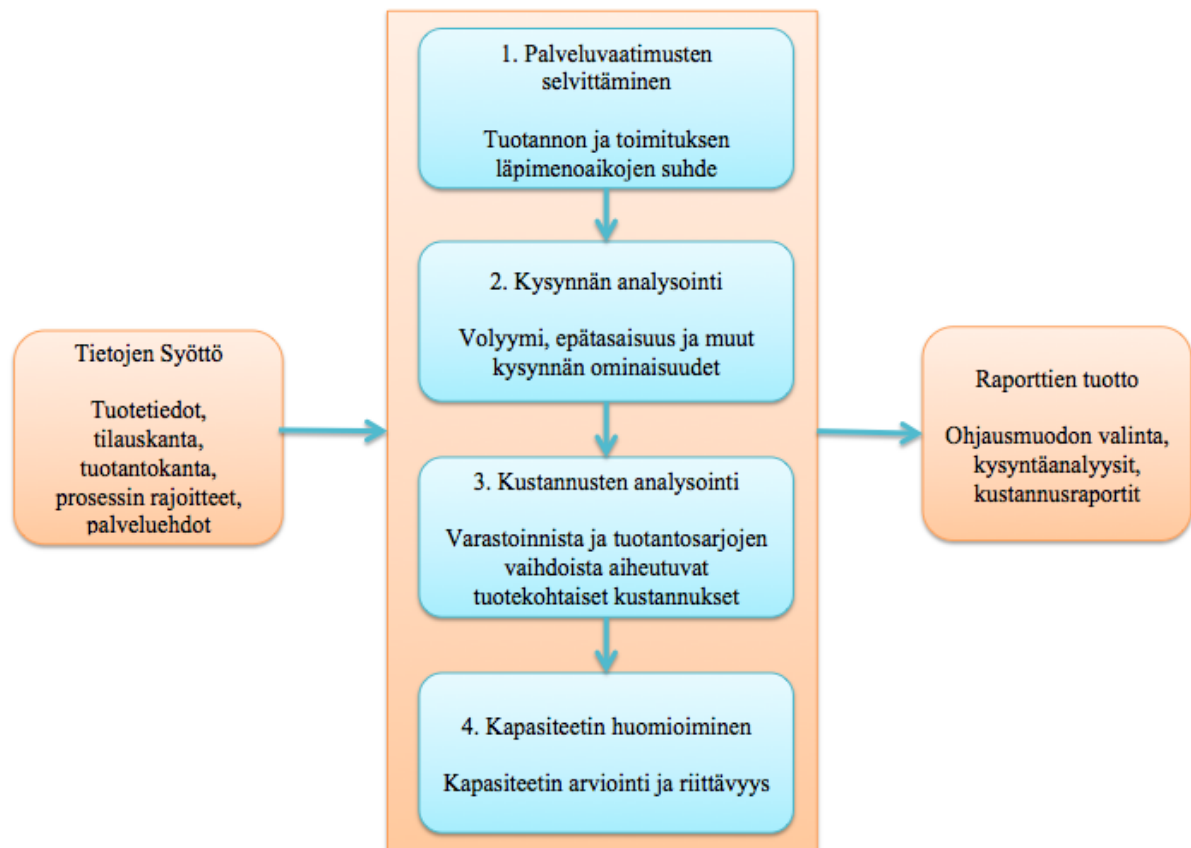
Taulukko 1. Tärkeimmät ohjausmuodon valintaan vaikuttavat kriteerit

Valintakriteerit	Tuotannonohjausmuoto			
	ETO	MTO	ATO	MTS
Tuotannon läpimenoaika	Lyhyt	←	→	Pitkä
Toimitusaikavaatimus	Pitkä	←	→	Lyhyt
Kysynnän volyymi	Pieni	←	→	Suuri
Kysynnän hajonta	Suuri	←	→	Pieni
Tuotevalikoiman laajuus	Suuri	←	→	Pieni
Tuotteen arvo	Suuri	←	→	Pieni
Tuotteen rakenne	Monimutkainen	←	→	Yksinkertainen

4 TUOTANNONOHJAUSMUOTOJEN VALINTAA AVUSTAVAT MALLIT

4.1 MTS vs MTO -päättöstä avustava malli ruokateollisuudessa

Van donk et al. (2005) esittelevät artikkelissaan päätöksentekomallin ruokateollisuuden tuotannonohjausmuodon valintaan. Kyseinen malli keskittyy käsittelemään lähinnä MTS- ja MTO-ympäristöjä, sekä näitä yhdisteleviä hybridiratkaisuja. Mallin koostuu neljästä vaiheesta, ja sen keskeisimpänä tavoitteena on jaotella yrityksen tuotevalikoimaan kuuluvat tuotteet varasto- ja tilausohjautuviksi siten, että palvelutaso pysyy halutulla tasolla ja tuotekohtaiset kustannukset saadaan minimoitua. Päätöksentekomallin vaiheet ovat seuraavat; Palveluvaatimusten selvittäminen, kysynnän analysointi, kustannusten analysointi ja kapasiteetin rajoitteet.



Kuva 2. Päätöksentekomallin vaiheet (Van Donk et al, 2005)

Vaihe 1. Palveluvaatimusten selvittäminen

Palveluvaatimusten selvittämisessä pyritään selvittämään, vaativatko palveluvaatimukset yritystä valmistamaan tuotteita MTS-menetelmällä varastoon, vai onko mahdollista hyödyntää tilausohjautuvaa tuotantoa. Keskeisin rooli mallin ensimmäisessä vaiheessa on tuotannon ja toimitusten läpimenoaikojen suhteella. Van donk et al. (2005) olettavat että yrityksillä on saatavillaan tuotekohtaiset tiedot toimitusaikavaatimuksista ja tuotannon läpimenoajoista. Näiden läpimenoaikojen suhteella voidaan päättää tuotantomuodon valinnasta. Mikäli tuotannon läpimenoaika on suurempi kuin asiakaskohtainen toimitusaikavaatimus samalle tuotteelle, tulee tuotteita valmistaa MTS-menetelmällä varastoon. Jos taas tuotannon läpimenoaika on lyhyempi kuin haluttu toimitusaika, on mahdollista hyödyntää tilausohjautuvaa tuotantoa. Tilausohjautuvan tuotannon tapauksessa on kuitenkin huomioitava muut päätöksentekomallin vaiheet ennen lopullisen ohjausmuotopäätöksen tekemistä.

Vaihe 2. Kysynnän analysointi

Tuotteiden kysynnän analysoinnissa pyritään jaottelemaan tuotteita niiden kysynnän volyymin ja vaihtelun mukaan neljään eri luokkaan

- 1) Suuri volyyymi, pieni vaihtelu
- 2) Suuri volyyymi, suuri vaihtelu
- 3) Pieni volyyymi, pieni vaihtelu
- 4) Pieni volyyymi, suuri vaihtelu

Mikäli tuotteen kysynnän volyyymi on suurta ja vaihtelu pientä, on MTS-menetelmän hyödyntäminen kannattavaa, sillä tällöin tarvittavat varastotasot voidaan määrittää hyvällä tarkkuudella ja varastoinnin kustannukset saadaan minimoitua. Jos taas kysynnän hajonta on suurta ja volyyymi pientä, tulee tuotteita valmistaa tilausohjautuvasti MTO-menetelmällä. Luokissa 2 ja 3 on mahdollista hyödyntää MTS-menetelmää, mutta tällöin tulee kuitenkin huomioida taloudelliset vaikutukset tuotantoketjun kustannuksissa ennen lopullisen päätöksen tekoa. Mikäli näillä luokilla varasto-ohjautuvan tuotannon hyödyntäminen osoittautuu kalliiksi, tulee tuotteet valmistaa tilausohjautuvasti. (Van Donk et al, 2005)

Ongelmana tässä analyysissä voi kuitenkin olla raja-arvojen määrittäminen sille, milloin kysynnän volyyymi ja vaihtelu ovat suuria tai pieniä. Van donk et al. (2005) ehdottavatkin, että tuotanto- ja myyntiyksiköiden tulisi olla yhteydessä keskenään ja päättää yhdessä näiden kriteerien raja-arvoista.

Vaihe 3. Kustannusten analysointi

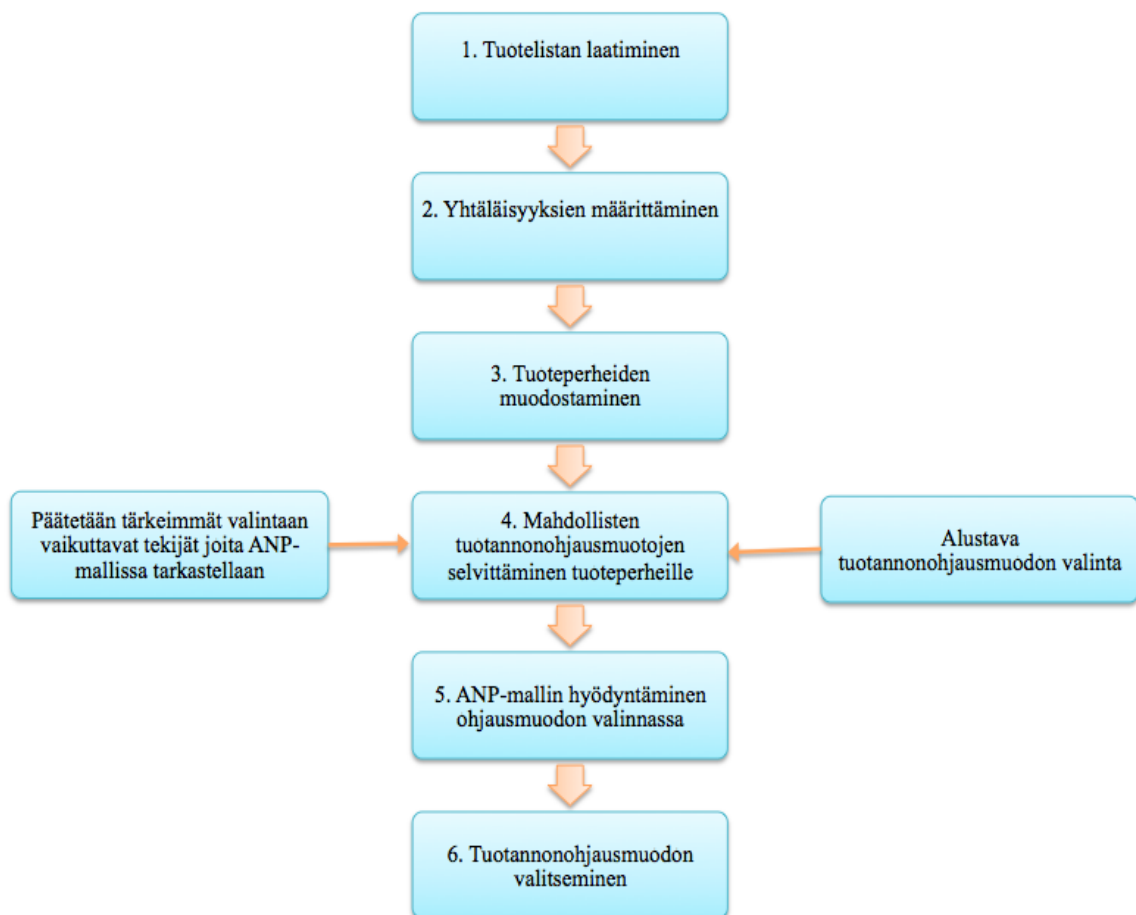
Tuotannonohjausmuodon valinnassa on tärkeää huomioida tuotekohtaiset kustannukset eri ohjausmuotojen vaihtoehtoilla. Tämän mallin keskittyessä juuri MTS-MTO –ympäristöön, tulee näitä vaihtoehtoja vertailla keskenään taloudellisesta näkökulmasta. Tuotekohtaiset kokonaiskustannukset koostuvat useista eri alakohdista. Mikäli tuotekohtaiset kustannukset ovat varasto-ohjautuvalla tuotannolla korkeammat kuin tilausohjautuvalla tuotannolla, tulee yrityksen hyödyntää MTO-menetelmää ja sama päinvastoin. (Van Donk et al, 2005) Tuotekohtaisten kokonaiskustannusten laskentaa on esitelty tarkemmin liitteessä 1.

Vaihe 4. Kapasiteetin rajoitteet

Aiemmin esiteltyjen vaiheiden pohjalta saadaan alustava päätös tuotannonohjausmuodon valinnalle. Nämä vaiheet käsittelevät tuotteet kuitenkin yksittäin, eivätkä siten ota huomioon niiden keskinäistä vaikutusta tuotannon kapasiteetissa. Joissain tapauksissa on mahdollista, että alustavia ohjausmuotopäätöksiä joudutaan muokkaamaan kapasiteettirajoitteiden vuoksi. Yrityksen tulee alustavien päätösten jälkeen varmistaa, että niiden tuotantokapasiteetti riittää toteuttamaan alustavien ohjausmuotopäätösten perusteella laadittua tuotantosuunnitelmaa. Mikäli yrityksen kapasiteetti ei ole riittävä tämän tuotantosuunnitelman toteuttamiseen, siirretään tilausohjautuvia tuotteita varasto-ohjautuviksi siten, että ensimmäiseksi siirretään tuote, jonka kokonaiskustannusten erotus (MTS-kustannukset – MTO-kustannukset) on pienin mahdollinen. Tämän jälkeen kapasiteetin riittävyys lasketaan uudestaan, ja mikäli kapasiteetti ei vielä ole riittävä, toistetaan edellinen operaatio seuraavalle tuotteelle. Näin jatketaan kunnes tuotannon kapasiteetti riittää toteuttamaan saadun tuotantosuunnitelman. (Van Donk et al, 2005) Tuotannon kapasiteetin laskemista on esitelty tarkemmin liitteessä 2.

4.2 ANP-mallin hyödyntäminen MTO vs MTS -päätöksissä

Hemmani & Rabbani (2009) ja Hemmani et al. (2009) esittelevät artikkeleissaan mallit tuotannonohjausmuotojen päätöksentekoprosessin rakenteelle. Malleissa on pieniä toisistaan eroavia vaiheita, mutta päärakenteeltaan ne ovat lähes identtiset, joten pyrimme muodostamaan niistä molemmista yhden yhtenäisen kokonaisuuden. Kuten aiemmin esitelty Van Donk et al.:in mallikin, myös tämä malli keskittyy käsittelemään vain MTS- ja MTO-ympäristöjä ja näiden välisiä hybridiratkaisuja. Malli koostuu kuudesta eri vaiheesta, joita on esitelty tarkemmin seuraavissa kappaleissa.



Kuva 3. ANP-päätösmallin rakenne (Hemmani & Rabbani, 2009)

Vaihe 1. Tuotelistan laatiminen

Laaditaan lista kaikista yrityksen valmistamista tuotteista. Listan tulee sisältää myös yrityksen vanhat ja uudet tuotteet. (Hemmani & Rabbani, 2009)

Vaihe 2. Yhtäläisyyksien määrittäminen

Helpottaakseen tuotannon suunnittelua ja aikataulutusta yrityksen kannattaa laatia tuoteperheitä. Tuoteperheiden laatiminen tapahtuu määrittämällä yhtäläisyyksiä tuotteiden välille niiden avainominaisuuksien avulla. Hemmanin & Rabbanin (2009) mukaan tuotteiden avainominaisuuksiin kuuluvat modulaarisuus, samankaltaisuus, yhteensopivuus, uudelleenkäytettävyys sekä tuotteiden kysyntä.

Modulaarisuudella tarkoitetaan tuotteiden valmistamista tietyistä valmiista komponenteista tuotannon helpottamiseksi ja kustannusten alentamiseksi. Samankaltaisuudella tarkoitetaan tässä tapauksessa tuotteiden jaottelua siten, että saman tuoteperheen tuotteisiin voidaan käyttää mahdollisimman paljon samoja komponentteja. Yhteensopivuudella Hemmani & Rabbani tarkoittavat sitä, että saman tuoteperheen tuotteet ovat mahdollisimman samankaltaisia tuotannon, kohdemarkkinoiden ja tuotantokustannusten osalta. Uudelleenkäytettävyydellä tarkoitetaan sitä, että tuotannon asetukset ovat tuoteperheen tuotteilla mahdollisimman samanlaisia, eikä tuotantolinjoihin tarvitse tehdä merkittäviä muutoksia tuotteiden vaihdon välillä. Viimeisenä avainominaisuutena tuoteperheiden luokittelussa on tuotteiden kysyntä. Tässä tapauksessa tuotteiden kysynnällä tarkoitetaan sitä, että saman tuoteperheen tuotteilla tulee olla samankaltainen kysyntä, jotta tuotannon kapasiteetti saadaan tehokkaasti hyödynnettyä. (Hemmani & Rabbani, 2009)

Vaihe 3. Tuoteperheiden muodostaminen

Tuotteiden avainominaisuuksien määrittämisen jälkeen niiden perusteella pyritään muodostamaan tuoteperheitä, joissa kaikilla tuotteilla on samankaltaiset avainominaisuudet. Suurimpia syitä tuoteperheiden muodostamiselle ovat tuotannon tehostaminen ja läpimenoaikojen lyhentäminen, tuotantovolyymien kasvattaminen sekä toimitusaikojen lyhentäminen. Aiemmin esiteltyjen avainominaisuuksien mukaan luokiteltujen tuoteperheiden tuotteet ovat samankaltaisia ominaisuuksien, tuotantoprosessin ja markkinoiden näkökulmasta, joten niiden kohdalla voidaan myös hyödyntää samoja tuotannonohjausmuotoja. Tästä syystä malli käsittelee tuotannonohjausmuodon valintaa

tästä vaiheesta eteenpäin tuoteperheiden eikä yksittäisten tuotteiden tapauksissa. (Hemmani & Rabbani, 2009)

Vaihe 4. Mahdollisten tuotannonohjausmuotojen selvittäminen tuoteperheille

Oikean tuotannonohjausmuodon valitsemisessa tulee tunnistaa tärkeimmät ominaisuudet tuotteesta, tuotantoprosessista, toimittajista sekä yrityksestä itsestään. Näistä ominaisuuksista muodostuu ohjausmuodon valintaan vaikuttavia tekijöitä, jotka voidaan jaotella kappaleessa 3 esitellyllä tavalla markkina-, tuote- ja tuotantoperusteisiin tekijöihin. Näiden luokkien lisäksi Hemmani & Rabbani (2009) huomioivat mallissaan toimittajiin ja jälleenmyyjiin liittyvät tekijät.

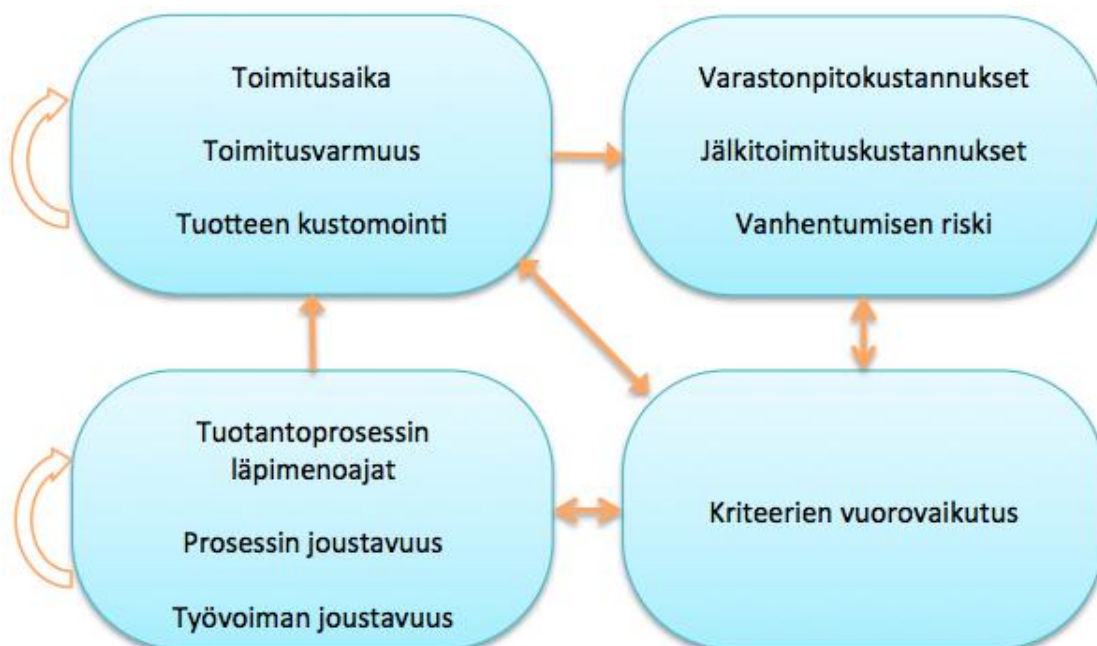
Toimittajiin liittyvistä tekijöistä merkittävin on toimittajien toimitusvarmuus. Esimerkiksi MTO-menetelmän tuotannossa toiminnan kannalta on elintärkeää, että toimittajien toimittamia raaka-aineita ja komponentteja on aina saatavilla. Mikäli näin ei ole, joudutaan tilauksia kerryttämään ja lopullinen asiakkaiden toimitusaika kasvaa. Jälleenmyyjien kohdalla puolestaan esimerkiksi hinnoittelupolitiikka vaikuttaa epäsuorasti tuotannonohjausmuodon valintaan. Hinnoittelun ollessa tasaista myös tuotteiden kysyntä on tasaisempaa ja helpommin ennustettavissa, jolloin MTS-menetelmän varastotasojen määrittäminen on helpompaa. Mikäli taas jälleenmyyjien hinnoittelupolitiikassa on vaihtelua, vaihtelee myös tuotteiden kysyntä merkittävästi. Tällöin yrityksen on syytä harkita tilausohjautuvaa MTO-tuotantoa turhien varastointikustannusten välttämiseksi. (Hemmani & Rabbani, 2009)

Yrityksen tulee tässä mallin vaiheessa tehdä alustavat päätökset tärkeimmistä valintaan vaikuttavista tekijöistä sekä alustava tuotannonohjausmuodon valinta tuotekohtaisesti. Ääritapauksissa valinnan tärkeimmät kriteerit saattavat käydä ilmi jo tässä vaiheessa ja ohjausmuotopäätös voidaan tehdä niiden perusteella. Mikäli näin ei ole, jatketaan mallin seuraavaan vaiheeseen. (Hemmani & Rabbani, 2009)

Vaihe 5. ANP-mallin hyödyntäminen ohjausmuodon valinnassa

Tässä vaiheessa yrityksen tulee hyödyntää niin sanottua Analytic Network Process – mallia (ANP). ANP on työkalu, jolla voidaan tarkastella eri kriteerien keskinäistä vuorovaikutusta toisiinsa. Kriteerien vuorovaikutusten tarkastelu on tärkeää, sillä yksittäisen kriteerin optimointi saattaa vaikuttaa negatiivisesti muihin kriteereihin ja toisaalta tinkimisellä jostakin kriteeristä voi olla huomattava positiivinen vaikutus muihin. ANP – mallin hyödyntämiseksi yrityksen tarvitsee tietää kaikki mahdolliset sijainnit asiakastilauksen kytkeytymispisteelle tuotantoketjussaan. Tämän lisäksi yrityksen tulee tunnistaa tärkeimmät CODP-pisteen sijaintiin vaikuttavat tekijät. (Hemmani & Rabbani, 2009)

ANP – malli koostuu seuraavista vaiheista. Ensimmäiseksi määritetään selkeästi mallin tavoite, joka on tässä tapauksessa tärkeimpien valintakriteerien määrittäminen ja tuotannonohjausmuodon valinta. Toisessa vaiheessa tunnistetaan kullekin tuoteperheelle tärkeimmät valintaan vaikuttavat kriteerit, joita myöhemmässä supermatriisissa tarkastellaan. Kolmannessa vaiheessa etsitään mahdolliset vaihtoehdot CODP-pisteen sijainnille. Neljännessä ANP-mallin vaiheessa luokitellaan tunnistetut tärkeimmät kriteerit esimerkiksi aiemmin esitetyllä tavalla tuote-, markkina- ja tuotantoperusteisiin tekijöihin ja pyritään tunnistamaan ryhmien välisiä keskinäisiä vuorovaikutuksia (Kuva 4).



Kuva 4. Tekijöiden vuorovaikutus ANP-mallissa (Hemmani et al, 2009)

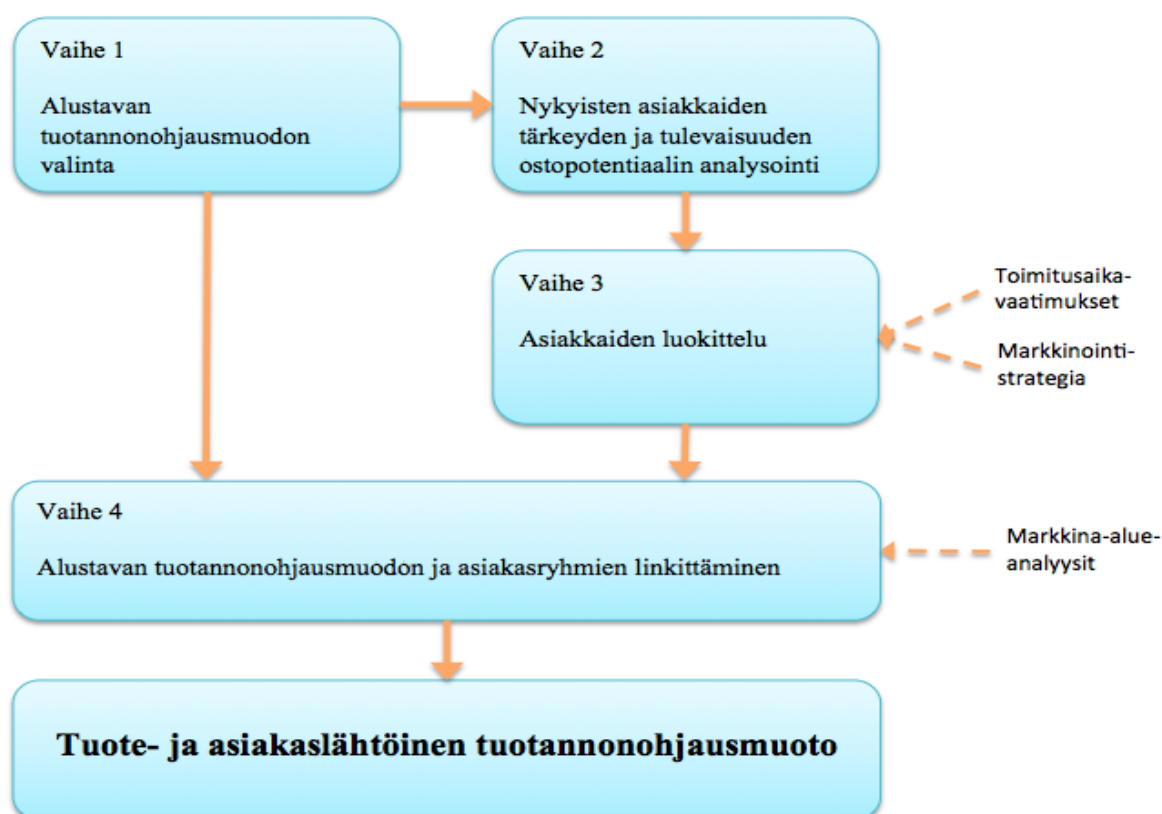
Viimeisessä ANP-mallin vaiheessa rakennetaan supermatriisi, joka kuvaa yhdessä matriisissa kaikkien valittujen tekijöiden keskinäistä vuorovaikutusta. Matriisin avulla saadaan selville tärkeimmät ohjausmuodon valintaan vaikuttavat kriteerit, joiden perusteella lopullinen päätös ohjausmuodon valinnasta voidaan tehdä. (Hemmani & Rabbani, 2009) Supermatriisin rakentamista ja käyttöä on esitelty tarkemmin liitteessä 3.

Vaihe 6. Tuotannonohjausmuodon valitseminen

ANP – mallin avulla saatujen tärkeimpien kriteerien perusteella tehdään lopullinen valinta tuoteperheen tuotannonohjausmuodolle. Jos esimerkiksi ANP – mallilla tärkeimmäksi kriteeriksi saadaan toimitusaika asiakkaalle, valitaan tuotannonohjausmuoto, jossa toimitusaika on lyhin mahdollinen.

4.3 Asiakasprofiilien yhdistäminen tuotannonohjausmuotoihin

Huiskonen et al. (2003) esittelevät artikkelissaan mallin, joka ottaa huomioon asiakkaiden profiilit tuotannonohjausmuodon valinnassa. Malli keskittyy käsittelemään lähinnä MTS- ja MTO-vaihtoehtoja, sekä näiden välistä jaksottaista hybridituotantoa, jossa tuotteita valmistetaan jaksottain molemmilla menetelmillä. Malli koostuu neljästä eri vaiheesta, jotka ovat parhaan ohjausmuodon selvittäminen tuotteen kannalta, asiakkaiden houkuttelevuuden analysointi, asiakkaiden luokittelu ja ohjausmuotojen ja asiakkaiden linkittäminen.



Kuva 5. Asiakaslähtöisen päätösmallin vaiheet (Huiskonen et al, 2003)

Vaihe 1. Parhaan ohjausmuodon selvittäminen tuotteen kannalta

Mallin ensimmäisessä vaiheessa tarkastellaan tuotteeseen liittyviä tekijöitä, jotka vaikuttavat tuotannonohjausmuodon valintaan. Tärkeimpiä näistä kriteereistä ovat tuotteen myyntivolyymi ja kysynnän vaihtelu. Huiskonen et al. (2003) lokeroivat tuotteet neljään eri lokeroon niiden myyntivolyymien ja kysynnän tasaisuuden mukaan kuvan 6 osoittamalla tavalla.

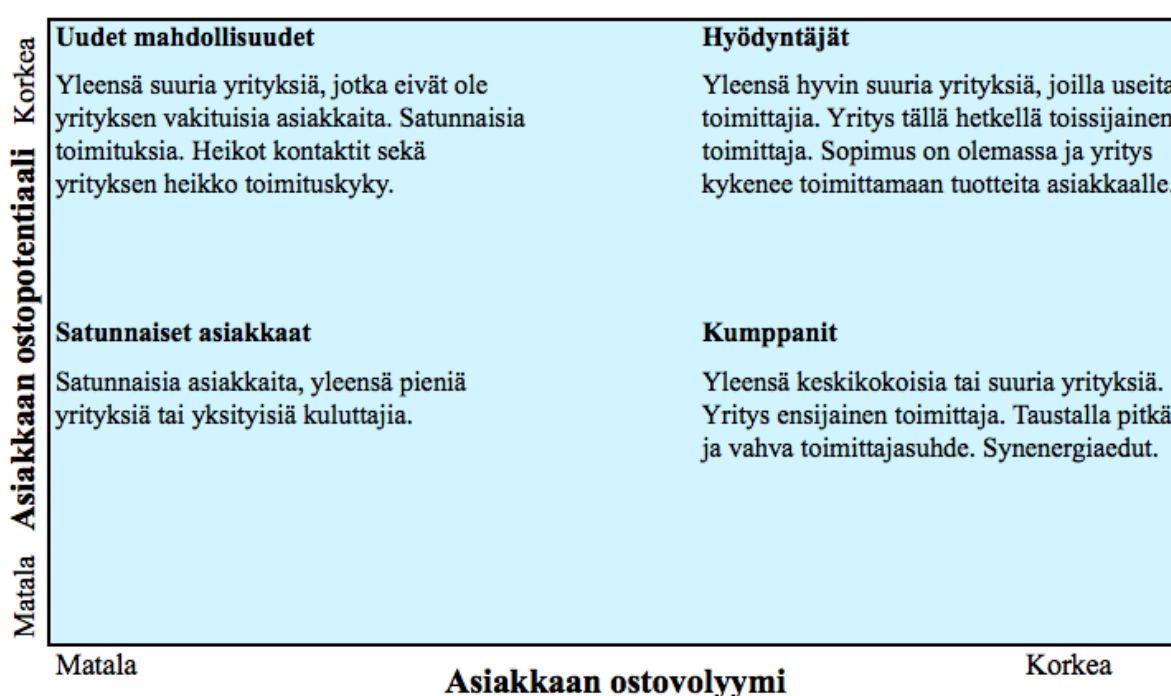
Kysynnän tasaisuus	Tasainen	B	<p>Potentiaaliset hybridituotanto-tuotteet</p> <p>MTS-tuotanto mahdollista, mutta korkeasta palvelutasosta seuraa korkeita varmuusvarastotasoja</p>	A	<p>Potentiaaliset MTS-tuotteet</p> <p>Korkea palvelutaso ja hyväksyttävä varmuusvarasto. Korkeasta myyntivolyymista seuraa korkea varastonkiertonopeus, josta seuraa korkea tuotto.</p>
	Epätasainen	D	<p>Potentiaaliset tuotteet hävitettäväksi</p> <p>Ohjausmuodon määrittäminen vaikeaa. Yrityksen kannattaa harkita tuotteen poistamista valikoimasta.</p>	C	<p>Potentiaaliset MTO-tuotteet</p> <p>Tuotteiden valmistaminen varastoon liian kallista.</p>
		Matala	Myyntivolyymi	Korkea	

Kuva 6. Tuotteiden luokittelu myyntivolyymin ja kysynnän luonteen mukaisesti (Huiskonen et al, 2003)

Kuvan A-lokeron tuotteille suuren myyntivolyymin ja tasaisen kysynnän vuoksi potentiaalisin tuotannonohjausmuoto on MTS, kun taas C-lokerolle sopivin tuotannonohjausmuoto on MTO suuren myyntivolyymin ja epätasaisen kysynnän seurauksena. B-lokerossa tuotteiden myyntivolyymit ovat pieniä, mutta kysynnän vaihtelu on kuitenkin tasaista. Tällöin on mahdollista toteuttaa jaksollista hybridituotantoa, jossa lyhyt toimitusaika saadaan yhdistettyä alhaisiin varastotasoihin. D-lokeron tuotteiden kohdalla voi olla ongelmallista määrittää selkeää tuotannonohjausmuotoa. MTS-menetelmän käyttö ei ole järkevää, sillä tuotteiden kysyntä vaihtelee ja myyntimäärät ovat pieniä. Toisaalta MTO-menetelmällä tuotannon kapasiteetti saattaa laskea merkittävästi, sillä tällaisissa tilanteissa asiakkaiden tilauskoot ovat yleensä pieniä ja tuotteiden väliset asetusajat tuotannossa voi kasvaa liikaa. D-lokeron tuotteiden kohdalla yrityksen tuleekin analysoida tarkasti, onko tuotteiden pitäminen yrityksen tarjoomassa ylipäättään kannattavaa. (Huiskonen et al, 2003)

Vaihe 2. Asiakkaiden houkuttavuuden analysointi

Mallin toisessa vaiheessa yrityksen tulee analysoida asiakassuhteidensa kannattavuutta. Merkittävimmät tekijät asiakassuhteiden kannattavuudessa ovat niiden tämän hetken tuottavuus ja tulevaisuuden kasvupotentiaali. Asiakkaan tuottavuus riippuu oleellisesti tämän ostovolyyymista, ostojen jakautumisesta tuotevalikoiman sisällä sekä tilauserien koosta. Asiakkaiden kannattavuus voidaan edellisen vaiheen tapaan esittää jakamalla ne niiden tuottavuuden ja kasvupotentiaalin mukaan (Kuva 7). (Huiskonen et al, 2003)



Kuva 7. Asiakkaiden luokittelu ostopotentiaalin ja ostovolyymin mukaisesti (Huiskonen et al, 2003)

Vaihe 3. Asiakkaiden luokittelu

Asiakkaiden luokittelu-vaiheessa tutkitaan sitä, miten tuotannonohjausmuotojen muuttamisella voidaan vaikuttaa asiakkaiden tuottopotentiaaliin. Asiakkaan luokitellaan kolmeen eri luokkaan. Ensimmäinen luokka on parannettavat asiakassuhteet, joista on suuri potentiaali saada lisää tuottoja palveluastetta parantamalla. Tähän luokkaan kuuluvat niin sanotut ”hyödyntäjät” ja ”uudet mahdollisuudet”. Palveluasteen parantaminen tarkoittaa käytännössä joko siirtymistä MTO-menetelmästä MTS-menetelmään, tai MTS-menetelmän ollessa jo käytössä varastotilojen siirtämistä lähemmäksi asiakasta. Siirtämällä varastotiloja

asiakkaan läheisyyteen saadaan parannettua toimitusaikaa merkittävästi. (Huiskonen et al, 2003)

Toinen luokka on ylläpidettävät asiakkaat. Ylläpidettävillä asiakkailla tarkoitetaan tässä tapauksessa niitä asiakkaita, keille tämän hetkisen toiminnan palvelutaso on riittävä. Tähän luokkaan kuuluvat muun muassa kaikki kumppanit, jotka ovat tyytyväisiä tämän hetkiseen toimintaan. Ylläpidettäville asiakkaille voidaan jatkaa samalla tuotannonohjausmenetelmällä toimimista. Mikäli asiakkaille toimitetaan tuotteita MTS-menetelmällä, on myös mahdollista neuvotella asiakkaan kanssa jaksollisesta hybridituotannosta, jolloin tuotteiden varastotasoja saataisiin laskettua. Hybridituotantoon tulee kuitenkin siirtyä vain jos asiasta päästään asiakkaan kanssa yhteiseen sopimukseen. (Huiskonen et al, 2003)

Kolmas asiakasluokka on vähennettävät asiakkaat. Tämä luokka koostuu asiakkaista, joita yrityksellä on varaa menettää menettämättä tärkeää liiketoimintaa. Vähennettäviin asiakkaisiin kuuluvat ”satunnaiset asiakkaat” sekä ne ”uudet mahdollisuudet”, jotka eivät sovi yrityksen strategiaan. Tämän luokan asiakkaiden kohdalla yrityksen tulee pyrkiä saamaan kustannusetuja karsimalla palvelutasoja niin alas kuin toiminnan kannattavuudesta karsimatta on mahdollista. Käytännössä tämän luokan asiakkaille tulee toteuttaa MTO-menetelmän tuotantoa, tai vaihtoehtoisesti tiettyjä asiakkaita voidaan jättää pois asiakasportfoliosta. (Huiskonen et al, 2003)

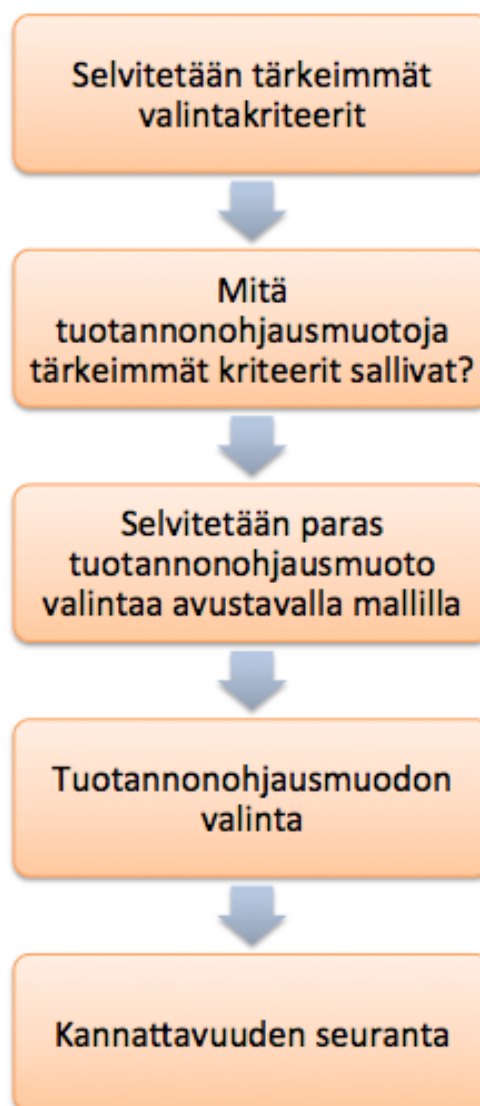
Vaihe 4. Ohjausmuotojen ja asiakkaiden linkittäminen

Mallin viimeisessä vaiheessa tarkastellaan sitä, miten tuotepohjaisesti valitut alustavat tuotannonohjausmuodot sopivat tuotteiden asiakkaisiin. Käytännössä tämä tarkoittaa tuotteen ostojakauman tarkastelemista asiakkaiden kesken. Mikäli tuotetta ostavat enimmäkseen vähemmän tärkeät asiakkaat, on MTO-tuotantoon siirtyminen loogista. Jos taas ostojakauma koostuu tärkeistä asiakkaista, täytyy ongelmaa tarkastella syvällisemmin. Oletetaan esimerkkitilanteeksi tuote, jonka tuotanto olisi pelkkien tuotekohtaisten kriteerien perusteella järkevää siirtää tilausohjautuvaksi. Mikäli kuitenkin tätä tuotetta ostavat asiakkaat koostuvat yrityksen kannalta tärkeistä asiakkaista kuten ”parannettavat asiakassuhteet” ja ”ylläpidettävät asiakkaat”, ei yrityksellä ole varaa karsia tuotteen palvelutasosta MTO-menetelmään siirtymällä. Tällöin tuotteen kohdalla tulisi jatkaa MTS-tuotantoa siitä huolimatta, että

tuotekohtaiset kriteerit suosivat MTO-tuotantoa. Joissakin tällaisissa tapauksissa tuotannonohjausmuotoa on kuitenkin mahdollista muuttaa tilausohjautuvammaksi, mutta siitä tulee sopia erikseen tuotekohtaisesti asiakkaiden kanssa. (Huiskonen et al, 2003)

5 TUOTANNONOHJAUSMUOTOJEN VALINTAPROSESSI

Pyrimme työssämme selvittämään myös millainen tuotannonohjausmuotojen valintaprosessi on rakenteeltaan. Rakennetta havainnollistamme yhdistämällä aiemmin esitellyistä malleista havaittuja yhteisiä vaiheita yhdeksi prosessikuvaukseksi. Mallien pohjalta havaitsimme valintaprosessin sisältävän seuraavat vaiheet, jotka yrityksen tulee suorittaa hyödynnettävästä mallista riippuen tuote- tai tuoteperhekohtaisesti.



Kuva 8. Tuotannonohjausmuotojen valintaprosessin rakenne

Vaihe 1. Tärkeimpien valintakriteerien selvittäminen

Kussakin esittelemistämme malleista pyrittiin selvittämään tärkeimmät tuotannonohjausmuodon valintaan vaikuttavat kriteerit ennen alustavien tai varsinaisten päätösten tekemistä. Kriteerit voidaan jakaa aiemmin esitetyllä tavalla tuote-, markkina- ja tuotantoperusteisiin tekijöihin. Kriteerit voivat vaihdella eri tuotteilla tai tuoteperheillä merkittävästi, joten niiden selvittäminen tulee suorittaa kussakin tapauksessa erikseen.

Vaihe 2. Selvitetään, mitä tuotannonohjausmuotoja tärkeimmät kriteerit sallivat

Eri valintakriteerit joko puoltavat tai eivät sovellu kaikille tuotannonohjausmuodoille. Tärkeimpien valintakriteerien selvittämisen jälkeen yrityksen tulee kartoittaa, mitä tuotannonohjausmuotoja valittujen kriteerien pohjalta on mahdollista toteuttaa. Esimerkiksi toimitusajan ollessa selkeästi tärkein valintakriteeri, on yrityksen käytännössä pakko toteuttaa MTS-menetelmää. Mikäli taas tuotteen kustomointi tai alhaisista varastotasoista seuraava kustannustehokkuus nähdään tärkeimpinä kriteereinä, on yrityksen loogista toteuttaa tilausohjautuvaa MTO-tuotantoa.

Vaihe 3. Selvitetään paras tuotannonohjausmuoto vaihtoehdoista päätöstä avustavalla mallilla

Saatuun selville mahdolliset valintakriteerien sallimat tuotannonohjausmuodot, tulee yrityksen hyödyntää käytettävissä olevia malleja optimaalisen ratkaisun selvittämiseksi. Eri mallit ottavat huomioon hieman erilaisia piirteitä yrityksen liiketoimintaan liittyen, joten malli tulee valita siten että se sopii yrityksen strategiaan. Jos esimerkiksi yrityksen toiminta on erittäin asiakaslähtöistä, on järkevää hyödyntää Huiskosen et al. (2003) mallia, jossa tuotannonohjausmuotojen valinta linkitetään asiakasprofiileihin.

Vaihe 4. Tuotannonohjausmuodon valinta

Saatuun parhaan vaihtoehdon tuotannonohjausmuodon valinnasta päätöstä avustavien mallien avulla, yrityksen tulee tehdä lopullinen päätös tuotannonohjausmuodosta kullekin tuotteelle tai tuoteperheelle.

Vaihe 5. Kannattavuuden seuranta

Tehtyään päätöksen tuotteen tuotannonohjausmuodosta yrityksen tulee myös seurata ratkaisun kannattavuutta. Van Donk et al. (2005) mainitsevat artikkelissaan, että yrityksen tulisi tarkastella tuotteidensa ohjausmuotoja 1-2 kertaa vuodessa. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että edellä esitetyt vaiheet toistetaan tuotteille uudestaan ja tehdään tarvittaessa muutoksia ohjausmuotoihin.

6 YHTEENVETO

Tässä kandidaatintutkielmassa pyrimme selvittämään tuotannonohjausmuotojen valintaan vaikuttavia kriteerejä sekä niiden soveltamista ohjausmuodon valinnassa. Lisäksi selvensimme yksinkertaisella mallilla ohjausmuodon valintaprosessiin kuuluvia vaiheita.

Tuotannonohjausmuotoon vaikuttavat kriteerit voidaan jakaa markkina-, tuote- ja tuotantoperusteisiin kriteereihin sen mukaan, mitkä liiketoiminnan osa-alueet niihin vaikuttavat. Markkinaperusteisista kriteereistä merkittävimpinä voidaan pitää asiakkaiden toimitusaikavaatimuksia ja kysynnän luonnetta. Nämä ovat tekijöitä joihin yritys ei itse voi suoranaisesti vaikuttaa, mutta jotka vaikuttavat äärimmäisen paljon ohjausmuodon valintaan. Tuoteperusteisista tekijöistä tärkeimpänä voidaan pitää tuotteen modulaarisuutta ja rakennetta. Suunnittelemalla tuotteensa modulaariseksi tai rakenteeltaan yksinkertaiseksi yritys voi nopeuttaa tuotannon läpimenoaikojaan ja saada sitä kautta enemmän vaihtoehtoja eri tuotannonohjausmuotojen toteuttamiselle. Tuotantoperusteisista tekijöistä pidämme merkittävimpinä juuri tuotannon läpimenoaikoja sekä tuotannon joustavuutta. Tuotannon joustavuudella yritys voi lisätä tuotevalikoimaansa ja pystyy reagoimaan nopeammin markkinoiden kysynnässä tapahtuviin muutoksiin.

Esittelimme työssämme kolme eri mallia joiden avulla käsitellyt kriteerit voidaan hyödyntää. Mallit ovat hieman vaihtelevia rakenteeltaan ja siitä, mitä liiketoiminnan osa-alueita ne ottavat huomioon. Toisinsanoen mallit painottavat hieman erilaisia tekijöitä ohjausmuodon valinnassa. Yrityksen tulisikin valita valintaprosessissa hyödynnettävä mallinsa siten, että se sopii yrityksen strategiaan. Ohjausmuodon valintaan on myös saatavilla paljon erilaisia matemaattisia malleja, mutta pyrimme karsimaan ne tästä työstä esitysteknisistä syistä johtuen.

Mallinsimme työssämme myös valintaprosessin rakennetta yleisesti esittelemiemme mallien pohjalta. Havaitimme ohjausmuotojen valintaprosessin sisältävän kussakin mallissa seuraavat vaiheet; tärkeimpien ohjausmuotoon vaikuttavien kriteerien selvittäminen, kriteerien sallimien ohjausmuotojen selvittäminen, parhaan ohjausmuodon päättäminen päätöstä avustavalla mallilla sekä ratkaisun kannattavuuden seuranta. Valintaprosessi voi olla

erilainen eri tuotteilla ja eri yrityksillä, mutta pyrimme tässä kuvauksessa esittämään tärkeimmät vaiheet, jotka tuntuivat toistuvan useimmissa malleissa. Yleisesti ottaen päätöstä avustavien mallien voidaan sanoa helpottavan ja tehostavan yrityksen tuotannonohjausmuodon valintaprosessia merkittävästi, mutta tärkeimpänä ominaisuutena niissä voidaan pitää sitä, että ne ottavat huomioon yrityksen kannalta tärkeimmät valintaan vaikuttavat kriteerit ja auttavat siten koko liiketoiminnan tehostamisessa.

LÄHTEET

Addo-Tenkorang, R. & Eyob, E. 2012. Engineer-to-Order: A Maturity Concurrent Engineering Best Practice in Improving Supply Chains. *IGI Global*. pp. 112-113.

Coyle, J., Langley, C., Gibson, B., Novack, R. & Bardi, E. 2008. Supply Chain Management: A Logistics Perspective, 8th edition. *South-Western Cengage Learning*. pp. 56.

Gosling, J. & Naim, M. 2009. Engineer-to-order supply chain management: A literature review and research agenda. *International journal of production economics* 122. pp. 741–754.

Graves, S., 1999. Manufacturing Planning and Control. *Massachusetts Institute of Technology*. pp. 26

Hallgren, M. & Olhager, J. 2006. Differentiating manufacturing focus. *International journal of production research*. Vol. 44, Nos. 18-19. pp. 3863-3878.

Hedenstierna, P. & Ng, A. 2011. Dynamic implications of customer order decoupling point positioning. *Journal of Manufacturing Technology Management* Vol. 22, No. 8. pp. 1032-1042.

Hemmati, S. & Rabbani, M. 2009. Make-to-order/make-to-stock partitioning decision using the analytic network process. *International Journal and Advanced Manufacturing Technology (2010) vol. 48*. pp. 801–813.

Hemmati, S., Rabbani, M. & Ebadian, M. 2009. Positioning of order penetrating point in hybrid MTS/MTO environments. *Third UKSim European Symposium on Computer Modeling and Simulation*. pp. 263-268.

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, pp. 255–264.

- Kerkkänen, A. 2007. Determining semi-finished products to be stocked when changing the MTS-MTO policy: Case of a steel mill, *International journal of production economics* 108. pp. 111-118.
- Brabazon, P.G & MacCarthy, B.L. 2008. Order fulfillment in high variety production environments. *Operations Management Division, Nottingham University Business School. University of Nottingham.* pp. 19.
- Olhager, J. 2003. Strategic positioning of the order penetration point. *International Journal of Production Economics. Vol. 85, No. 3,* pp. 319–329.
- Olhager, J. 2012. The Role of Decoupling Points in Value Chain Management. *Modelling value, Contributions to Management Science.* pp. 37-47.
- Rajagopalan, S. 2002. Make to Order or Make to Stock: Model and Application. *Management Science. Vol. 48, No. 2.* pp. 241–256.
- Saaty, T. 1999. Fundamentals of the analytic network process. *International Symposium on the Analytic Hierarchy Process 1999.* Kobe, Japan. pp. 1-14.
- Song, J., Xu, S. & Liu, B. 1997. Order-fulfillment performance measures in an assemble- to-order system with stochastic leadtimes. *Operations Research. Vol. 47, No.1.* pp. 131-149.
- Stadler, H. & Kilger, C. 2005. Supply chain management and advanced planning. Heidelberg. pp. 179-195.
- Van Donk, D., Soman, C., & Gerard Gaalman, G. 2005. A decision aid for make-to-order and make-to-stock classification in food processing industries. *Faculty of Management and Organisation, University of Groningen.* pp. 10.

Voss, C.A. 1995. Alternative paradigms for manufacturing strategy. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 15, No. 4. pp. 5-16.

Yang, B. & Burns, N. 2003. Implications of postponement for the supply chain. *International journal of production research*. Vol. 41, no. 9. pp. 2075–2090.

TALOUDELLISET NÄKÖKULMAT

Laskentamallin oletukset:

- Vuosittainen kysyntä on D yksikköä/vuosi ja tilausten määrä N saadaan vuosittain asiakkaalta.
- Valmistuksen kiinteät kulut ovat A euroa/tilaus.
- Koneiden käyttö aiheuttaa kustannuksia PC euroa/aikayksikkö
- Tuotantoaste on P kappaletta/aikayksikkö ja keskimääräinen asetusaika tuotteelle on S aikayksikköä
- Jos tuotetta varastoidaan, sitä tilataan käyttämällä taloudellista tilauseräkoko Q , lisäksi pidetään epävarmuuksien hallinnoimiseksi varmuusvarastoa SS .
- Yhden tuotteen valmistuskustannus varastoon on C_{MTS} euroa/kappale, tilausohjautuvasti valmistuskustannus on C_{MTO} euroa/kappale. Oletuksena on, että tilausohjautuvassa tuotannossa tilauserä koko on D/N ja varasto-ohjautuvassa tuotannossa tilauserä koko on Q
- Varastonpitokustannus R on euroa/yksikkö/vuosi.
- Oletetaan, että palveluasteet ovat tarpeeksi suuret, jolloin jälkitoimituksista aiheutuvat kustannukset ovat minimaalisia.

Jos tuotetta valmistetaan MTO periaatteella, keskimääräinen kokonaisvalmistusaika jokaiselle tilaukselle on

$$TPT_{MTO} = S + \frac{D}{N \times P}$$

Yksikkökustannukset

$$C_{MTO} = PC \times \frac{TPT_{MTO}}{D / N}$$

Summaamalla tilauskustannukset ja valmistuskustannukset yhteen saadaan kokonaiskustannukset

$$TC_{MTO} = N \times A + D \times C_{MTO}$$

Kun tuotetaan varastoon, keskimääräinen kokonaisvalmistusaika jokaiselle tilaukselle on

$$TPT_{MTS} = S + \frac{Q}{P}$$

Liite 1.

Yksikkökustannukset

$$C_{MTS} = PC \times \frac{TPT_{MTS}}{Q}$$

Kokonaiskustannukset vuodelle ovat

$$TC_{MTS} = \left(\frac{D}{Q}\right) \times A + \left(\frac{Q}{2} + SS\right) \times R + D \times C_{MTS} + C_{syst}$$

missä C_{syst} järjestelmäkustannukset euroa/vuosi.

Saatujen kokonaiskustannuksien perusteella voidaan päättää tuotannonohjausmuoto. Jos $TC_{MTO} < TC_{MTS}$, kannattaa tuotantomuotona käyttää tilausohjautuvaa ratkaisua. Vastaavasti, jos $TC_{MTO} > TC_{MTS}$ kannattaa valmistaa varastoon.

KAPASITEETTIRAJOITTEET

Tuotannonohjausmuotoa valittaessa tulee tarkistaa tuotannon kapasiteetin riittävyys.

Kapasiteetin tarkistuksen oletukset:

- Tarkistus on suuntaa antava arvio kapasiteetin riittävydestä.
- Tarkistus ei ota huomioon esimerkiksi konehäiriöitä.

Jos tuotetta valmistetaan varastoon, vaadittu vuosittainen kapasiteetti tuotteelle on yksinkertaisesti valmistuserän keskimääräinen kokonaisvalmistusaika kerrottuna vuoden valmistuserien määrällä.

$$X_{MTS} = TPT_{MTS} \times D/Q$$

Vastaavasti tilausohjautuvalle tuotannolle vaadittu vuosittainen kapasiteetti tuotteelle on tilauksen keskimääräinen kokonaisvalmistusaika kerrottuna vuoden tilausten määrällä

$$X_{MTO} = TPT_{MTO} \times N$$

Tarvittava vuoden kokonaiskapasiteetti on

$$\Sigma X_{MTO} \times y + X_{MTS} \times z$$

y=1 jos tuotetta valmistetaan MTO, muuten 0

z=1 jos tuotetta valmistetaan MTS, muuten 0

y+z=1 jos tuotetta tarjotaan, muuten 0

SUPERMATRIISIN RAKENTAMINEN

Analytic network process – mallin viimeisissä vaiheissa rakennetaan super-matriisi, joka kuvaa matriisiin valittujen tekijöiden keskinäistä vuorovaikutusta.

Matriisin avulla saadaan selville tärkeimmät ohjausmuodon valintaan vaikuttavat kriteerit, joiden perusteella lopullinen päätös ohjausmuodon valinnasta voidaan tehdä.

Matriisin rakentaminen ja soveltaminen

1. Kaikki valitut kriteerit luokitellaan eri lokeroihin. Esimerkiksi kaikki markkinaperusteiset kriteerit sijoitetaan samaan lokeroon.
2. Lokeroista muodostetaan AxA-matriisi, riippuen siitä kuinka monta lokeroa on valittu tarkasteluun. Jos valitaan esimerkiksi markkina-, tuote-, tuotanto- ja toimittajaperusteinen lokero matriisiin, rakennetaan 4x4-matriisi.
3. Lokerot järjestetään seuraavan sivun kaltaisesti vaakariveihin ja pystysarakkeisiin.
4. Lokeroille annetaan keskinäiset painoarvot väliltä 1-9 ja painoarvot sijoitetaan matriisin sisällä oikeille paikoille. Kuvasta luettuna voidaan todeta esimerkiksi, että markkinaperusteinen lokero on kolme kertaa tärkeämpi kuin tuoteperusteinen lokero, markkinaperusteinen lokero on seitsemän kertaa tärkeämpi kuin tuotantoperusteinen lokero ja markkinaperusteinen lokero on neljä kertaa toimittajaperusteista lokeroa tärkeämpi.
5. Summasarakkeessa lokeroiden (rivien) painoarvot lasketaan yhteen.
6. Tämän jälkeen voidaan laskea lokeroiden prosentuaalinen painotus verrattuna muihin. Esimerkiksi markkinaperusteisen lokeron painoarvojen summa on tässä tapauksessa suurin eli 12. Kaikkien painoarvojen summa yhteensä on 30, joten markkinaperusteisen lokeron osuus kaikista lokeroista on $12/30=40\%$.
7. Kun lokeroiden väliset painotukset on saatu selville, voidaan samaa matriisirakennetta ja -periaatetta soveltaa lokeron sisällä kriteereiden painotuksen selvittämisessä. Tällöin AxA-matriisi riippuu kuinka monta kriteeriä lokeron sisällä on. Jos kriteerejä on viisi kappaletta, matriisi on muotoa 5x5-matriisi. Tämän jälkeen lokeron kriteereille annetaan painoarvot ja sijoitetaan ne matriisiin sisälle. Tämän jälkeen prosessi etenee yllä mainitusti.

Liite 3.

8. Kriteerien muodostamasta matriisista saadaan selville tuotannonohjausmuodon tärkein tai tärkeimmät valintakriteerit, joiden perusteella päätös ohjausmuodosta voidaan tehdä.

	1.	2.	3.	4.	Σ	%
1.	1	3	7	4	12	0,40
2.	1/3	1	2	5	8	0,27
3.	1/7	1/2	1	8	9	0,30
4.	1/4	1/5	1/8	1	1	0,03
					30	1

1. Markkinaperusteinen lokero
2. Tuoteperusteinen lokero
3. Tuotantoperusteinen lokero
4. Toimittajaperusteinen lokero

Kuva 9. Esimerkki supermatriisista