



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

TUOTANTOTALOUDEN KOULUTUSOHJELMA

Toimitusketjun johtaminen

Engineer-to-order tuotteen ja tuotannon kehittäminen kohti massakustomointia

**Developing engineer-to-order product and production
towards mass customization**

Kandidaatintyö

Olli Ahlberg

Tapani Qvick

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Olli Ahlberg ja Tapani Qvick

Työn nimi: Engineer-to-order tuotteen ja tuotannon kehittäminen kohti massakustomointia

Vuosi: 2015

Paikka: Lappeenranta

Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous.

43 sivua, 14 kuvaa ja 5 taulukkoa

Tarkastaja(t): Professori Timo Pirttilä

Hakusanat: Tilauksesta valmistus, Massakustomointi, Asiakastilauksen kytkentäpiste, Modularisointi

Keywords: Engineer-to-order, Mass customization, Customer order decoupling point, Modularization

Tämän kandidaatintyön tavoitteena on selvittää keinoja joilla ETO-yhtiö voi kehittää tuotettaan ja tuotantoaan kohti massakustomointi. Lisäksi selvitetään mitkä asiat vaikuttavat asiakastilauksen kytkentäpisteen asettamiseen siirtyessä massakustomointiin. Työ on tehty kirjallisuuskatsauksena. Esitettyjen tietojen ja tulosten pohjana on alan kirjallisuus sekä julkaistut artikkelit.

Työn perusteella voidaan todeta että parhaimmat keinot massakustomoinnin tavoitteluun ETO-yhtiölle ovat; tuotannon ja tuotteiden kehittäminen siten että pystytään hyödyntämään modularisointia ja komponenttien standardointia, lisäksi tuotesuunnitteluun käytettävää aikaa tulee vähentää automatisoimalla tuotesuunnittelua tai käyttämällä standardi suunnitelmia. ETO-yhtiössä siirtyessä massakustomointiin tulee asiakastilauksen kytkentäpisteen paikkaa asetettaessa ottaa huomioon tuotannon ja suunnittelun ulottuvuus kytkettynä asiakkaan vaatimuksiin.

SISÄLLYSLUETTELO

Lyhenneluettelo	2
1 Johdanto	3
1.1 Työn tavoitteet ja rajaukset	3
1.2 Työn rakenne	4
2 Tuotannonohjaus strategiat	5
3 Massakustomointi	8
3.1 Massakustomoinnin hyödyt ja haitat ETO-yhtiölle	10
3.2 Massakustomoinnin vaatimukset	12
3.3 Massakustomoinnin ilmenemistyypit	16
4 Asiakastilauksen kytkentäpiste	23
4.1 Asiakastilauksen kytkentäpisteen sijainti massakustomoinnissa.....	24
4.2 Erilaisia malleja muodostaa asiakastilauksen kytkentäpiste.....	26
5 Tuotteen ja tuotannon kehittäminen kohti massakustomointia.....	35
5.1 Modularisointi.....	35
5.2 Kustomointi mahdollisuudet modulaarisuuden avulla.....	35
5.3 Tuotannon ja tuotteen kehittäminen kohti massakustomointia.....	37
6 Johtopäätökset.....	41
Lähteet	43

LYHENNELUETTELO

ATO	Assemble-To-Order, tilausohjautuva tuotanto
ATP	Available-to-promise, käytettävissä oleva lupaus
BOM	Bill of materials, tuoterakenneluettelo
CODP	Customer order decoupling point, asiakastilauksen kytkentäpiste
CTP	Capable-to-promise, kyky luvata
ED	Engineering dimension, suunnittelu ulottuvuus
ETO	Engineer-To-Order, tilauksesta suunnittelu
MC	Mass customization, massakustomointi
MTO	Make-To-Order, tilauksesta valmistus
PD	Product dimension, tuotannon ulottuvuus
P/D	Production / Delivery lead time ratio, tuotannon / toimitusajan suhde
PDP	Product differentiation point, kustomointipiste
RDV	Relative demand volatility, kysynnän keskihajonta suhteessa keskimääräiseen kysyntään

1 JOHDANTO

Tämä kandidaatinopin näytetyö on tehty Lappeenrannan Teknillisen Yliopiston Tuotantotalouden osastolle. Työn aiheena on tarkastella engineer-to-order toiminnan ohjausstrategiaa käyttävän yhtiön siirtymistä massakustomointiin. Työ on toteutettu kirjallisuuskatsauksena.

Globalisaatio, kasvanut kilpailu, toimitusajan tuomat paineet, nopeasti muuttuvan teknologian tuomat hyödyt ja marginaalien kutistuminen ovat tällä hetkellä markkinoilla vaikuttavia suuntauksia jotka koskevat ETO-yhtiöitä. (Duchi et. al. 2014) Näistä suuntauksista johtuen ETO-yhtiöiden tuleekin kehittyä markkinoiden mukana ja pyrkiä olemaan suunnannäyttäjiä. ETO-yhtiöillä on useita eri keinoja vastata näihin markkinoiden asettamiin uusiin suuntauksiin ja vaatimuksiin. Goslingin ja Naimin (2009) tekemän kirjallisuuskatsauksen mukaan ETO-yhtiön keinoiksi kehittää toimintaansa on esitetty seuraavia keinoja; toimitusketjurakenteen vaihtaminen ja integrointi, tietojohdamisen kehittäminen, liiketoimintajärjestelmän uudelleen suunnittelu, toiminnan joustavuuden lisääminen, läpimenoaikojen lyhentäminen ja tuotekehityksen parantaminen. Tässä työssä käsittelemme massakustomointia, yhtä ETO-yhtiön mahdollisista keinoista vastata markkinoiden muuttuviin vaatimuksiin, johon siirtymällä ETO-yhtiö pystyy vastaamaan markkinoiden asettamiin vaatimuksiin nykyistä järjestelmää paremmin.

1.1 Työn tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena on selvittää minkä takia ETO-yhtiön tulisi kehittää toimintaansa kohti massakustomointia ja miten tämä kehitys on mahdollista toteuttaa. Lisäksi työssä tarkastellaan asiakastilauksen kytkentäpisteen asettamista ETO-yhtiössä siirtyessä massakustomointiin. Työssä pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Millä keinoin ETO-yhtiö voi siirtyä massakustomointiin?
- Mitä ETO-yhtiön tulisi huomioida asiakastilauksen kytkentäpisteen asettamisessa siirryttäessä massakustomointiin?

Käsitlemme työssämme ETO-yhtiön massakustomointi keinoja lähinnä tuotekehityksen ja tuotannon näkökulmasta, emmekä perehdy esimerkiksi tarvittaviin muutoksiin markkinoinnissa ja logistiikassa. Oman kokemuksemme mukaan suurin osa massakustomointiin siirtymistä koskevasta tutkimusaineisto käsittelee siirtymää make-to-stock tuotannonohjauksesta päin, joten raportin tekeminen ETO-yhtiön suunnasta on perusteltua.

1.2 Työn rakenne

Työ aloitetaan kertomalla lyhyesti eri tuotannonohjaus strategioista ja niiden erityispiirteistä. Sen jälkeen siirrytään käsittelemään massakustomointia, sen mukanaan tuomia hyötyjä ja haittoja, vaatimuksia joita siihen siirtyminen yhtiöltä edellyttää ja keinoja joilla sitä voi tavoitella. Lisäksi työssä tarkastellaan eri tapoja luokitella massakustomoijia ja näiden tapojen sopivuutta ETO-yhtiölle. Tämän jälkeen käsitellään asiakastilauksen kytkentäpistettä, sen erityispiirteitä ETO -kannalta ja erilaisia malleja joiden avulla se voidaan asettaa oikeaan kohtaan. Työn lopussa avataan vielä modularisointia ja esitetään malli, jonka avulla ETO-yhtiö voi kehittää tuotteitaan ja tuotantoaan kohti massakustomointia. Viimeisenä asiana työssä esitetään johtopäätökset.

2 TUOTANNONOHJAUS STRATEGIAT

Tuotannonohjauksen pääasialliset strategiat ovat varasto-ohjautuva tuotanto (Make-to-stock, MTS), tilauksesta valmistus (Make-to-order, MTO), tilauksesta kokoonpano (Assemble-to-order, ATO) ja tilauksesta suunnittelu (Engineer-to-order, ETO). Strategioille ominaista on erilaiset toimitusajan laskennat. (Arnold et al. 2008, s. 4) Asiakastilauksen kytkentäpisteen (CODP) paikan tunnistaminen tuotantoprosessissa kertoo mistä tuotannonohjaus strategiasta on kyse. (Samadhi & Hoang 1995, s. 97)

Varasto-ohjautuva tuotanto (MTS)

Varasto-ohjautuvassa tuotannossa tuotteiden valmistus volyyymi on suurta tai keskisuurta. Tuote on suunniteltu vakioksi, joten sen muokkaaminen kaikkien asiakkaiden tarpeiden mukaan ei ole mahdollista. Tämän vuoksi asiakkaan ja tuottajan välillä on joko hyvin vähän tai ei ollenkaan yhteistyötä tuotteen suunnittelussa. (Arnold et al. 2008, s. 5) MTS strategiassa on lyhyin toimitusaika johtuen tuotteen valmistuksesta suoraan varastoon. Tuotannon tehtävä on kyseisessä strategiassa hyvin suora; varastotason ylläpito ennalta määritetyin ehtojen mukaan. (Bozath & Chapman 1996, s. 62)

MTS strategiassa asiakastilauksen kytkentäpiste on valmiiden tuotteiden kohdalla. Pääkilpailukeinona ja ongelmakohtana on logistiikka jolla voi vaikuttaa toimitusaikaan asiakkaalle. MTS strategiassa kapasiteetin käyttö suunnitellaan ennusteiden pohjalta ja toimintojen epävarmuus on vähäisin kaikista strategioista. Korkeimman johtotason huomio on markkinoinnissa ja jakelussa, kun taas keskitasonjohdon huomio on varaston ylläpidossa. (Samadhi & Hoang 1995, s. 99)

Tilauksesta kokoonpano (ATO)

Tilauksesta kokoonpanossa valmistaja valmistaa tuotteen kokoamalla sen varastoiduista standardikomponenteista asiakkaan tilauksen mukaan. Toimitusaika lyhenee verraten ETO strategiaan, sillä suunnitteluun ei tarvitse käyttää aikaa ja komponenttivarastoa pidetään

prosessissa asennusvaiheessa. Asiakas vaikuttaa tuotteeseen valitsemalla komponentit tilausvaiheessa. (Arnold et al. 2008, s. 5)

Tuotteet on koottu tuoteperheiksi ja tuotteiden kysyntä ennustettavuus, ja tästä johtuen myös kapasiteetin suunniteltavuus, on hieman heikompaa kuin MTS strategiassa. Tuotteen läpimenoajan merkitys asiakkaalle on suuri. Tärkeänä kilpailutekijänä on viimeinen asennusvaihe, jossa tapahtuu usein suurin osa tuotteiden muokkauksesta. (Bozarth & Chapman 1996, s. 62) Asennusvaihe kokonaisuudessaan voi aiheuttaa kuitenkin ongelmia strategiassa. Tuote on hyvin usein modulaarisesti suunniteltu, eli se kootaan moduuleista, ja pyrkimys on valmistaa erilaisia vaihtoehtoja asiakkaalle ja samalla tavoitella lyhyttä läpimenoaika tuotannolle (Olhager 2003, s. 321). Korkeimman johdon tärkeimpänä tehtävänä on keskittyä innovaatioihin ja keskijohdon tärkein tehtävä on ohjata tuotantoa ja hallinnoida asiakastilauksia. (Samadhi & Hoang 1995, s. 99)

Tilauksesta valmistus (MTO)

Tilauksesta valmistuksessa tuotteen valmistus aloitetaan vasta kun tilaus on saatu. Tuote valmistetaan standardisoiduista komponenteista ja mahdollisesti tuotetta varten suunnitelluista ainutkertaisista komponenteista. Tuotteen läpimenoaika vähennetään suunnitteluvaiheeseen käytetyn ajan vähentyessä sekä raaka-aine varastoa hyödyntäen. (Arnold et al. 2008, s. 5)

Kun tuotteisiin tehdään kustomointia aikaisessa valmistusvaiheessa on tarvittavaa käyttää MTO tuotannonohjausmuotoa. (Olhager 2003, s. 321) Tuoteperheitä ei tällöin ole ja tuotteiden kysynnän ennustaminen sekä kapasiteetin suunnittelu on epävarmaa. Tuotteiden läpimenoaika on tärkeä ja tuotteen viimeinen asennusvaihe sekä valmistus ovat avainasemassa kilpailutekijöinä. Ongelmakohtana strategiassa on komponenttien valmistus. Toiminnan epävarmuus on suurempi kuin ATO strategiassa ja tämän vuoksi korkeimman johdon tulee keskittyä kapasiteetin hallintaan. Keskijohto keskittyy operatiiviseen ohjaamiseen sekä asiakastilausten hallinnointiin. (Samadhi & Hoang 1995, s. 99)

Tilauksesta suunnittelu (ETO)

Tilauksesta suunnittelua käytetään kun tuote vaatii erityistä suunnittelua, muotoilua tai merkittävää kustomointia jotta se vastaisi asiakkaan toiveita. Varastoa ei hankita ennen kuin valmistus aloitetaan. Tuotannon läpimenoaika on pitkä, mikä johtuu hankinnan sekä suunnittelun läpimenoajoista. (Arnold et al. 2008, s. 4-5)

Tuotteissa voidaan käyttää standardikomponentteja mutta joko niiden käyttö tai osa komponenteista on suunniteltu asiakkaan toimesta tai asiakkaan ja toimittajan yhteistyönä. (Bozarth & Chapman 1996, s. 61). Tuotteiden kysyntää ei voida ennustaa jolloin myöskään kapasiteetin käyttöä ei voi suunnitella. Tuotannon läpimenoaika on tärkeä ja toiminnan epävarmuus suurta verrattuna muihin tuotannonohjaus strategioihin. Koko prosessi on avain kilpailutekijä ja suunnittelu ongelmakohta. Ylimmän johdon tärkein tehtävä on asiakkaan tilaussopimusten hallinta ja keskijohdon tärkein tehtävä on projektien johtaminen. (Samadhi & Hoang 1995, s. 99)

3 MASSAKUSTOMOINTI

Pine (1993, s. 47) on määritellyt massakustomoinnin seuraavasti: ”*Massakustomoinnin tavoitteena on kehittää, tuottaa, markkinoida ja toimittaa tuotteita ja palveluita edullisella hinnalla tarjoten tarpeeksi valikoimaa ja kustomointi mahdollisuuksia, jotta lähes kaikki löytävät täsmälleen sitä mitä haluavat*”. Pinen määritelmä on lähellä Hartin (1995, s. 36) visionääristä määritelmää: ”*Kyky tuottaa kannattavasti asiakkaille mitä vain he haluavat, milloin vain he haluavat, mihin vain he haluavat ja miten vain he haluavat*”. Hart esittää massakustomoinnille myös käytännöllisen määritelmän: ”*Tuottaa joustavan prosessin ja organisaatorakenteen avulla erilaisia, usein yksilöllisesti kustomoituja tuotteita ja palveluita, standardoidun massakustomointi järjestelmän mahdollistamalla alhaisilla kustannuksilla*”. Pinen (1993, s. 171) mukaan massakustomointia voidaan tavoitella viiden keinon avulla:

1. Kustomoi palveluita standardoitujen tuotteiden ympärille
2. Luo kustomoitavia tuotteita ja palveluita
3. Tarjoa kustomointi mahdollisuuksia toimituspisteessä
4. Modularisoi komponentteja kustomoidaksesi tuotteita ja palveluita
5. Tuota nopea läpimenoaika koko arvoketjussa

Palvelujen kustomointi standardoitujen tuotteiden ympärille on yleisin ja helpoin tapa aloittaa massakustomointi. Tämä johtuu siitä että se ei edellytä muutoksia tuotekehitykseen ja tuotantoon, vaan se voidaan toteuttaa kokonaisuudessaan markkinoinnin ja toimituksen toimintoja muuttamalla. (Pine 1993, s. 172) Koska ETO-yhtiöllä ei lähtötilanteessa ole standardoituja tuotteita, ei tämä keino ole ETO-yhtiön kannalta luontaisin lähtökohta massakustomoinnin tavoitteluun.

Kustomoitavien tuotteiden ja palveluiden luominen tarkoittaa sellaisten standardoitujen kustomoitavien tuotteiden tai palveluiden kehittämistä, joita valmistetaan käytännössä massatuotantona eivätkä tuotteet täten eroa toisistaan. Myöskään toimitus ei eroa massatuotetuista tuotteista. Ainoana erona perinteiseen massatuotettuun tuotteeseen on tuotteen kustomoitavuus ja markkinointi kustomoitavana tuotteena. (Pine 1993, s. 180) Esimerkkinä tällaisesta tuotteesta voidaan pitää nykyajan matkapuhelimia. Ne tuotetaan ja toimitetaan

massatuotanto tuotteen tavoin mutta jokainen asiakas pystyy kustomoimaan ostamaansa matkapuhelinta haluamansa laiseksi. ETO-yhtiön tuotteet vaativat yleensä vaativaa insinööri suunnittelua, joten kaikkien asiakkaiden tarpeet tyydyttävän standardoidun kustomoivan tuotteen suunnittelu ei todennäköisesti ole mahdollista.

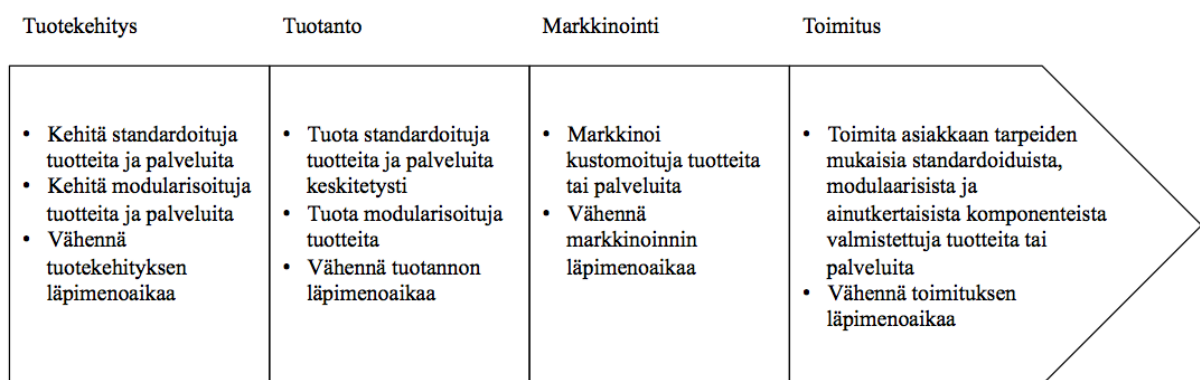
Kun yritys tarjoaa kustomointi mahdollisuuksia toimituspisteessä, se kehittää ja tuottaa standardoituja tuotteita ja suorittaa kustomoinnin asiakkailta myynnin yhteydessä saamien tarpeiden mukaan. Kustomointi tapahtuu toimituksen yhteydessä tuottamalla ja lisäämällä kustomoituja komponentteja. Tekemällä näin tiedetään asiakkaan tarpeet tuotteen suhteen ja pystytään toimittamaan tuote joka vastaa näitä tarpeita. (Pine 1993, s. 184) ETO-yhtiön, jonka tuotanto on imuohjautuvaa, tulee massakustomoinnin tavoittelussa kiinnittää huomiota asiakkaan tuotantoon osallistumiseen. (Mikkola 2007, s. 58) Täten ollen kustomointi mahdollisuuksien tarjoaminen toimituspisteessä on hyvä keino ETO-yhtiölle massakustomoinnin tavoittelussa. Tämän keinon käyttäminen vaatii ETO-yhtiöltä komponenttien, tuotteiden ja tuotesuunnitelmien standardointia.

Komponenttien modularisoiminen mahdollistaa tuotteiden ja palveluiden riittävän asiakaskohtaisen kustomoinnin. Samalla saavutetaan suurtuotannon etuja, kun samoista moduuleista pystytään kokoamaan useita eri lopputuotteita. (Pine 1992, s. 196) ETO-yhtiölle modularisointi sopii hyvin, sillä silloin asiakkaan tarpeet otetaan edellisen keinon tavoin hyvin huomioon, mikä on tärkeää imuohjautuvan tuotannon massakustomointi kehityksessä. (Mikkola 2007, s. 58) Lisäksi tällöin säilyy ETO-yhtiön asiakkaille tärkeä kustomoinnin mahdollisuus.

Nopeuttamalla läpimenoaikoja kaikissa arvoketjun osissa ja täten vastaamalla asiakkaan tarpeisiin nopeammin saadaan koko organisaatio liikkeelle kohti massakustomointia. Nopeampaa toimintaa voidaan tavoitella *time-based competition* nimellä tunnetun konseptin avulla. (Pine 1993, s. 189) *Time-Based competition* tarkoittaa kokoelmaa taktiikoita joilla yritys pyrkii vähentämään avaintoimintoihinsa käytettyä aikaa. (Bozarth & Chapman 1996, s. 57) Nopeuttamalla prosessia saavutetaan myös huomattavia kustannussäästöjä, Towhillin (2003, s. 586) mukaan 40 prosentin vähennyksellä prossiin kulutetusta ajasta saavutetaan 25 prosentin kustannussäästöt. ETO-yhtiössä koko arvoketjun läpimenoaika lyhenee kun toteutetaan

kahdessa aikaisemmassa massakustomoinnin tavoittelu keinossa mainittuja komponenttien, tuotteiden ja suunnitelmien standardointia sekä tuoterakenteiden modulaarisuuden kehittämistä.

Kuvassa 1 on esitetty ETO-yhtiölle sopiva arvoketjun kehitys malli massakustomoinnin tavoittelussa. Malliin on otettu Pinen (1993, s. 171–212) esittämistä keinoista ETO-yhtiölle sopivimmat.



Kuva 1. Arvoketjun eri vaiheiden toimet ETO-yhtiön massakustomointiin siirtymisessä (Pine 1993, s. 171–212)

3.1 Massakustomoinnin hyödyt ja haitat ETO-yhtiölle

Massakustomointi on yksi keino uudistaa ETO tuotantostrategiaa ja on myös mahdollista luoda yhdistetty strategia *engineer-to-order mass customization* (ETO-MC). Strategia tuo hyötyinä selkeitä kustannusetuja verrattuna perinteiseen ETO tuotantoon. (Duchi et al. 2014, s. 320–321) Hyödyntämällä massakustomointia voi ETO-MC-yhtiö palvella useampaa asiakasta samanaikaisesti, tuoden heille yksilöllisiä ratkaisuja kustannustehokkaasti. Massakustomointi myös mahdollistaa tuotannon läpimenoajan lyhentämisen ja tarkemmat kustannuslaskennat, jolloin mahdollistuu paremman kannattavuuden tavoittelu sekä nopeampi toimitus asiakkaalle. Suunnittelun kustannukset pienenevät sillä tuotteisiin käytetään standardoituja komponentteja ja hyödynnetään mahdollisesti myös modularisointia. Massakustomoimalla tuotteita on myös mahdollista vähentää myyntihenkilöstöön kohdistuvia kustannuksia. (Haug et al. 2009, s. 638)

Automatisoimalla toistettavia teknisiä suunnitteluvaiheita hyödynnetään jo saatua tietotaitoa, ja tällöin on mahdollista saavuttaa ajan ja kustannusten vähennyksiä tuotekehityksessä. Tällöin vapautuu työvoimaa sekä osaamista sellaisiin työvaiheisiin jotka lisäävät arvoa tuotteelle. Hyödyntämällä massakustomointistrategiaa ETO-MC-yhtiö kykenee hankkimaan sekä toimittamaan pieniä määriä hyvin erilaisia tuotteita tehokkaasti. Valmiilla tuotteiden suunnittelu tarjoamalla massakustomointi strategiaa käyttävä ETO-MC-yhtiö kykenee tarjoamaan asiakkaille suoraan suurimman osan helposti tuotettavissa olevista ja tuottavimmista tuotteista. (Duchi et al. 2014, s. 323–324) Samalla tuotteen läpimenoaika lyhenee suunnittelutyön määrän vähentyessä. Muuttamalla tuotantostrategiaa kohti massakustomointia mahdollistuu joustava kustannustehokas tuotantoprosessi.

Massakustomointi tuo kuitenkin myös riskejä jotka tulisi huomioida tehdessä päätöstä mahdollisesta siirtymisestä massakustomointiin. ETO tuotteet ovat hankalasti standardisoitavissa sellaisiksi, että niiden yhdisteleminen useiksi erilaisiksi tuotteiksi olisi mahdollista. On mahdollista myös menettää innovaatiokyvykkyyttä, kun tuotteiden suunnittelua ja niiden valmistamista yksinkertaistetaan, jolloin myös kilpailijoille tarjoutuu helpommin mahdollisuus kopioimiseen. Massakustomoinnin varjopuolena on ETO-yhtiölle tuotteiden suunnittelun joustavuuden väheneminen, jolloin jokaista asiakasta ei voida palvella siten kuten he tahtoisivat. ETO-yhtiöiden asiakkaat ovat tottuneet, että tuotteet tehdään juuri heitä varten. (Haug et al. 2009, s. 638–640) Massakustomointi tuo mukanaan myös tarpeen varastointiin, jolloin syntyy mahdollisuus vääriin ennusteisiin. (Duchi et al. 2014, s. 324–325)

Tuotteen läpimenoajan nopeus voi vaikuttaa osaan asiakkaista sitoutumisen puutteena. Organisaation sisällä voi myös tapahtua vastustusta, esimerkiksi suunnittelutyön yksinkertaistaminen ei välttämättä sovi teknisensuunnittelutyön osastolle. Tuotteen ollessa liian monimutkainen voivat kustannukset standardisoinnista huolimatta kasvaa liian suuriksi ja tällöin massakustomoinnilla ei päästä kustannustehokkuuteen. (Haug et al. 2009, s. 637–638) Henkilöstön osaaminen on merkittävässä roolissa massakustomoinnin onnistumisen kannalta. On tärkeää että ETO-MC-yhtiö ylläpitää suhteitaan toimittajiin ja käyttää aikaa niiden löytämiseen sekä kehittää yhteistä toimitusketjun hallintaa, on tärkeää löytää toimittajat jotka kykenevät vaadittuihin toimituksiin. (Duchi et al. 2014, s. 324–325). Taulukoon 1 on koottu massakustomoinnin hyödyt ja mahdollisuudet sekä riskit ja heikkoudet.

Taulukko 1. Massakustomoinnin hyödyt, mahdollisuudet, riskit ja heikkoudet (Haug et al. 2009; Duchi et al. 2014)

	Massakustomoinnin hyödyt ja mahdollisuudet	Massakustomoinnin riskit ja heikkoudet
Organisaatiotasolla	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kustannuslaskelmat ovat tarkemmat 2. Henkilöstön osaamisen hyödyntäminen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organisaation sisäinen vastustus 2. Henkilöstön osaamisen puute
Tuotantotasolla	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tuotannon helpompi kontrollointi 2. Virheiden määrä vähentyy 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sopivan tuotantoteknologian löytäminen
Kehitys- ja suunnittelutasolla	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alentunut ajan käyttö 2. Alemmat kustannukset 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muutoshaluttomuus 2. Kopioiduksi tuleminen
Asiakastasolla	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asiakas saa tarkemman hinnan 2. Nopeampi toimitusaika 3. Mahdollisuus tyydyttää suuren tuoton tuovien asiakkaiden kysyntä 4. Useamman asiakkaan palveleminen samanaikaisesti 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tuotteiden joustavuus vähenee 2. Kokee sitoutumisen puutteen 3. Tiettyjen asiakkaiden sitoutuvuus voi heiketä
Toimittajatasolla	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mahdollinen yhteistyö tiivistyy 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Toimittajan teknologia

3.2 Massakustomoinnin vaatimukset

Hart (2006, s. 39–44) esittää artikkelissaan ”*Mass customization: conceptual underpinnings, opportunities and limits*” neljä päätöstekijää; asiakkaiden tarpeet, prosessin suotuisuus, kilpailullinen ympäristö ja organisaation valmius, joita arvioimalla yhtiö voi kartoittaa mahdollisuuksiaan tavoitella massakustomointia. Nämä neljä päätöstekijää on ajateltu yhtiöiden kannalta jotka ovat siirtymässä massatuotannosta massakustomointiin mutta pätevät myös ETO-yhtiöiden kohdalla.

Asiakkaat vaativat enemmissä määrin tuotteiden kustomointi mahdollisuuksia, joten yhtiöiden jotka pyrkivät massakustomointiin täytyy selvittää omien asiakkaidensa vaatimukset kustomoinnin suhteen. Asiakkaan herkkyyden kustomoinnille voi jakaa kahteen tekijään; asiakkaan tarpeiden ainutlaatuisuus ja asiakkaan valmius tehdä uhrauksia. (Hart 2006, s. 40)

Jos asiakkaan tarpeet tuotteen suhteen ovat ainutlaatuiset, esimerkiksi asiakkaan halu vaikuttaa auton varustelutasoon ja ominaisuuksiin, on järkevää pyrkiä kohti massakustomointia. Jos asiakkaalla taas ei ole tarvetta vaikuttaa tuotteen ominaisuuksiin, esimerkiksi suola ja sokeri, ei yhtiöllä ole tarvetta tarjota kustomointi mahdollisuuksia. (Hart 2006, s. 40) Tämän suhteen ETO-yhtiöiden tilanne on päinvastainen, koska siirtymällä massakustomointiin ETO-yhtiön on pienennättävä tuotteidensa kustomointi mahdollisuuksia. (Haug et al. 2009, s. 640) ETO-yhtiön tuleekin täten selvittää ovatko asiakkaat valmiita tekemään uhrauksia tuotteen kustomoinnin suhteen.

Asiakkaan valmius tehdä uhrauksia tuotteen suhteen tarkoittaa erovaisuutta asiakkaan tarpeiden ja näihin tarpeisiin tarjottujen tuotteiden tai palveluiden välillä. Esimerkkejä näistä erovaisuuksista on muun muassa toimitusaika, hinta ja ostamisen hankaluus. Suurta eroa tarpeen ja tarjonnan välillä voi pyrkiä kaventamaan tarjoamalla kustomointi mahdollisuuksia. (Hart 2006, s. 40) Siirtymällä massakustomointiin ETO-yhtiö pystyy kaventamaan joitain tarpeen ja tarjoaman eroja, esimerkiksi lyhempi toimitusaika, mutta vastaavasti jotkin erot, esimerkiksi tuotteen kustomointi mahdollisuudet, tulevat pienemään. ETO-yhtiö, joka harkitsee massakustomointiin siirtymistä, tuleekin punnita asiakkaiden tarpeiden perusteella mitkä tarpeet ovat tärkeimpiä ja pystytäänkö näiden tarpeiden ja tarjoaman eroa kaventamaan siirtymällä massakustomointiin.

Prosessin suotuisuus koostuu seuraavista tekijöistä; mahdollistajat, markkinointi, suunnittelu, tuotanto ja jakelu. Tekijät jotka mahdollistavat muutoksen ETO:sta massakustomointiin voidaan jakaa teknologisiin ja organisaationalisiin tekijöihin. Teknologisilla tekijöillä tarkoitetaan teknologisia ratkaisuja joilla saadaan selville asiakkaan tarpeet tuotteen suhteen ja pystytään valmistamaan tuotteita näiden tarpeiden mukaisesti samoilla kustannuksilla kuin massatuotanto tuotteita. Eli yhtiön tulee ottaa selvää onko vaaditunlaista tuotantoteknologiaa saatavilla. Jos vaadittu teknologia on saatavilla, tulee selvittää kuinka tämä teknologia saadaan

liitettyä nykyiseen organisaatorakenteeseen ja mitkä ovat uuden teknologian investointi- ja käyttökustannukset. (Hart 2006, s. 41–42) ETO-yhtiöt eivät Haugin (2009, s. 640) mukaan saavuta massatuotannon tuotantohintoja, eli yhtiön tulee selvittää ovatko tuotannon halpenemisella saavutettavat säästöt tarpeeksi suuria, jotta parempi tulos saavutettaisiin vaikka tuotteen kustomointi mahdollisuudet vähenevät.

Jos yhtiö alkaa tarjoamaan kustomointi mahdollisuuksia asiakkailleen, on tärkeää että tuotteen brändi pysyy selkeänä eikä asiakkaille koidu hämmennystä laajentuneesta valikoimasta. Markkinoinnilla tulee myös olla käytettävissään tarpeeksi tarkkaa tietoa asiakkaiden tarpeista ja tätä tietoa pitää osata analysoida oikein, jotta markkinointi tukee massakustomointia. Tämän tiedon saamiseksi yhtiön pitää tehdä asiakkaan kanssa tiiviimpää yhteistyötä. (Hart 2006, s. 42) ETO-yhtiön tulee siirtyessään kohti massakustomointi ottaa huomioon, että kaventunut tuotevalikoima ei aiheuta brändin heikentymistä.

Suunnittelun suhteen pätevät samat haasteet kuin markkinoinnissa; tuotteiden suunnittelijoilla tulee olla tarpeeksi tarkkaa tietoa asiakkaiden tarpeista, jotta tuotteista saadaan suunniteltua näitä tarpeita vastaavia. Yhtiöllä tulee olla prosessi jolla asiakkaiden tarpeet saadaan nopeasti ja joustavasti muunnettua tuotespesifikaatioiksi. (Hart 2006, s. 43)

Tuotantoa koskevat selvitettävät asiat ovat varastojen sijainti tuotantoketjussa ja kustannusten muuttuminen muuttuvista kustannuksista kiinteisiin kustannuksiin siirryttäessä ETO ohjautuvasta tuotannosta massakustomointiin. Jakelua koskevia selvitettäviä asioita ovat muun muassa varastoinnin tarve uudessa tuotantomuodossa sekä uusien tuotteiden vaikutus logistiikkaan. (Hart 2006, s. 43) ETO-yhtiön tapauksessa osa muuttuvista kustannuksista muuttuu kiinteiksi esimerkiksi komponenttien standardoinnin ja tuotesuunnittelun automatisoimisen seurauksena. Tärkeä asia, joka ETO-yhtiön tulee huomioida, on varastoinnin tarve siirryttäessä massakustomointiin. Perinteisessä ETO tuotannossa varastoinnin tarve on pieni tai sitä ei ole ollenkaan, kun taas komponenttien standardoinnin ja tuotteiden modularisoinnin seurauksena syntyy tarve varastoida.

Kilpailullista ympäristöä koskeva pääkysymys, joka yhtiön tulee esittää itselleen kuuluu: onko olemassa kilpailullisia tekijöitä, jotka lisäisivät tai vähentäisivät hyötyä jonka yhtiö saavuttaisi

ottamalla käyttöön massakustomoinnin? Näitä kilpailullisia tekijöitä ovat toimialan herkkyys yleiseen taloudelliseen tilanteeseen, markkinoiden heilahtelu, yhtiön luotettavuus ja asema markkinoilla sekä asiakkaiden uskollisuus. (Hart 2006, s. 43)

Kilpailullista ympäristöä koskeva tärkeä seikka on edelläkävijän etu. Yhtiön ollessa markkinoillaan ensimmäinen toimija joka tarjoaa massakustomoituja tuotteita, on mahdollista saavuttaa huomattavaa kilpailullista etua. Tästä seuraa lisää selvitettäviä asioita liittyen kilpailijoiden reagointiin ja mahdollisiin uusiin kilpailijoihin. (Hart 2006, s. 43)

Neljäs päätöstekijä on organisaation valmius. Tätä arvioidessaan yhtiön tulee tehdä selvitys organisaation asenteista, kulttuurista ja resursseista, ja selvittää kuinka valmis organisaatio on siirtymään massakustomointiin ja saamaan siitä maksimaalisen hyödyn. Tässä päätöstekijässä huomioitavia asioita ovat johdon asenne muutosta kohtaan, yhtiön ydinosoamisen tunnistaminen, arvoketjun tunnistaminen, investointiin tarvittavan rahoituksen suuruus ja tämän rahoituksen saaminen. (Hart 2006, s. 44–45) Kaikki massakustomoinnin vaatimuksia koskevat päätöstekijät on koottu taulukkoon 2.

Taulukko 2. Massakustomoinnin vaatimukset (Hart 2006, s.39-44)

Päätöstekijä	Huomioitavat asiat
Asiakkaiden tarpeet	Asiakkaan tarpeiden ainutlaatuisuus ja asiakkaan valmius tehdä uhrauksia
Prosessin suotuisuus	Muutoksen mahdollistajat, markkinointi, suunnittelu, tuotanto ja jakelu
Kilpailullinen ympäristö	Toimialan herkkyys yleiseen taloudelliseen tilanteeseen, markkinoiden heilahtelu, yhtiön luotettavuus ja asema markkinoilla sekä asiakkaiden uskollisuus
Organisaation valmius	Organisaation resurssit, kulttuuri ja asenne muutosta kohtaan,

3.3 Massakustomoinnin ilmenemistyytit

Duray, Ward, Milligan ja Berry (2000) esittävät artikkelissaan ”*Approaches to mass customization: configurations and empirical validation*” menetelmän jakaa massakustomoinnin neljään eri strategiaan asiakkaan osallistumispisteen, eli CODP:een, ja tuotteen modulaarisuuden perusteella. Nämä neljä massakustomointi-strategiaa ovat; *fabricators, involvers, modularizers* ja *assemblers* ja ne on esitetty kuvassa 2.

		Modulaarisuuden tyyppi			
		Suunnittelu	Valmistus	Kokoonpano	Käyttö
Asiakkaan osallistumispiste	Suunnittelu	Fabricators		Involvers	
	Valmistus				
	Kokoonpano	Modularizers		Assemblers	
	Käyttö				

Kuva 2. Massakustomointi strategioiden jaottelu modulaarisuuden tyyppin ja asiakkaan osallistumispisteen perusteella (Duray et al. 2000, s. 612)

Fabricators-strategiassa asiakkaan osallistuminen ja modularisointi tapahtuu tuotteen suunnittelu- ja valmistusvaiheessa, jolloin tuotteen valmistus vaatii kustomoitujen osien valmistamista. Ottamalla asiakkaan mukaan aikaisessa tuotteen valmistusvaiheessa mahdollistetaan tuotteen ainutlaatuinen suunnittelu ja korjausten tekeminen tuoterakenteeseen. Tämä tapa muistuttaa puhdasta kustomointi strategiaa (ETO), mutta käyttää tuotteiden modulaarisuutta saavuttaakseen komponenttien yhtäläisyyttä. (Duray 2002, s. 318) Lähtötilanteessa ETO-yhtiön asiakkaan osallistumispiste, eli CODP, sijaitsee jo valmiiksi

suunnitteluvaiheessa. Tästä johtuen näistä neljästä massakustomointi-strategiasta *fabricators* on ETO-yhtiölle luontaisin valinta sillä se edellyttää vähiten muutoksia nykyiseen toimintamalliin.

Involvers-strategiassa asiakas otetaan mukaan tuotteen suunnittelu- ja valmistusvaiheessa mutta käytetään edellisestä poiketen modulaarisuutta tuotteen kokoonpano- ja käyttövaiheessa. Täten asiakas on mukana aikaisessa tuotteen valmistusvaiheessa mutta yksittäistä asiakasta varten ei valmisteta kustomoituja komponentteja. Kustomointi tapahtuu kokoamalla tuote valmiista moduuleista asiakkaan tarpeiden mukaan. Tällöin asiakkaalle syntyy vahva käsitys kustomoidun tuotteen saamisesta, vaikkakaan asiakasta varten ei valmisteta kustomoituja komponentteja. Koska tuote valmistetaan pelkästään valmiista moduuleista, saavutetaan tällä strategialla suuremmat suurtuotannon edut kuin *fabricators*-strategialla. (Duray et al. 2000, s. 613) Tässäkin strategiassa asiakkaan osallistumispiste sijaitsee ETO-yhtiön kannalta samassa vaiheessa kun lähtötilanteessa, mutta ainutkertaisten kustomoitujen komponenttien valmistuksen puuttuminen tekee tästä strategiasta ETO-yhtiön kannalta haasteellisen.

Modularizers-strategiassa asiakas otetaan mukaan tuotteen kokoonpano- ja käyttövaiheessa ja modulaarisuutta käytetään suunnittelu- ja valmistusvaiheessa. Tämä tarkoittaa, että yhtiö kehittää modulaarisen tavan suunnitella ja valmistaa tuotteita mutta asiakas kertoo tarkat tuotevaatimuksensa vasta kokoonpano- ja käyttövaiheessa. Tässä strategiassa ei saateta saavuttaa kustomoinnin maksimaalista hyötyä modulaarisuudesta, koska varsinainen kustomointi tapahtuu modulaarisuuden jälkeen. (Duray et al. 2000, s. 613) Asiakkaan osallistumispiste on tässä strategiassa ETO-yhtiön kannalta liian myöhäisessä vaiheessa. Ottamalla asiakkaan mukaan vasta kokoonpano- ja käyttövaiheessa, rajoittuvat tuotteen kustomointi mahdollisuudet liian suppeiksi.

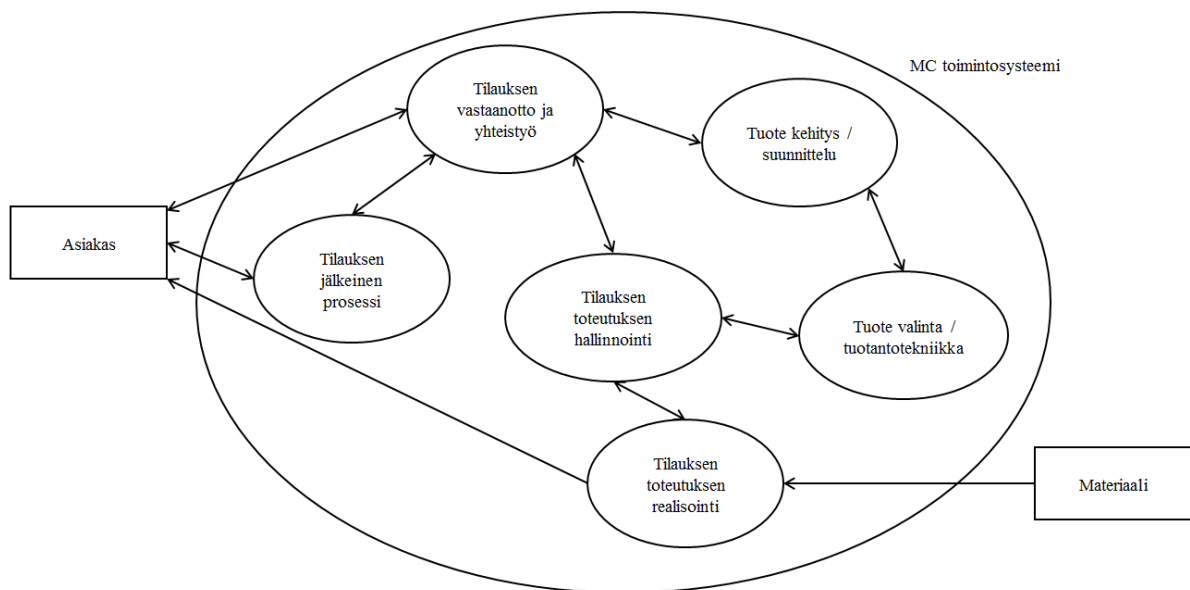
Assemblers-strategiassa asiakkaan osallistuminen ja modularisointi tapahtuu tuotteen kokoonpano- ja käyttövaiheessa. Tämä strategia on lähimpänä massatuotantoa mutta eroaa siitä käyttämällä modulaarisuutta ja täten tarjoamalla asiakkaalle laajemman valikoiman tuotteita, joiden kustomointiin asiakas pystyy osallistumaan. (Duray 2002, s. 318) Tämä strategia on ETO-yhtiön kannalta kaikista epäsovivin, sillä se rajoittaa kustomointi mahdollisuuksia kaikista eniten.

MacCarthy, Brabazon ja Bramham (2003, s. 295–299) ovat esittäneet artikkelissaan ”*Fundamental modes of operation for mass customization*” menetelmän jakaa massakustomoinnin viiteen eri ilmenemistyyppiin. Yhtiö voi käyttää useampaa kuin yhtä ilmenemistyyppiä tuotannossaan, joko eri tuotteille tai myös saman tuoteperheen sisällä oleville tuotteille, tällöin asiakkaita voidaan palvella käyttämällä erilaisia massakustomointi tapoja. Heidän mukaansa tuotteessa voi olla useita asiakkaasta johtuvia ominaisuuksia jotka vaativat erilaista kustomointia, kuten erikseen osan valmistamista. Arvoketjun lisäksi he tuovat luokitteluun avuksi kaksi arvoketjua täydentävää tekijää; väliaikaiset suhteet eri toimenpiteiden välillä ja teknologisten resurssien kiinteys tai muokattavuus. Heidän mallissaan on kuusi massakustomoinnin kannalta tärkeää prosessia.

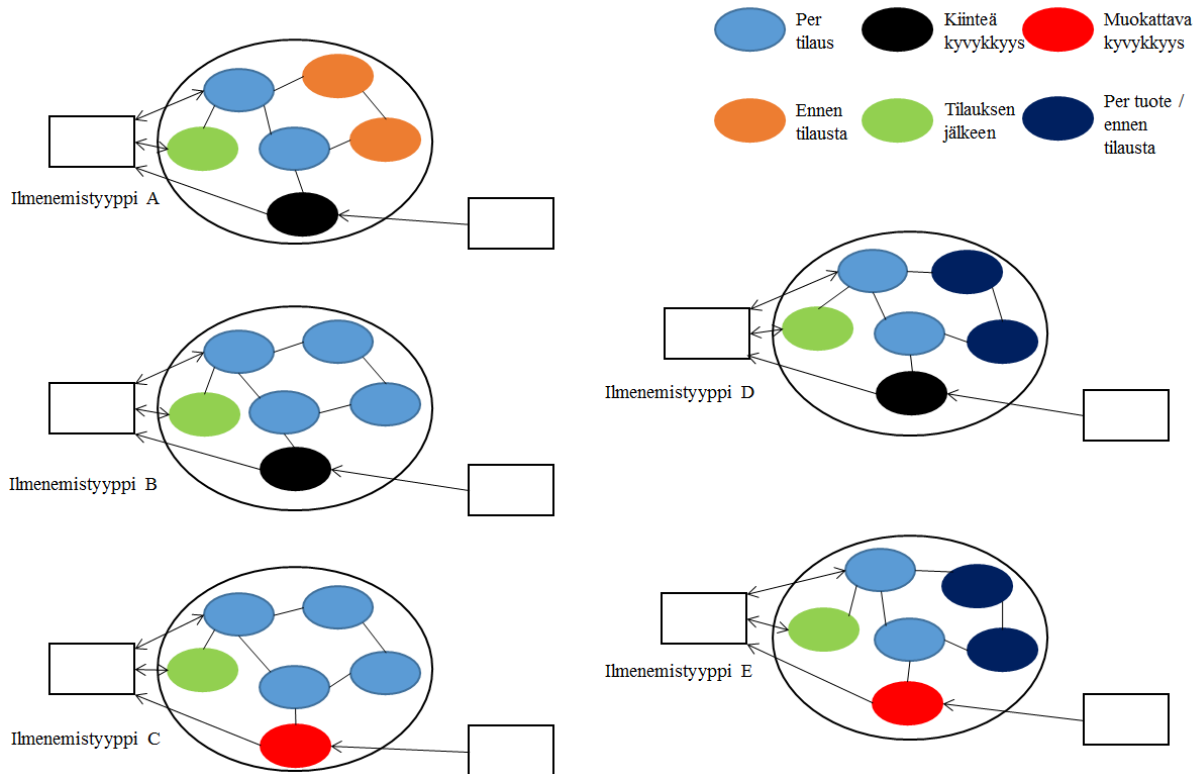
1. *Order taking and co-ordination*, eli tilauksen vastaanotto ja yhteistyöprosessi, joka kattaa asiakkaan kanssakäymisen. Siihen sisältyy asiakkaan tarpeiden saaminen ja niiden hyödyntäminen tuoteratkaisun löytämisessä, sekä tilauksen yksityiskohtien löytäminen. Asiakas vahvistaa tilauksensa tässä prosessissa.
2. *Product development and design*, eli tuotekehitys ja suunnittelu prosessi, joka käsittää asiakkaalle räätälöidyn suunnitelman tekemisen. Tähän kuuluu myös sisäisten ja ulkoisten standardien hyväksyminen.
3. *Product validation and manufacturing engineering*, eli tuotteen valinta ja valmistustekniikka prosessi, jonka tärkein tehtävä on varmistaa tuotteen valmistettavuus. Tuotteen valmistuksen säännöt ja toimintamenetelmät päätetään tässä prosessissa. Tyypillisesti se tarkoittaa *bill of materialsin* (BOM), eli tuotantoaikataulun ja osaluettelon tekemistä massakustomoiduille tuotteille.
4. *Order fulfillment management*, eli tilauksen toteutuksen hallinnointi prosessi, joka hallinnoi tilauksen läpimenoa arvoketjussa. Prosessi toimii yhteistyössä *order taking and co-ordination* prosessin kanssa. Prosessi antaa tietoa tuotteen valmistumisesta ja siitä milloin tilaus voidaan saattaa loppuun. Prosessi aikatauluttaa ja kontrolloi toimintoja jotka mahdollistavat tilauksen valmistumisen.

5. *Order fulfillment realization*, eli tilauksen toteutuksen realisointi prosessi, joka sisältää tuotteiden valmistamisessa toteutettavat toiminnot. Prosessi sisältää myös toimittajien toiminnot, sisäiset valmistus prosessit ja toimitus toiminnot.
6. *Post-order process*, eli tilauksen jälkeinen prosessi, joka sisältää toimintoja jotka voivat seurata tilauksen valmistumisen jälkeen. Näitä toimintoja ovat esimerkiksi huolto, takuuvaateet, teknologinen neuvonantaminen sekä monia muita eri toimintoja.

Tekijät jotka tulisi ottaa huomioon tilauksentoteutusprosessissa ovat; tuote, tuoteperhe, tilaus, väliaikaiset suhteet, ainutkertainen kustomointi ja toistuva kustomointi. Prosessimalli mahdollistaa tekijöiden löytämisen prosessien sisältä. Kuvassa 3 esitetään kuinka prosessit ovat kytkeytyneet toisiinsa massakustomointi toimintajärjestelmissä. (MacCarthy et al. 2003, s. 295–297)



Kuva 3. Prosessien yhteydet massakustomointi toimintajärjestelmissä (MacCarthy et al. 2003, s. 296)



Kuva 4. Massakustomoinnin ilmenemistyyppit (MacCarthy et al. 2003, s. 298)

Kuvassa 4 esitetään eri ilmenemistyyppit jotka MacCarthy, Brabazon ja Bramham (2003) ovat kehittäneet massakustomoinnin perus ilmenemistyypeiksi. Kuvassa yhdistyy myös tekijät ja prosessit. Taulukko 3 selittää tarkemmin kuinka kolme kustomointi tekijää liittyvät heidän esittämiinsä massakustomoinnin ilmenemistyyppeihin. He esittävät artikkelissaan ”*Fundamental modes of operation for mass customization*” että ilmenemistyyppit eivät itsessään ole vielä lopullisia, vaan on mahdollista että ne toimivat perustana uusille ilmenemistyypeille. Heidän esittämät viisi ilmenemistyyppiä on käyttökelpoisia jo sellaisenaan. Taulukossa oleva *once-off* perusteinen kustomointi tarkoittaa, että tuote kustomoidaan vain kerran, eli se on ainutlaatuinen asiakkaalle ja toista samanlaista tuotetta ei tehdä. *Call-off* perusteisessä kustomoinnissa yritys hyväksyy kustomointi toimeksiannon ja se voi olla toistettava. (MacCarthy et al. 2003, s. 296–299)

Ilmenemistyyppi A, eli katalogi massakustomointi. Asiakkaan tilaus täytetään valmiiksi suunnitellusta katalogista, jossa on erilaisia vaihtoehtoja, eli BOM on valmiiksi tehty. Tuotteet tehdään hyödyntämällä standardisoituja tilauksen toteutusprosesseja. Tuotteiden suunnittelutyö

ei ole yhteydessä asiakastilauksiin ja se on tehty ennen kuin tilaus saadaan. Myös tilauksen toteutus toiminnot on suunniteltu ennalta. (MacCarthy et al. 2003, s. 297) A ilmenemistyyppi vaatii suuren määrän tilauksia ollakseen hyödyllinen, eli kysynnän ja vaatimusten ennustettavuus on oltava tarkkaa mikä ei ole kovin todennäköistä ETO-yhtiön lähtötilanteessa.

Ilmenemistyyppi B, eli kiinteät resurssit suunnittelu-per-tilaus massakustomointi. Asiakkaan tilaus toteutetaan suunnittelemalla asiakkaan vaatimusten mukainen tuote, joka valmistetaan standardisoitujen tilauksen toteutusprosessien avulla. Asiakkaan tilaukselle ei odoteta uusiutuvuutta eli tuote on yksilöllinen. Jokaista tuotetta muokataan hieman jostain perustuotteesta, ellei jokin edeltävä tuote täytä asiakkaan vaatimuksia, jolloin tuotteen BOM käytetään uudelleen. Valmistusprosessi on standardi, jolloin kaikkien suunnitelmien tulee olla mahdollisia valmistaa prosessissa. (MacCarthy et al. 2003, s. 297) Tuotteissa joilla on mahdollisuus tyydyttää useamman asiakkaan tarpeet pienellä muokkauksella, voi ETO-yhtiö hyödyntää B ilmenemistyyppiä. Hyvänä puolena tässä on suunnittelutyön väheneminen.

Ilmenemistyyppi C, eli joustavat resurssit suunnittelu-per-tilaus kustomointi. Asiakkaan tilaus toteutetaan suunnittelemalla tuote, ja se tuotetaan muokattavien tilauksien toteutusprosessien kautta. Asiakkaan tilaamille tuotteille ei odoteta uusiutuvuutta. Tuotteet suunnitellaan kun tilaus tulee, myös tilauksen toteutusprosessi voidaan muokata tilauksen tultua. (MacCarthy et al. 2003, s. 297) Kyseessä on siis ETO tuotannonohjaus strategia.

Ilmenemistyyppi D, eli kiinteät resurssit call-off massakustomointi. Kustomoitu tuote suunnitellaan asiakkaalle ja se valmistetaan standardoiduilla tilauksen toteutusprosesseilla, jossa huomioidaan mahdollisuus että samanlaisia tuotteita tilataan uudelleen. Lupaavan asiakkaan tilanteessa tuote suunnitellaan siten että asiakkaan tilatessa tuotesuunnitelmat ovat valmiit. (MacCarthy et al. 2003, s. 297) D ilmenemistyyppi vaatii samankaltaisia tilauksia asiakkailta sillä tilauksen toteutusprosessi on standardi. Ilmenemistyyppi sopii ETO lähtötilanteessa jos löytyy samankaltaisia vaatimuksia omaavia asiakkaita tai samankaltaisia tuotteita ja tuoteperheitä.

Ilmenemistyyppi E, eli joustavat resurssit call-off massakustomointi. Kyseessä on muuten samanlainen ilmenemistyyppi kuin D mutta tilauksen toteutus toiminnot ovat muokattavia.

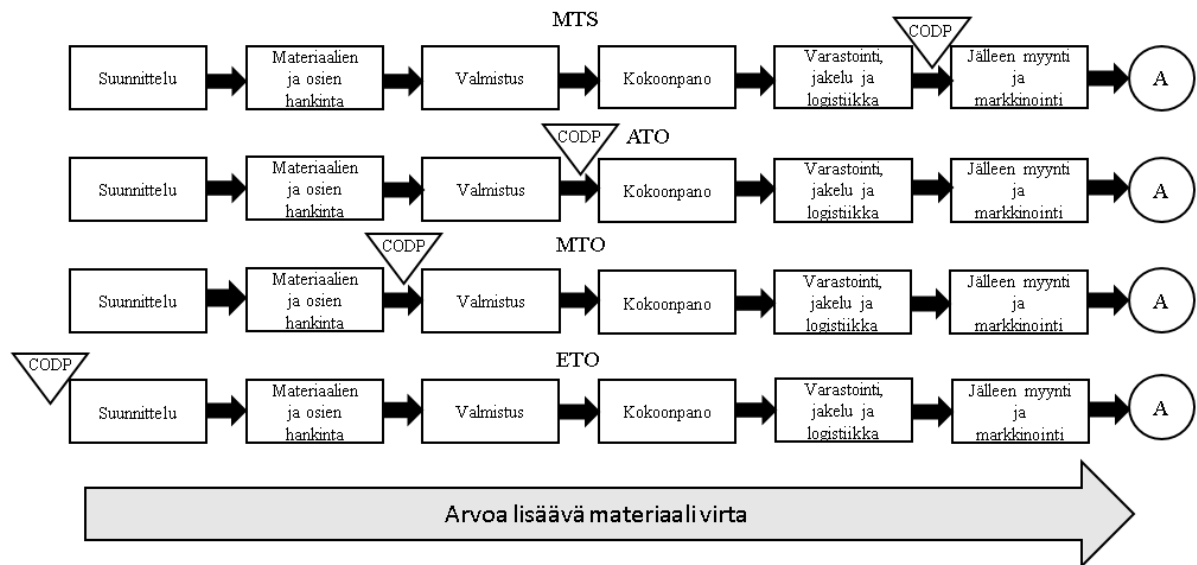
Asiakkaan tilaus toteutetaan suunnittelemalla asiakkaan vaatimuksia vastaava tuote ja se tuotetaan muokattavan tilauksen toteutusprosessin kautta. On odotettavissa että samanlaisia tuotteita tilataan uudelleen. (MacCarthy et al. 2003, s. 297–298) ETO yhtiölle on luonnollisinta hyödyntää näistä massakustomoinnin ilmenemistyypeistä E:tä. Tässä ilmenemistyypeissä on huomioitu asiakkaiden laajat tarpeet, vältetään väärät ennusteet ja hyödynnetään aikaisempaa tietoa.

Taulukko 3. Massakustomoinnin ilmenemistyytit (MacCarthy et al. 2003, s. 299)

Kustomoinnin tekijät	A. Katalogi	B. Kiinteät resurssit suunnittelu per tilaus massakustomointi	C. Joustavat resurssit suunnittelu per tilaus kustomointi	D. Kiinteät resurssit call-off massakustomointi	E. Joustavat resurssit call-off massakustomointi
Väliaikainen suhde					
• Tuote suunnittelu	Per tuoteperhe	Per tilaus	Per tilaus	Per tuote	Per tuote
• Tuote valinta ja valmistustekniikka	Per tuoteperhe	Per tilaus	Per tilaus	Per tuote	Per tuote
Once-off / call-off	—	Once-off	Once-off	Call-off	Call-off
Kiinteät / muokattavat tilauksen toteutus resurssi	Kiinteät	Kiinteät	Muokattavat	Kiinteät	Muokattavat

4 ASIAKASTILAUKSEN KYKENTÄPISTE

Asiakastilauksen kytkeäpiste kertoo missä kohtaa tuotantoprosessissa asiakkaan tilaus yhdistyy tuotteeseen. (Haug et al. 2009, s. 634) Asiakastilauksen kytkeäpisteestä esiintyy kirjallisuudessa useampia eri nimityksiä; Decoupling point (DP), Customer order decoupling point (CODP) ja Order penetration point (OPP). Asiakastilauksen kytkeäpisteellä voidaan erotella eri tuotannonohjaus strategiat toisistaan, jolloin myös erotetaan ennusteisiin ja asiakastilaukseen pohjautuvat tuotannonohjaus strategiat. Mitä lähempänä asiakasta tuotantoprosessissa CODP on, sitä enemmän tuotannonohjaus perustuu ennusteisiin. (Olhager 2003, s.320) Sijoittamalla CODP:een kauemmas asiakasta, saavutetaan varastotasoissa merkittäviä kustannusetuja (Olhager 2003, s. 325–326) ja joustavampi tuotanto, eli asiakkaiden vaatimukset voidaan ottaa huomioon paremmin (Rudber & Wikner 2004, s. 446). Sijoittamalla CODP:een lähemmäksi asiakasta, on mahdollisuus yksinkertaistaa tuotantoprosessia, lyhentää läpimenoaikaa (Olhager 2003, s. 325) ja saavuttaa kustannustehokkuutta tuotantoprosessissa. (Rudber & Wikner 2004, s. 446) Kuvassa 5 esitetään CODP kohdat perinteisissä tuotannonohjaus strategioissa, kuvaan on liitetty myös arvonlisäys suunta. Arvonlisäys suunnasta huomataan kuinka siirtyessä ETO tuotannonohjauksesta kohti massakustomointia tehdään osa arvoa lisäävistä toimista ennen asiakkaan liittymistä tuotantoprosessiin. Kuvassa A osoittaa asiakasta ja CODP asiakastilauksen kytkeäpistettä.



Kuva 5. Asiakastilauksen kytkentäpisteen sijainti eri tuotannonohjaus strategioissa (Kundu & McKay (2008); Rudberg & Wikner (2004))

4.1 Asiakastilauksen kytkentäpisteen sijainti massakustomoinnissa

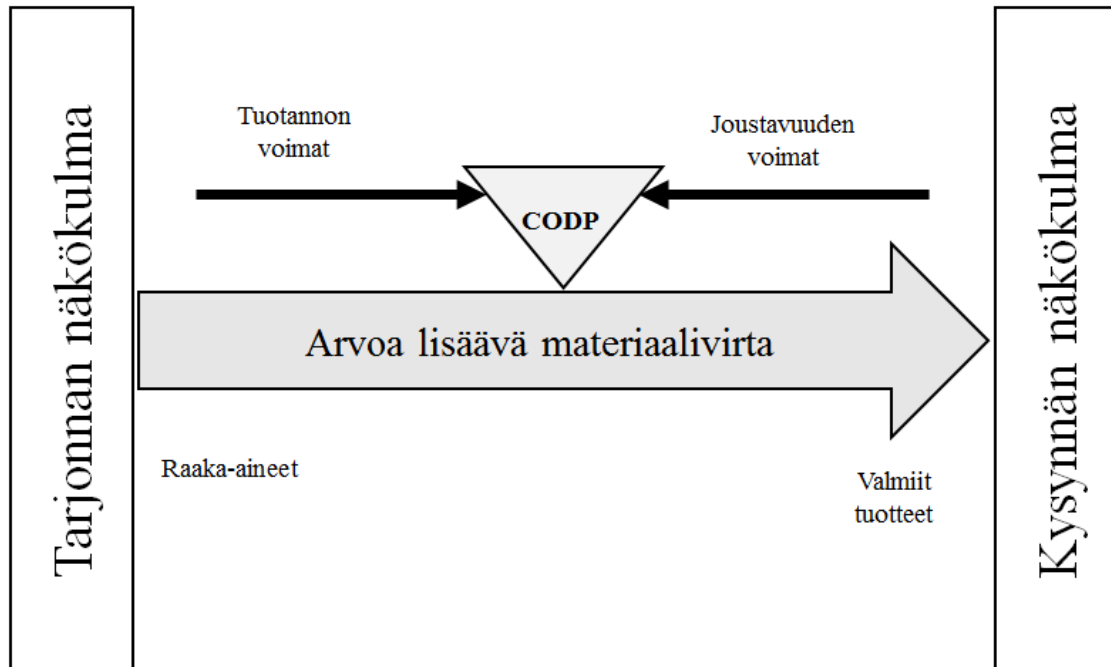
Yhtiön muuttaessa tuotantoaan massakustomoinnin suuntaan, tulee sen huomioida asiakastilauksen kytkentäpiste prosessissaan. Tietämällä asiakastilauksen kytkentäpisteen sijainnin tuotteen valmistusprosessissa, mahdollistaa yhtiö massakustomoidun tuotteen tuotantoprosessin strategian suunnittelun. (Duray et al. 2000, s. 607, 623) Kundu et al. (2008, s. 1532) toteavat CODP:een paikan asettamisen olevan avainpäättös toimitusketjun johtajalle, sillä CODP yhdistyy tuotteen kustomointipisteen kanssa. Kustomointipisteen ja CODP:een yhdistelmä kohdan jälkeen on asiakkaalla mahdollisuus muokata tuotetta haluamaansa suuntaan. Tuotteen muokkausaste riippuu CODP:een sijainnista. Asetettaessa CODP:että tulee ottaa huomioon myös CODP:een siirtämisen tuoma epävarmuus, kun tuotteeseen joudutaan tekemään enemmän arvoa lisääviä toimia epävarmoissa olosuhteissa ETO tuotannonohjaus strategiaan verrattuna. (Rudberg & Wikner, 2004, s. 447)

Daaboul ja Marie Da Cunha ovat artikkelissaan ”*Differentiation and Customer decoupling points: Key Value Enablers for Mass Customization*” (2014, s. 43–45) huomioineet kaksi tärkeää päätöstä jotka yhtiö joutuu tekemään, kun se siirtyy kohti massakustomointia. Ensimmäisenä tulee päättää millaista kustomointia asiakkaille tarjotaan, eli mitkä komponentit

ovat standardisoituja ja mitkä kustomoituja. ETO tuotannossa voidaan myös miettiä mitkä tuotteet tai komponentit ovat täysin suunniteltuja alusta alkaen. Tällöin voidaan päättää minkä tuotteen kustomointipiste (PDP, product differentiation point) siirtyy. PDP paikkaa tutkitaan joko tuote vaihtoehtojen tai tuotantoketjun näkökulmasta. Toinen näistä päätöksistä liittyy CODP:een paikkaan, eli mitkä prosessit ovat MTS prosesseja ja mitkä MTO prosesseja tai näiden kahden väliltä. Omassa työssämme tarkastelemme tätä ETO tuotannonohjaus strategian suunnasta, jolloin tässä päätöksessä tulisi miettiä mitkä prosessit ja tuotteet ovat ETO prosesseja ja tuotteita ja mitkä ovat ATO prosesseja ja tuotteita tai näiden kahden väliltä.

Olhager (2003, s. 321–323) kertoo artikkelissaan ”*Strategic positioning of the order penetration point*” että miettiessä CODP:tä tulee huomioida markkinavaikutteiset, tuotevaikutteiset sekä tuotantovaikutteiset tekijät. Näistä tekijöistä muodostuu toimituksen ja tuotannon läpimenoaika. Yhdistämällä tekijät ja läpimenoajat saadaan selville mihin CODP tulisi sijoittaa. ETO näkökulmasta katsottuna CODP voidaan siirtää vain eteenpäin prosessissa, jolloin mahdollistuu myös massakustomointi.

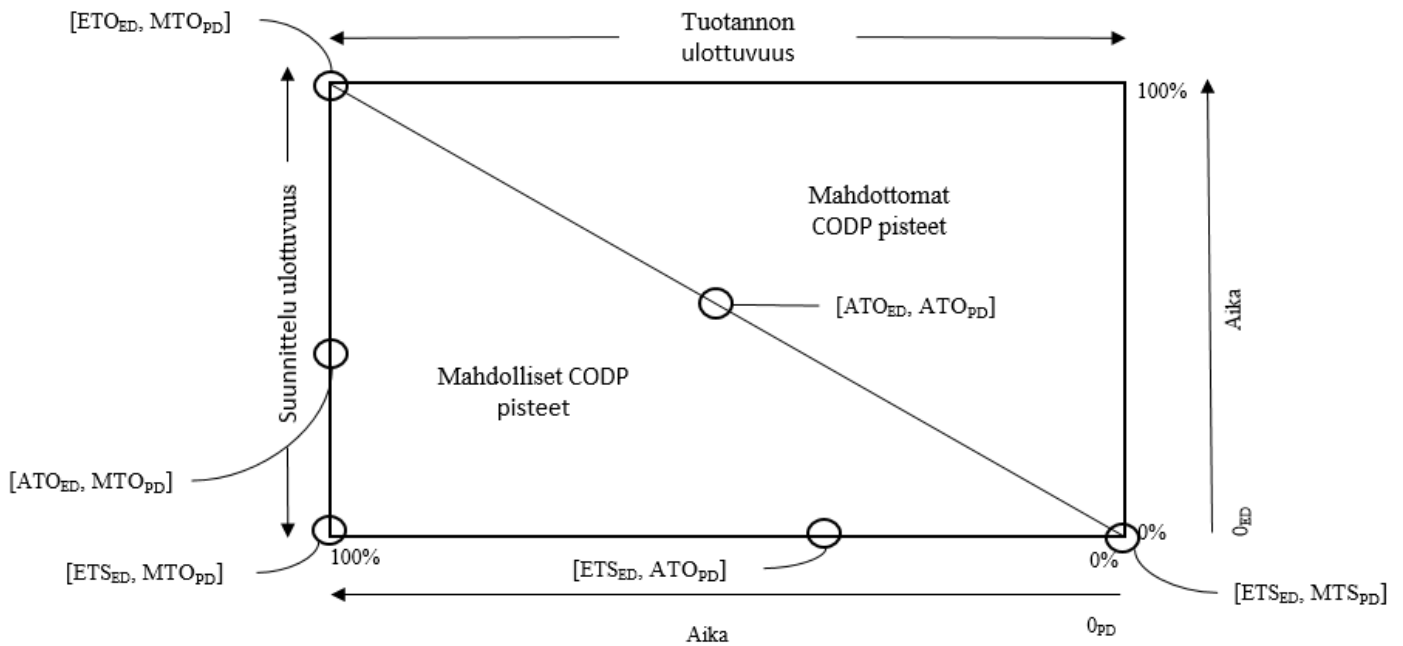
Kohta johon CODP asetetaan massakustomointi prosessissa, määrittää tuotteen valmistuksen joustavuuden. Määritettäessä CODP:een uutta kytkentäkohtaa, joudutaan pohtimaan Rudbergin ja Wiknerin (2004) mukaan kahta eri voimaa; tuottavuus voimaa ja joustavuus voimaa, jotka on esitetty kuvassa 6. Heidän mukaan useat asiakkaat tahtovat juuri heidän erityisiä vaatimuksia vastaavia tuotteita ja samalla he eivät halua maksaa näistä tuotteista paljoakaan suurempaa hintaa kuin standardituotteista. CODP:een asettaminen massakustomoinnin mahdollistavaan vaiheeseen vaatii optimaalisen tasapainon löytämisen näiden kahden voiman väliltä. Mitä kauemmaksi tuotantoprosessin ylävirtaan CODP sijoitetaan, sitä enemmän saavutetaan joustavuutta, kun taas sijoittamalla CODP:een tuotantoprosessin alavirtaan saadaan enemmän tuottavuutta. Näiden kahden välillä oleva tasapaino on yhtiön strateginen valinta, jossa huomioidaan asiakkaan erityiset vaatimukset sekä teknologiset valmiudet tuotannollisesti ja tuotteelle. (Rudberg & Wikner 2004, s. 446) ETO-yhtiöiden markkinoilla asiakkaat arvostavat yleensä toimitusnopeutta, suunnittelua ja joustavuutta. MTS-yhtiöiden markkinoilla taas hinta on selkeästi asiakkaille tärkein asia (Olhager 2003, s. 328). Tästä voidaankin päätellä, että kun CODP:että siirretään tuotantoprosessissa toimituspistettä lähemmäksi, tulee pyrkiä saamaan asiakkaita palveleva joustavuus tuotantoon ja samalla pyrkiä alentamaan kustannuksia.



Kuva 6. Tuottavuus- ja joustavuusvoiman vaikutus asiakastilauksen kytkentäpisteen sijaintiin (Rudberg & Wikner 2004, s. 446)

4.2 Erilaisia malleja muodostaa asiakastilauksen kytkentäpiste

Rudberg ja Wikner lähtevät artikkelissaan ”*Mass customization in terms of the customer order decoupling point*” (2004) katsomaan kahdesta eri ulottuvuudesta miten CODP:tä voidaan hyödyntää yhdistämään suunnittelu resurssit ja operatiiviset prosessit. Nämä näkökulmat ovat tuotannon (PD, Production dimension) ja suunnittelutyön (ED, Engineering dimension) ulottuvuudet. Hyödyntämällä näitä kahta ulottuvuutta otetaan huomioon, että asiakas voi olla mukana joko molemmissa tai vain toisessa. Kuvassa 7 näkyy näiden ulottuvuuksien huomiointi ajan suhteen sekä mahdolliset CODP kaksikon sijoitus paikat ja se missä kohdassa asiakas tulee mukaan eri ulottuvuudessa.



Kuva 7. Kaksiulotteinen CODP avaruus (Rudberg & Wikner, 2004, s. 448)

Ennen kuin tuotetta voidaan alkaa työstämään, tulee suunnittelutyön olla valmis. Tästä johtuen joudutaan huomioimaan molemmat ulottuvuudet. CODP:een molempien ulottuvuuksien huomioimista voidaan hyödyntää tuotannon analysointiin sekä suunnittelutyön tuotteisiin sovittamisen arviointiin. ETO-yhtiön tulee siirtyä $[ETO_{ED}, MTO_{PD}]$ lähtökohdasta kohti $[ETS_{ED}, ATO_{PD}]$ tuotanto strategiaa, kyseessä on tunnetummin ATO tuotannonohjaus strategia (Haug et al, 2009). ETS_{ED} , *engineer-to-stock*, tarkoittaa että tuote suunnitelmat ovat ”varastossa”, eikä asiakasta varten tarvitse tehdä suunnitelmia. (Rudberg ja Wikner 2004, s.447–448) Taulukossa 4 on kuvattu eri ulottuvuuksilla tarkastellut CODP parit jotka voidaan yhdistää eri massakustomointi tyyppeihin sekä perinteisiin CODP:hin. Massakustomointi tyypit esiintyvät Duray et al. (2000) ja (2002) ja MacCarthy et al. (2003) artikkeleissa, ja ne on esitetty työssä aikaisemmin kohdissa 3.3. Taulukkoon on lisätty alkuperäisestä lähteestä poiketen MacCarthy et al. löytämät massakustomoinnin ilmenemistyytit.

Taulukko 4. CODP parien yhdistäminen massakustomoinnin ilmenemistyypeihin (Rudberg & Wikner 2004, s. 449)

CODP kaksikko	Perinteiset CODP pisteet	MacCarthy et al. (2003)	Duray et al. (2000, 2002)
[ETO _{ED} , MTO _{PD}]	ETO	<i>Joustavat resurssit suunnittelu per tilaus kustomointi</i>	—
[ATO _{ED} , MTO _{PD}]	—	—	—
[ATO _{ED} , ATO _{PD}]	—	—	<i>Fabricators</i>
[ETS _{ED} , MTO _{PD}]	MTO	<i>Joustavat resurssit call-off massakustomointi</i>	—
[ETS _{ED} , ATO _{PD}]	ATO	—	<i>Assemblers</i>
[ETS _{ED} , MTS _{PD}]	MTS	—	—
Ei suunnittelu / ei valmistamiseen liittyvä kustomointi	—	<i>Kiinteät resurssit suunnittelu per tilaus massakustomointi</i>	<i>Involvers</i>
Ei suunnittelu / ei valmistamiseen liittyvä kustomointi	—	<i>Kiinteät resurssit call-off massakustomointi</i>	
Ei suunnittelu / ei valmistamiseen liittyvä kustomointi	—	<i>Katalogi</i>	<i>Modularizers</i>

Liikkuessa kohti [ETS_{ED}, ATO_{PD}] pistettä on tunnettuja CODP paikkoja yhteensä viisi, joista neljä on tunnettuja tuotannonohjus strategioita. Kuten kuvasta 7 nähdään, on mahdollisia CODP positioita lukuisia. Yhtiön valitseman CODP kaksikon tulee vastata heidän asiakkaidensa vaatimuksia tuotteille, sekä käytössä olevaa teknologiaa ja osaamista. Huomioimalla ED ja PD näkökulmat muodostaessa CODP:een sijaintia tulee *order-promise process* eli tilauslupausprosessi kaaviossa, kuva 8, huomioida molemmat ulottuvuudet. Kyseisessä prosessissa asiakas tekee tilauksen ja yhtiö huomioi molempien ulottuvuuksien aiheuttamat rajoitteet, joiden mukaan se voi antaa asiakkaalleen tilausvarmistuksen ja toimitusajan. Rudberg ja

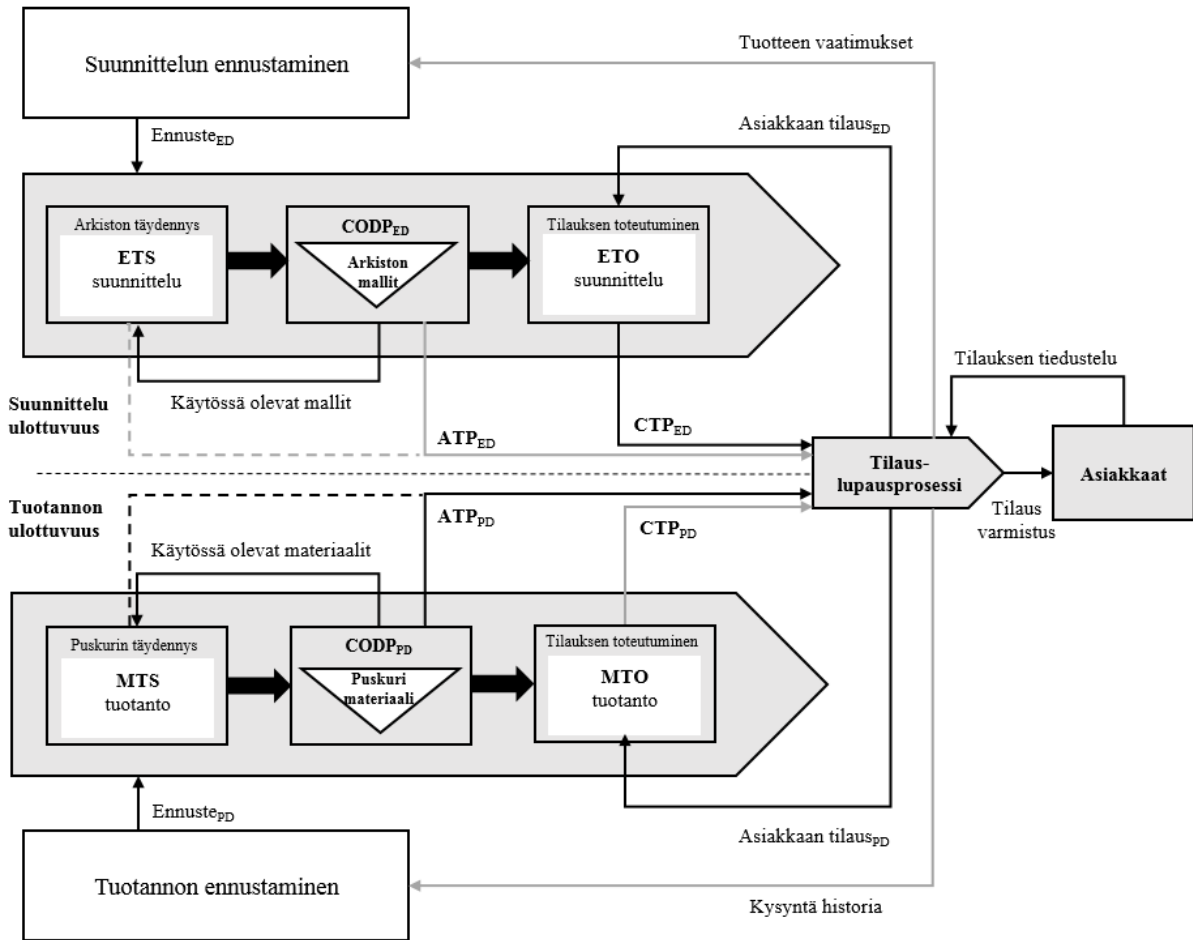
Wikner jakavat ulottuvuudet kahteen eri osaan, *available-to-promise* (ATP) ja *capable-to-promise* (CTP). Näissä CODP on yhdessä ATP pisteen kanssa. Yleisessä massakustomointi tilanteessa, jossa suunnittelutyön ja tuotannon ulottuvuus on mukana, tulisi tilauksen varmistuksen perustua ATP ja CTP yhdistelmään molemmissa ulottuvuuksissa. (Rudberg & Wikner 2004, s. 451–452)

Tuotanto ulottuvuudessa ATP_{PD} ja CTP_{PD} selitetään Rudbergin ja Wiknerin mukaan esisuunnitelluilla ja esituotetuilla moduuleilla. Tällöin tulee kiinnittää huomiota kahteen asiaan; saatavilla olevat moduulit tai standardikomponentit sekä käytössä oleva kapasiteetti. ATP_{PD} mahdollistaa asiakkaan tilausten ja toimitusten aikataulutuksen, eli toimituslupauksen antamisen asiakkaalle. ATP_{PD} pitää sisällään valmistusvaraston, jota ei ole sijoitettu erityiseen kohteeseen. Sillä voidaan tyydyttää asiakkaiden tilaukset tai niiden muutokset. CTP_{PD} on ATP_{PD} lisäys joka mahdollistaa käytössä olevan kapasiteetin huomioimisen. CTP_{PD} tarkoittaa yhtiön kykyä valmistaa lopullinen tuote tai valmistaa ne osat jotka puuttuvat valmiista tuotteesta, eli se huomioi käytössä olevan kapasiteetin. (Rudberg & Wikner 2004, s. 452–453)

Suunnittelutyön ulottuvuutta tarkasteltaessa ATP_{ED} ja CTP_{ED} toimivat samalla logiikalla kuin tuotannon ulottuvuudessa. ATP_{ED} ja $CODP_{ED}$ yhdistyvät keskenään ja ATP_{ED} edustaa valmiina olevia suunnitelmia. CTP_{ED} kuvastaa suunnitteluosastossa käytössä olevaa kapasiteettia. Näillä on vaikutusta tuotteen toimitusaikaan. Tämän lisäksi suunnittelu ulottuvuudessa tulee huomioida tuotteiden valmistettavuus ja niiden rakenne. (Rudberg & Wikner 2004, s. 453–454)

Rudbergin ja Wiknerin (2004, s. 454, 456) mallissa tilaus-lupausprosessi on keskeinen tekijä asetettaessa CODP:tä. Tilaus-lupausprosessi on riippuvainen kohdasta johon CODP kaksikko asetetaan tietylle asiakkaalle, asiakas segmentille, tuotteelle tai tuote ryhmälle. Laskettaessa toimitusaikaa asiakkaalle tulee huomioida CTP_{ED} ja CTP_{PD} sillä ne määräävät lopullisesti toimitusajan pituuden. Tämän lisäksi tulee huomioida että suunnittelutyö ja tuotantoajat on laskettava erikseen, sillä suunnitelma on oltava valmis ennen tuotantoon siirtymistä. Joissain tapauksissa näitä ei kuitenkaan ole, esimerkiksi MTS tuotannonohjauksessa, jolloin ne jäävät huomioitta. ATO sekä MTO tuotannonohjaus strategioissa huomioidaan toimitusajan määräävänä tekijänä CTP_{PD} . Kuitenkin muissa tuotannonohjaus strategioissa ne löytyvät ja

toimivat lopullisina määrittäjinä toimitusajalle. Tämän lisäksi toimitusaikaan on huomioitava luonnollisesti kuljetus asiakkaalle. Kuva 8 esittää yleisen kaavion CODP parin asettamiseen kahdessa eri ulottuvuudessa, yhdistäen sen tilaus-lupausprosessiin. Kuvassa katkoviivalla osoitetaan riippuvuussuhdetta valmiiden varastojen ja CODP:een välillä. Taulukossa 5 on esitetty kuinka CTP ja ATP toiminnot voidaan yhdistää CODP pareihin.

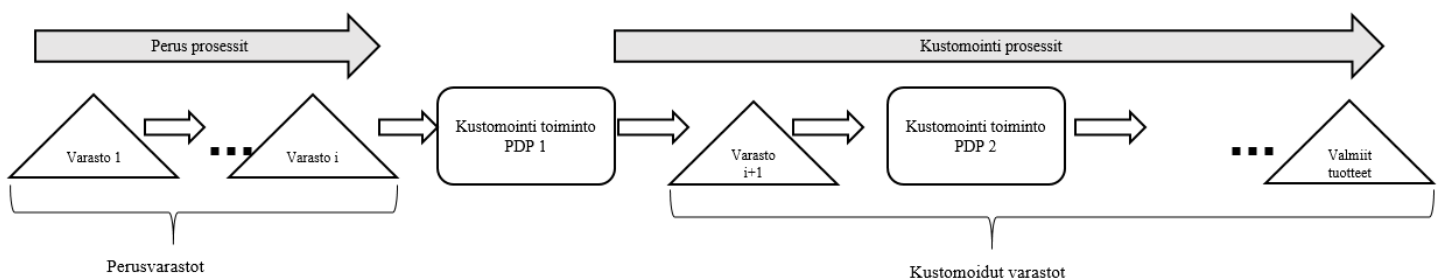


Kuva 8. Yleinen malli CODP parin ja tilaus-lupausprosessin asettamiselle massakustomoinnissa (Rudberg & Wikner 2004, s. 455)

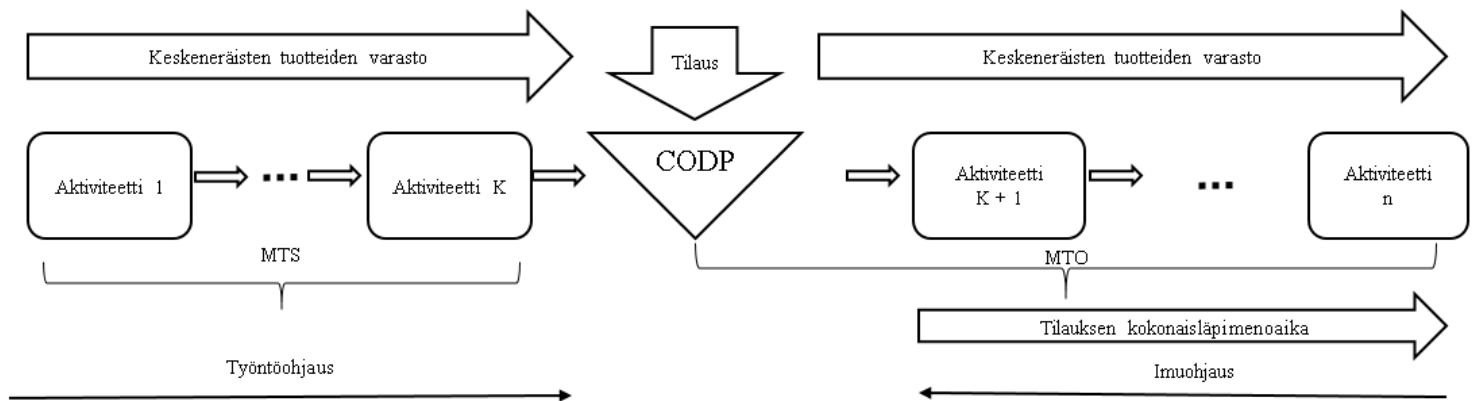
Taulukko 5. CTP ja ATP toimintojen yhdistäminen CODP pareihin (Rudberg ja Wikner 2004, s.456)

CODP pari	Perinteinen CODP	Suunnittelu (Tilaus-lupausprosessi)	Tuotanto (Tilaus-lupausprosessi)
[ETO _{ED} , MTO _{PD}]	ETO	[—, CTP _{ED}]	[—, CTP _{PD}]
[ATO _{ED} , MTO _{PD}]	—	[ATP _{ED} , CTP _{ED}]	[—, CTP _{PD}]
[ATO _{ED} , ATO _{PD}]	—	[ATP _{ED} , CTP _{ED}]	[ATP _{PD} , CTP _{PD}]
[ETS _{ED} , MTO _{PD}]	MTO	[ATP _{ED} , —]	[—, CTP _{PD}]
[ETS _{ED} , ATO _{PD}]	ATO	[ATP _{ED} , —]	[ATP _{PD} , CTP _{PD}]
[ETS _{ED} , MTS _{PD}]	MTS	[ATP _{ED} , —]	[ATP _{PD} , —]

Daaboul ja Da Cunha (2014, s. 44–46) lähtevät ajatuksesta että CODP pistettä asettaessa tulee huomioida prosessin tuottama arvo jokaiselle arvoa saavalle osapuolelle. Arvoa saavia osapuolia ovat asiakkaat, omistajat ja yhtiö. Asetettaessa CODP paikkaa tulisi huomioida kapasiteetti rajoitteet, aika ja kustannukset, sekä PDP pisteet ja asiakkaille tarjottavat kustomointi mahdollisuudet. PDP piste voi sijaita useassa kohtaa prosessia, ja se määrittää kohdat joissa tuotteeseen tehdään kustomoivia toimia. Kuvat 9 ja 10 osoittavat mahdollisia CODP ja PDP kohtia tuotantoprosessissa. Daaboul ja Da Cunha (2014, s. 49) väittävät että PDP:in ja CODP:in asettaminen mahdollistaa parhaimman massakustomointi strategian löytymisen yhtiölle. Heidän mukaan PDP ja CODP ovat tärkeimmät muuttujat jotka määrittävät massakustomointi strategian, sillä ne sisällyttävät asiakkaan ja yhtiön saavuttaman arvon tuotteesta.

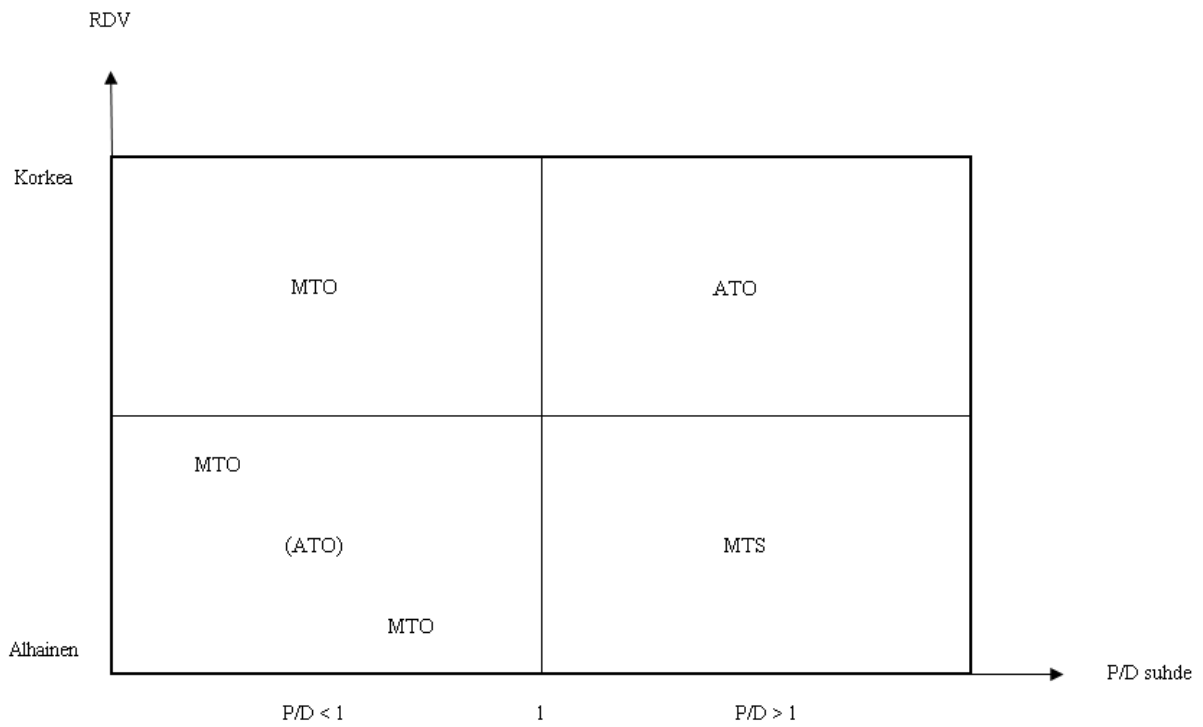


Kuva 9. Mahdollisia PDP kohtia tuotantoprosessissa (Daaboul & Da Cunha 2014, s. 45)

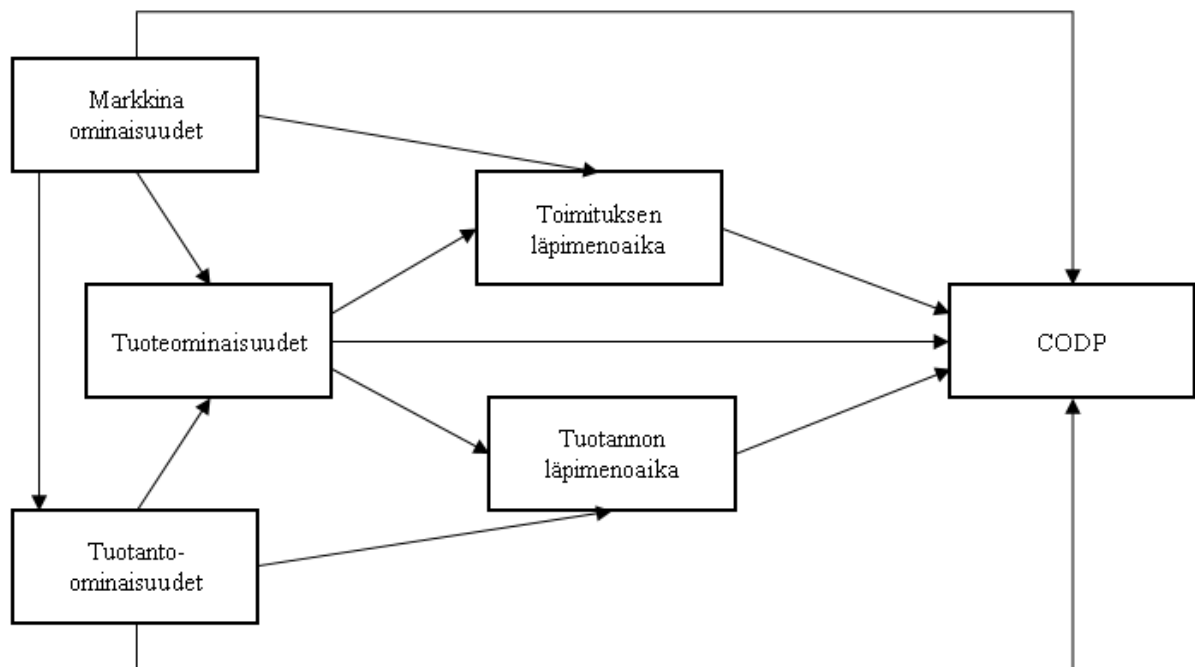


Kuva 10. Maholinen CODP kohta toimitusketjuprosessissa (Daaboul & Da Cunha 2014, s. 45)

Olhager (2003, s. 326) on ottanut CODP:een asettamisessa huomioon markkina-, tuote- ja tuotanto-ominaisuuksien lisäksi myös tuotannon (P) ja toimitusajan (D) välisen suhteen (P/D) sekä relative demand volatilityn (RDV), joka on variaatiokerroin eli kysynnän keskihajonta suhteessa keskimääräiseen kysyntään. RDV ja P/D ovat tärkeät tekijät määrittäessä strategista CODP kohtaa. Olhagerin mallissa tärkeässä roolissa CODP määrittämisessä ovat myös tuotannonläpimenoaika ja toimitusaika. Kuva 11 huomioi P/D suhteen ja RDV vaikutuksen valittaessa tuotannonohjaus strategiaa. (Olhager 2003, s. 326) Kuvassa 12 näkyy kolmen tekijän ja läpimenoaikojen suhde, sekä niiden vaikutus CODP pisteeseen. Kuvassa 12 nuolilla tarkoitetaan ominaisuuksien ja läpimenoaikojen vaikutusta toisiinsa ja CODP kohdan määrittämiseen. Olhager tarjoaa yleisen mallin asioista jotka tulisi ottaa huomioon ennen kuin CODP kohta määritetään tuotantoprosessissa.



Kuva 11. P/D suhteen ja RDV:een vaikutus tuotannonohjaus strategiaan (Olhager 2003, s. 327)



Kuva 12. Kolmen tekijän ja läpimenoaikojen vaikutus CODP:een sijaintiin sekä toisiinsa (Olhager 2003, s. 323)

Markkinaominaisuudet määrittävät erityisesti sen kuinka kauas ylävirtaan CODP voidaan asettaa. Tärkeitä huomioitavia ominaisuuksia ovat toimitusaika, tuotteen kysynnän vaihtelu, tuote valikoima ja sen kustomoinnin vaatimukset, sekä asiakkaiden tilausten koko ja toistuvuus. Toistuvuudella on merkittävä vaikutus ennusteiden luomiseen; mitä useammin tilaukset toistuvat sitä helpompaa on ennusteiden luominen. (Olhager 2003, s. 321)

Tuoteominaisuudet vaikuttavat varsinkin tuotteen läpimenoaikaan ja siihen millainen tuotantostrategia yhtiöllä on. Näitä ominaisuuksia ovat tuotteen modulaarinen suunnittelu, kustomoinnin mahdollisuudet, materiaalien käyttö ja tuoterakenne. Monimutkainen tuoterakenne tarkoittaa yleensä pitkää toimitusaikaa, jolloin on tärkeää analysoida paikat joissa prosessin sisäiset varastot sijaitsevat. (Olhager 2003, s. 321–322)

Tuotanto-ominaisuudet huomioivat pullonkaulat tuotannossa, tuotannon joustavuuden, suunnittelupisteet tuotantoprosessissa ja järjestys riippuvaiset asennukset. Näistä koostuu yhdessä koko tuotannon läpimenoaika. Järjestys riippuvaiset asennukset on Olhagerin mukaan hyvä asettaa yläjuoksuun CODP:eehen nähden, sillä niistä voi helposti muodostua pullonkauloja. Tuotannon pullonkaulakohdat on tärkeää havaita mutta niiden asettaminen suhteessa CODP:eehen kuitenkin riippuu siitä mitä pyritään ehkäisemään. Pullonkaula voidaan nähdä mahdollisena CODP:een sijoitus paikkana. (Olhager 2003, s. 322)

Kirjallisuudessa on monia erilaisia lähestymistapoja sijoittaa CODP. Olhagerin (2003) malli tarjoaa yleisen näkökulman asettaa CODP, kun taas Rudbergin ja Wiknerin (2004) esittämässä mallissa asettaa CODP huomioidaan tarkemmin suunnittelu ja tuotanto. Daaboul ja Da Cunha (2014) yhdistävät mallissaan PDP pisteet ja arvon tuoton muodostaessaan paikkaa CODP pisteelle. Mallit tarjoavat hieman toisistaan eroavat lähtökohdat määrittää CODP, kuitenkin jokaisessa nähdään tärkeimpänä lähtökohtana itse asiakas ja asiakkaan asettamat vaatimukset. Kundu et al. (2008, s. 1531) ovat tutkineet CODP pisteen asettamista tietopohjaan perustuvan tietokoneohjelman avulla. Heidän ohjelmansa huomioi tuotteen rakenteesta, tuotevalikoimasta, komponenttien yhteneväisyydestä, kustomointi ja viivästyttämis-strategioista sekä prosessin joustavuudesta aiheutuvia vaikutuksia CODP sijoittamiseen toimitusketjussa.

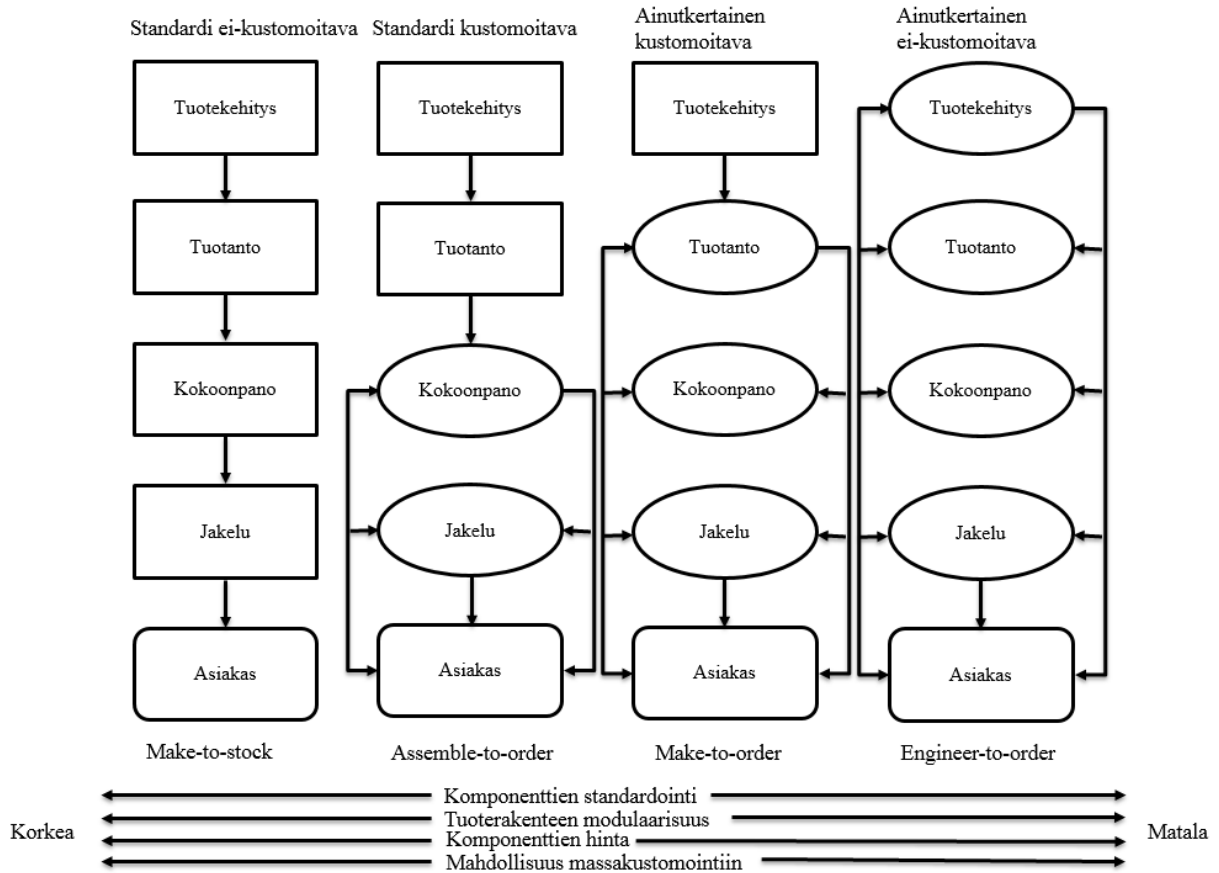
5 TUOTTEEN JA TUOTANNON KEHITTÄMINEN KOHTI MASSAKUSTOMOINTIA

5.1 Modularisointi

Pinen (1993, s. 196) mukaan modularisointi on paras keino massakustomoinnin tavoittelemiseen. Modularisoinnilla saavutetaan minimaaliset kustannukset ja riittävä asiakkaiden tarpeiden mukainen kustomointi. Tuotteiden rakenteen modulaarisuus antaa yhtiöille pohjan tuottaa asiakkaille halutun laajuisen tuotevalikoiman. Yhtiön tulisi myös tietää tuotteidensa modulaarisuus-aste, jotta tiedettäisiin voiko massakustomointia tavoitella modularisoinnin avulla. Modulaarisuus tuoterakenteissa lisää tuotannon joustavuutta mutta lisää modulaaristen tuotteiden koordinoitintoimia esimerkiksi logistiikassa ja markkinoinnissa. (Mikkola 2007, s. 57)

5.2 Kustomointi mahdollisuudet modulaarisuuden avulla

Tuotteen kustomointi mahdollisuudet modulaarisuuden avulla ovat riippuvaisia kahdesta tekijästä; tuoterakenteen modulaarisuus-asteesta ja standardoitujen komponenttien määrästä. Korkeaan kustomointi-asteeseen päästään korkealla modulaarisuuden-asteella, jolloin eri komponenteista saadaan yhdistettyä useita erilaisia tuotteita, ja pienellä määrällä standardoituja ei-kustomoitavia osia, jolloin asiakkaiden spesifit tuotevaatimukset saadaan huomioitua paremmin. Mitä enemmän asiakkaat vaativat kustomointi mahdollisuuksia, sitä enemmän tarvitaan tuote spesifejä kustomoitavia osia. Tuoterakenteen modulaarisuuden perusteella tuotteen kustomointi mahdollisuudet voidaan jakaa neljään komponentti strategiaan; standardeihin ei-kustomoitaviin ja kustomoitaviin sekä ainutkertaisiin ei-kustomoitaviin ja kustomoitaviin. Nämä neljä komponentti strategiaa on esitetty kuvassa 13 yhdessä niitä vastaavien tuotannonohjaus strategioiden kanssa. Kuvassa on esitetty myös missä kohdassa arvoketjua kustomointia, soikeat kehykset, kussakin tuotannonohjaus strategiassa voidaan toteuttaa. (Mikkola 2007, s. 58)



Kuva 13. Komponentti strategiat ja niitä vastaavat tuotannonohjaus strategiat (Mikkola 2007, s. 59)

Standardeilla komponenteilla tarkoitetaan komponentteja jotka ovat jatkuvassa käytössä tai joita on käytetty yhtiön aikaisemmissa tuotteissa. Kuten aikaisemmin kerrottiin, standardit komponentit voivat olla ei-kustomoitavia tai kustomoitavia. Ei-kustomoitavia standardeja komponentteja ovat komponentit joiden käyttö määrät perustuvat ennusteisiin, jolloin kustointi ei ole tarpeellista. Esimerkkejä ei-kustomoitavista standardeista komponenteista ovat pultit ja mutterit. Kustomoitavat standardit komponentit ovat vastaavasti standardeja komponentteja, joita pitää yleensä kustomoida kokoonpanovaiheessa. Esimerkkejä näistä tuotteista ovat elektroniikka tuotteissa käytettävät kondensaattorit ja transistorit. Ne toimitetaan standardi kokoisina komponentteina, joiden käyttö pitää kokoonpanovaiheessa kustomoida halutunlaisiksi käyttämällä tuotteen vaatima määrä kutakin komponenttia. Koska nämäkin komponentit ovat standardeja, ei niiden liittämistä koidu ajanmenetyksiä eikä lisäkustannuksia. (Mikkola 2007, s. 58–59)

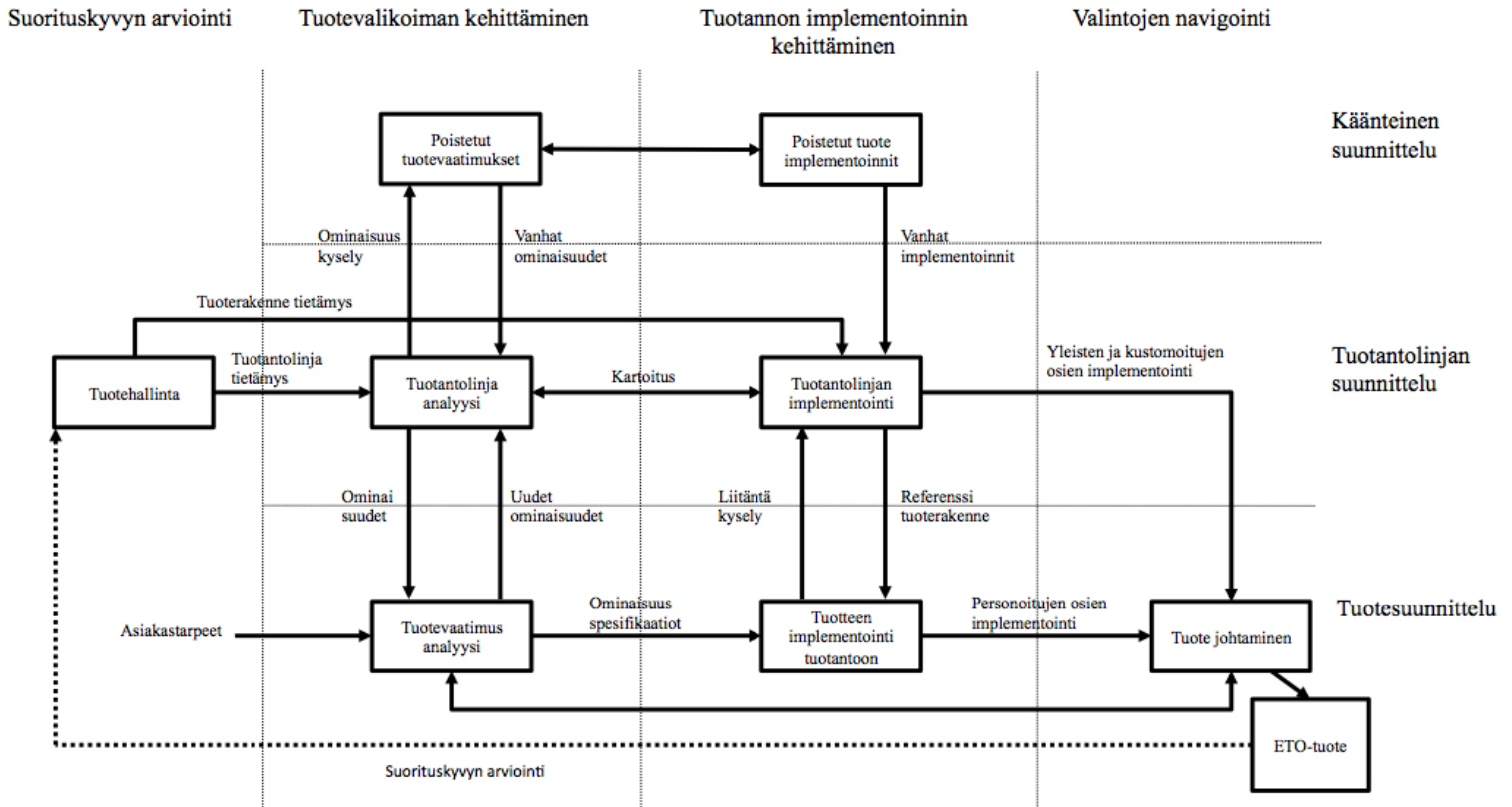
Ainutkertaiset komponentit ovat komponentteja joita ei ole käytetty yhtiössä aikaisemmin. Tällaiset komponentit voivat olla omavalmisteita, alihankkijoiden valmistamia tai yhteistyössä toisen yhtiön kanssa kehitettyjä. Ainutkertaisilla komponenteilla saavutetaan kilpailijoihin nähden teknologista etumatkaa ja pyritään estämään kilpailijoita tekemästä jäljitelmiä. Uusien ainutkertaisten komponenttien implementointi tuoterakenteeseen ja tuotantoon on kallista ja aikaa vievää, joten on tärkeää että uutta ainutkertaista komponenttia voidaan uudelleen käyttää useissa tuotteissa. Ainutkertaiset komponentit voivat standardien komponenttien tapaan olla ei-kustomoitavia ja kustomoitavia. Ainutkertaiset kustomoitavat komponentit, joita käytetään tyypillisesti MTO tuotannonohjaus strategiassa, ovat uusia komponentteja jotka täytyy kustomoida tiettyä tarkoitusta varten. Esimerkiksi ydinvoimaloiden putkistoissa käytettävät venttiilit ovat ainutkertaisia kustomoitavia komponentteja, sillä niiden tulee vastata jotain tiettyä tarkoitusta. Ei-kustomoitavat ainutkertaiset komponentit ovat tiettyä tarkoitusta varten suunniteltu, eikä niitä täten voida kustomoida. Osa näistä komponenteista voidaan luokitella myös standardikomponenteiksi, koska niiden uudelleenkäyttö ei vaadi lainkaan muutoksia komponentin ominaisuuksiin. Näiden komponenttien uudelleen suunnittelulla pyritään parantamaan aikaisempien komponenttien suorituskykyä. (Mikkola 2007, s. 59–60)

Kuten kuvasta 13 nähdään, ETO tuotannonohjaus strategiaa käyttävän yhtiön mahdollisuudet siirtyä massakustomointiin ovat matalat. Massakustomointiin siirtyminen edellyttäisi ei-kustomoitavien ainutkertaisten komponenttien muuttamista ainutkertaisiksi kustomoitaviksi sekä standardeiksi kustomoitaviksi ja ei-kustomoitaviksi komponenteiksi.

5.3 Tuotannon ja tuotteen kehittäminen kohti massakustomointia

Bosen, Hansson, Madsen, Nielsen ja Bruno (2014) esittävät artikkelissaan ”*An Engineer-To-Order Mass Customization Development Framework*” mallin jolla ETO-yhtiöt voivat kehittää toimintaansa kohti massakustomointia muuttamalla ainutkertaisia komponentteja uudelleen käytettäviksi standardi komponenteiksi. Malli pohjautuu ohjelmistojen kehittämisessä käytettävään SPLE-malliin (Software product line engineering), jolla pyritään uudelleen käyttämään ohjelmistojen osia. Bosen et al. malli keskittyy massakustomoinnin tavoittelussa tuotteen ja tuotannon kehittämiseen, eikä ota kantaa esimerkiksi tarvittaviin muutoksiin myynnissä ja logistiikassa. Pystysuunnassa malli on kuvan 14 mukaisesti jaettu neljään osaan;

suorituskyvyn arviointi, tuotevalikoiman kehittäminen, tuotannon implementoinnin kehittäminen sekä valintojen navigointi. Vaakasuunnassa malli koostuu käänteisestä suunnittelusta, tuotantolinjan suunnittelusta sekä tuotesuunnittelusta.



Kuva 14. Malli tuotteen ja tuotannon kehitykseen ETO-yhtiölle (Bosen et al. 2014, s. 120)

Tuotevalikoiman kehittämisen tarkoituksena on ymmärtää ja hallita asiakasarpeista johtuvat käyttäytymiseen perustuvat tuotevaatimukset. Varsinaisten asiakasarpeiden selvitys ei mallissa kuulu tuotevalikoiman kehittämiseen, vaan sen oletetaan olevan myynnin tehtävä. (Bosen et al. 2014, s. 120) Sen sijaan yhtiö määrittää saamistaan asiakasarpeista oman tuotevalikoimansa, jolla määritetään selvästi mitä tuotteita yhtiö tarjoaa ja mitä ei. (Salvador et al. 2009, s. 72–73)

Tuotantolinjan suunnittelu ja tuotesuunnittelu analysoivat tuotevalikoiman kehittämisessä asiakasarpeiden perusteella kolmea asiaa: onko asiakkaan tarpeet tyydyttävä toiminto jo saatavilla uudestaan käytettävänä komponenttina, pitääkö mahdollinen uusi asiakasarpeen täyttävä toiminto alkaa tuottaa uudestaan käytettävänä komponenttina ja pitääkö mahdollinen uusi asiakasarpeen täyttävä toiminto alkaa tuottaa ainutkertaisena komponenttina? Koska

ETO-yhtiön liiketoimintastrategian keskeisimpänä ideana on tuottaa asiakkaille täsmälleen heidän tarpeitaan tyydyttäviä tuotteita, tulee suurimmassa osassa tapauksista ETO-yhtiöiden laajentaa jatkuvasti lopputuotteiden toimintoja. ETO-yhtiölle on myös tärkeää pystyä tarkastamaan onko jonkin uuden asiakastarpeen mukaista komponenttia tuotettu aikaisemmin ja onko tämä komponentti mahdollisesti jo valmiiksi yhtiön tuotevalikoimassa, tästä toiminnosta vastaa käänteinen suunnittelu. (Bosen et al. 2014, s. 120–121)

Tuotannon implementointi tarkoittaa kykyä käyttää tai yhdistää uudestaan olemassa olevia organisaatioon ja toimitusketjuun liittyviä resursseja. (Salvador et al. 2009, s. 74) Tuotannon implementoinnin kehittäminen tarkoittaa tuotevalikoimaan tulevien uusien toimintojen ja komponenttien implementointia käytännössä. Sen tehtävänä on myös tunnistaa voiko asiakkaan tarpeita vastaavia tuotteita käyttää uudestaan ja voiko näitä yhdistää uusiksi lopputuotteiksi. Tärkeä tuotevalikoiman tuotantoon implementointiin liittyvä selvitettävä asia on miten tuotteiden yhtäläisyydet ja eroavaisuudet toteutetaan tuotannossa ja milloin eroavaisuuksia toteutetaan. (Bosen et al. 2014, s. 121)

Tuotesuunnittelun ja tuotantolinjan suunnittelun tehtävänä on suunnitella tuotanto ja tuotteet siten että asiakkaantarpeiden mukaisten ainutkertaisten kustomoitavien komponenttien liittämien tuotteen rakenteeseen onnistuu mahdollisimman helposti, tekemättä tuoterakenteeseen suuria muutoksia. Tämä voidaan toteuttaa joko staattisesti tai dynaamisesti. Staattisessa tavassa määritetään tarkasti missä kohdassa tuotteenrakennetta mahdolliset kustomointikohdat sijaitsevat, kun taas dynaamisessa tavassa tuoterakenteen voidaan ajatella olevan jatkuvan kehityksen alla, ja täten määrittää kustomointikohdat tapauskohtaisesti. Kustomointikohtien toimivuutta valvotaan suorituskyvyn arvioinnin kautta. Käänteisen suunnittelun tehtävänä on selvittää onko järkevämpää suunnitella asiakkaan tarpeiden mukaiset ainutkertaiset komponentit vai onko samanlaisia osia käytetty mahdollisesti aikaisemminkin, jolloin voidaan käyttää vanhoja olemassa olevia suunnitelmia. (Bosen et al. 2014, s. 121)

Valintojen navigoinnin tehtävänä on auttaa tuotekehittäjiä kehittämään tuotteita siten että ne vastaavat asiakkaan tarpeita (Bosen et al. 2014, s. 121) ja auttaa asiakkaita tunnistamaan ja valitsemaan tuotteensa siten että tuote vastaa tarpeita. Yksi tapa toteuttaa tämä on hankkia ohjelma johon asiakas syöttää tuote spesifikaationsa, jonka jälkeen ohjelma tarkistaa onko

asiakkaan tarpeita vastaavia komponentteja jo valmiiksi yhtiöiden tuotevalikoimassa tai aikaisemmin tuotettujen komponenttien joukossa vai pitääkö ne suunnitella asiakasta varten. (Salvador et al. 2009, s. 74–75)

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työmme lopputuloksena olemme tulleet siihen päätelmään, että kehittääkseen toimintaansa kohti massakustomointia, tulee ETO-yhtiön kehittää tuotteitaan ja tuotantoaan siten, että se pystyy hyödyntämään modulaarisuutta ja standardisoituja komponentteja. Tämä edellyttää tuotevalikoiman kaventamista sekä valmiiden tuotesuunnitelmien olemassa oloa tai automatisoitua tuotesuunnittelua. Jotta ETO-yhtiö säilyttää asiakkailleen tärkeän korkean tuotteiden kustomointi-asteen, tulee sen säilyttää osa komponenteista kustomoitavina komponentteina. Asiakkailta tulee myös selvittää ovatko he valmiita tyytymään suppeampaan tuotevalikoimaan, sillä tuotevalikoiman kaventuminen on massakustomoinnin suurin riski ETO-yhtiölle. Tärkeää tuotannon massakustomoinnin suunnittelussa on tietää toimivimmat kustomointipisteet (PDP). Joissain tapauksissa massakustomoinnin käyttö koko tuotannossa ei ole järkevää, esimerkiksi pienen kysynnän tai todella spesifien asiakastarpeiden takia, tällöin ETO-yhtiö voi toteuttaa massakustomointia osassa tuotannostaan ja toimia osassa entisellä tavalla. Yleisen määritelmän mukaan massakustomoinnissa tulee saavuttaa massatuotannon kustannukset ja tarjota asiakkaille heidän tarpeitaan paremmin vastaavia tuotteita, tämä ei päde ETO-yhtiöiden kohdalla. ETO-yhtiöiden massakustomointiin siirtymisessä on kyse yhtiöiden sisäisen prosessin parantamisesta, jolloin saavutetaan nopeampi toimitusaika, joustava tuotanto, alemmat tuotantokustannukset ja kyky palvella useampaa asiakasta samanaikaisesti. ETO-yhtiön siirtymistä massakustomointiin voidaan pitää jatkuvana prosessina.

Kirjallisuuden mukaan CODP määrittäminen on avaintekijä onnistuneen massakustomointi strategian muodostamisessa. Kirjallisuudessa CODP kohdan määrittämiseen löytyy useita eri malleja. Malleissa yhtenäistä on huomioida asiakkaan tarpeet ja CODP kohdan vaikutus tuotannon joustavuuteen sekä tuotteen massakustomoitavuuteen, samalla tuotteen läpimenoajalla on merkittävä rooli CODP kohdan määrittämisessä. CODP kohtaa tulisi selvittää tuotannon ja tuotesuunnittelun näkökulmista, sillä CODP kohta voi olla eri kohdassa suunnitteluprosessissa kuin mitä se on tuotantoprosessissa. Kuitenkin ennen kuin tuotetta voidaan alkaa työstämään, on sen prosessivaiheen suunnitelma oltava valmiina.

Massakustomoinnille ja CODP:n määrittämiselle ei löydy kirjallisuudesta yhtä yhtenäistä mallia vaan useita erilaisia malleja. Myös massakustomoinnin tyypit ovat jakautuneet useiksi

erilaisiksi malleiksi ja näihin ei kirjallisuudesta löydy yhtenevää tyyppiä. Tämän lisäksi kirjallisuudessa on ehdotuksia että ETO-MC tulisi eriyttää MTS-MC massakustomointi nimityksestä. Kirjallisuus painottuu suurimmaksi osaksi siihen kuinka MTS tuotannonohjausstrategiasta voidaan siirtyä massakustomointiin. Tämän vuoksi tulisikin tulevaisuudessa kehittää yhtenevä malli ETO-MC ja CODP määrittämiselle, joka helpottaisi ETO-yhtiöitä siirtymään massakustomointiin joko kokonaisuudessaan tai tiettyjen tuotteiden tai tuoteperheiden osalta.

LÄHTEET

Arnold, J.R. & Chapman, S. & Clive, L. 2008. Introduction to Materials management. Pearson Prentice Hall. 515 s.

Bosen, J & Hanson, M. & Madsen, O. & Nielsen, K. & Bruno, T. 2014. An Engineer-To-Order Mass Customization Development Framework. *Advances in Production Management Systems*. Part III, s. 116-12

Bozarth, C. & Chapman, S. 1996. A contingency view of time-based competition for manufacturers. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 16, nro 6 s. 56 – 67

Daaboul, J. & Da Cunha, C. 2014. Differentiation and Customer Decoupling Points: Key Value Enabler for Mass Customization. *Advances in Production Management Systems*. Part III, s. 43-40

Duchi, A. & Pourabdollahian, G. & Sili, D. & Cioffi, M. & Taisch, M. & Schönsleben, P. 2014. Motivations and Challenges for Engineer-to-Order Companies Moving toward Mass Customization. *Advances in Production Management Systems*. Part III, s 320-327

Duray, R. 2002. Mass customization origins: mass or custom manufacturing?. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 22, nro 3, s. 314-328

Duray, R. & Ward, P. & Milligan, G. & Berry, W. 2000. Approaches to mass customization: configuration and empirical validation. *Journal of Operations Management*. Vol. 18, s. 605-625

Fogliatto, F. & de Silveira, G. & Borenstein, D. 2012. The mass customization decade: An updated review of the literature. *International Journal of Production Economics*. Vol. 138, s.14-25

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

Hart, C.W.L. 1995, Mass customization: conceptual underpinnings, opportunities and limits. *International Journal of Service Industry Management*. Vol. 6, nro 2, s. 36-45

Haug, A. & Ladeby, K. & Edwards, K. 2009. From engineer-to-order to mass customization. *Management Research News*. Vol. 32, nro 7, s. 633-644.

Kundu, S. & McKay, A. & de Pennington, A. 2008. Selecting of decoupling points in supply chains using a knowledge-based approach. *Journal of Engineering Manufacture*. Vol. 222 nro 11 s. 1529-1549

Mikkola, J. 2007. Management of Production Architecture Modularity for Mass Customization: Modeling and Theoretical Consideration. *IEEE Transaction on Engineering Management*. Vol. 54, nro 1

Olhager, J. 2003. Strategic positioning of the order penetration point. *International Journal of Production Economics*. Vol. 85, s. 319-329

Pine, J.B. 1993. Mass Customization The New Frontier in Business Competition. Harward Business School Press. 333 s.

Rudberg, M. & Wikner, J. 2004. Mass customization in terms of the customer order decoupling point. *Production Planning & Control: The Management of Operations*. Vol. 15, nro 4, s. 445-458

Samadhi, A. & Hoang, K. 1995. Shared computer-integrated manufacturing for various types of production environment. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 15, nro 5 s. 95 - 108

Towill, D. 2003. Construction and the time compression paradigm, *Construction Management and Economics*. Vol. 21, nro 5, s. 581-591