

VAASAN YLIOPISTO
TEKNILLINEN TIEDEKUNTA
TUOTANTOTALOUS

Marcus Harju

TILAUSMUUTOSTEN KUSTANNUKSET JA HINNOITTELU

Tuotantotalouden
pro gradu –tutkielma

VAASA 2016

SISÄLLYSLUETTELO

	LYHENNELUETTELO	3
	KUVALUETTELO	4
	TAULUKOT	5
	TIIVISTELMÄ	6
	ABSTRACT	7
1	JOHDANTO	8
	1.1 Tutkimuksen tausta	8
	1.2 Toimeksiantajayrityksen esittely	10
	1.3 Tutkimusongelma ja tavoitteet	11
	1.4 Tutkimuskysymykset	11
	1.5 Tutkimusstrategia ja tutkimusote	12
	1.6 Tutkimuksen rajaukset	14
	1.7 Tutkimuksen rakenne	15
2	TEOREETTINEN VIITEKEHYS	17
	2.1 Vaatimustenhallinta	17
	2.2 Prosessit	19
	2.3 Massaräätälöinti	34
	2.4 Konfiguroitavat ja modulaariset tuotteet	40
	2.5 Kustannukset, kustannuslaskenta ja hinnoittelu	43
3	TUTKIMUSTYÖKALUT JA PROSESSIT	57
	3.1 Toimintolaskenta	57
	3.2 Design Structure Matrix – DSM	62
	3.3 Tilaus-toimitus- ja tilausmuutosprosessit kohdeyrityksessä	67
4	CASE – TILAUSMUUTOSTEN KUSTANNUKSET JA HINNOITTELU ABB OY MOTORS AND GENERATORS -YKSIKÖSSÄ	75
	4.1 Tutkimusaineiston kerääminen ja jaottelu	75

4.2	Yleisimpien tilausmuutospyyntöjen kustannusten laskeminen toimintolaskennan avulla	79
4.3	Kohdeyrityksen tilausmuutosprosessin analysoiminen DSM-työkalulla	89
5	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	97
5.1	Tutkimustulokset	98
5.2	Tilausmuutosten toteuttamisen vaatimukset ja tutkimustulosten näyttäytyminen teorioiden näkökulmasta	100
5.3	Kehitysehdotukset kohdeyritykselle	103
5.4	Tutkimuksen onnistuminen ja jatkotutkimusmahdollisuudet	108
6	YHTEENVETO	110
	LÄHDELUETTELO	112

LYHENNELUETTELO

ABC	Activity Based Costing, toimintoperusteinen kustannuslaskenta
ATO	Assembly-to-order, tilausohjautuva kokoonpano
BOM	Bill of materials, osaluettelo
DSM	Design Structure Matrix -työkalu, jolla mallinnetaan ja analysoidaan prosesseja
ETO	Engineering-to-order, tilausohjautuva suunnittelu
FP	Freezing point päivä eli jäädytyspiste, jota ennen tilausmuutokset ovat mahdollisia ilman hinnaston ulkopuolisia lisäkustannuksia ja toimitusaikavaikutusta
MTO	Make-to-order, tilausohjautuva tuotanto
MTS	Make-to-stock, varastoon valmistus
OMS	Order Management System eli tilauksenhallintajärjestelmä
Delivery Support -tiimi	Tiimi käsittelee tilaukseen liittyvät kyselyt ja tilausmuutospyyntöt
SAP	Toiminnanohjausjärjestelmä

KUALUETTELO

Kuva 1.	Vaatimustenhallinnan osat	19
Kuva 2.	Esimerkki prosessien kehittämisen mallista	24
Kuva 3.	Toimitusprosessin läpimenoaikoja	29
Kuva 4.	Massaräätälöinnissä yhdistyvät massantuotannon tehokkuus ja yksittäistuotannon tuotevariaatiotaso	36
Kuva 5.	Kustannusten jaottelutapoja	44
Kuva 6.	Muutoksien ja konfiguraation hallinta	53
Kuva 7.	Toimintolaskennan rakenne	59
Kuva 8.	DSM-menetelmän matriisi	64
Kuva 9.	Elementtien väliset suhteet mallinnettuna	65
Kuva 10.	Tilaus-toimitusprosessi ABB Oy Motors and Generators -yksikössä	68
Kuva 11.	Tilausmuutosten tyypit ja suorituspaikat	70
Kuva 12.	Ulkoisen tilausmuutoksen prosessikuvaus	71
Kuva 13.	Tiedonkulku ulkoisissa tilausmuutoksissa	72
Kuva 14.	Tilausmuutosten määrä kohdeyrityksessä	77
Kuva 15.	Kohdeyrityksen muiden tilausmuutosten määrä varianttikoodittain	78

TAULUKOT

Taulukko 1.	Tilausmuutokset kohdeyrityksessä 1.6.2014 – 31.5.2015.	76
Taulukko 2.	Kohdeyrityksen kilpimuutosprosessi kesken tuotannon.	80
Taulukko 3.	Kaapeleiden sisääntulon muutosprosessi kesken tuotannon.	81
Taulukko 4.	Lämmityselementin muutosprosessi kesken tuotannon.	82
Taulukko 5.	Toimintolaskenta yhden kilven muutoksesta kesken tuotannon.	83
Taulukko 6.	Toimintolaskenta yhden moottorin sisääntulon muutoksesta kesken tuotannon.	85
Taulukko 7.	Toimintolaskenta lämmityselementin muuttamisesta kesken tuotannon.	86
Taulukko 8.	Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen muutostyöprosessista yleisellä tasolla.	90
Taulukko 9.	Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen muutostyöprosessista yleisellä tasolla ennen vapautusta tuotantoon.	91
Taulukko 10.	Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen muutostyöprosessista yleisellä tasolla tuotannon jälkeen (rework).	92
Taulukko 11.	Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen kilpimuutosprosessista (kilvet linjalle).	92
Taulukko 12.	Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen kilpimuutosprosessista (kilvet lähettämöön).	93
Taulukko 13.	Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen moottoreiden sisääntulojen ja VC+451 muutostyöprosessista tuotannon jälkeen (rework).	93
Taulukko 14.	Tilausmuutosten kustannuksiin vaikuttavat tekijät kohdeyrityksessä.	99

VAASAN YLIOPISTO**Teknillinen tiedekunta**

Tekijä:	Marcus Harju	
Tutkielman nimi:	Tilausmuutosten kustannukset ja hinnoittelu	
Ohjaajan nimi:	Jussi Kantola	
Tutkinto:	Kauppätieteiden maisteri	
Oppiaine:	Tuotantotalous	
Opintojen aloitusvuosi:	2010	
Tutkielman valmistumisvuosi:	2016	Sivumäärä: 123

TIIVISTELMÄ:

Tämä Pro gradu -tutkielma on laadittu toimeksiantona ABB Oy Motors and Generators -yksikölle. Kohdeyrityksen epäselvyydet tilausmuutoksista aiheutuvien kustannusten ja hinnoittelun suhteen muodostavat tämän tutkimuksen tutkimusongelman. Ongelmaa selvitetään tutkimalla kesken tuotannon tapahtuvien ja moottorin rakenteeseen vaikuttavien muutostöiden aiheuttamia kustannuksia ja muutostyöprosessia yksikössä kokonaisuudessaan sekä selvitetään juurisyitä sille, mistä tekijöistä muutostöiden tehtaalle aiheutuvat todelliset kustannukset muodostuvat. Näihin ongelmiin haetaan ratkaisua eri teorioiden, toimintolaskennan ja DSM-työkalun avulla.

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys muodostui lukuisista eri lähteistä ja teorioista, joiden avulla luotiin pohjaa varsinaiselle tutkimusaiheelle: muutostöiden kustannuksille ja hinnoittelulle. Käsitteiden määrittämisen lisäksi teorioiden kautta pyrittiin luomaan kuva siitä, mitä massaräätälöityyn tuotantoon luottavassa yrityksessä tilausmuutosten tehokas toteuttaminen vaatii prosessien, tuotteiden, henkilökunnan, tuotanto- ja toimintatapojen osalta. Tutkimusaineisto muodostui kohdeyrityksen tilausmuutoksiin liittyvistä ohjeista, tilastoista ja tilausmuutosprosessista, joita analysoitiin toimintolaskennan ja DSM-työkalun avulla.

Tutkimusongelmat aiheutuivat siitä, että kohdeyrityksen tilausmuutosten todellisten kustannusten määrittäminen tuotevariaatioiden ja muutosten ison määrän vuoksi on hyvin monimutkaista ja haastavaa, mikä tekee myös tilausmuutosten kannattavasta hinnoittelumisesta haastavaa. Tutkimuksen tulosten mukaan nykyinen kohdeyrityksen tilausmuutosten hinnoitteluohje on ainakin yleisimpien tilausmuutosten osalta kannattava, mutta tilausmuutosprosessia tulisi kehittää, jotta tilausmuutosten tehtaalle aiheuttamien ylimääräisten ja tarpeettomien piilokustannusten määrää voitaisiin rajoittaa. Ratkaisuina ongelmiin voisi toimia esimerkiksi entistä tarkempi asiakastarpeiden selvittäminen myyntihetkellä, muutostyypikohtainen jäädytyspäiväjärjestelmä, myyntiyhtiölle saakka entistä läpinäkyvämpi tuotantoprosessi tuotannon aikatauluineen, tarkempien rajojen sopiminen tilausmuutosten hinnoittelusta sekä tilausmuutoksista, joita ei toteuteta sekä mahdollinen tiimirakenteen ja tehtävien vastuualueiden uudelleen järjestäminen muutostyöprosessin alussa.

AVAINSANAT: Tilausmuutos, massaräätälöinti, kustannukset, hinnoittelu

UNIVERSITY OF VAASA
Faculty of technology

Author:	Marcus Harju	
Topic of the Master's Thesis:	The costs and pricing of order changes	
Instructor:	Jussi Kantola	
Degree:	Master of Science in Economics and Business Administration	
Major:	Industrial Management	
Year of Entering the University:	2010	
Year of Completing the Master's Thesis:	2016	Pages: 123

ABSTRACT:

This Master's thesis has been made by the order of ABB Motors and Generators in Vaasa. Target company's problems in the costs and pricing of order changes form a research problem of this study. The problem is tried to be solved by examining the costs of modifications that affect the structure of the engine occurring during production and the modification process itself. Target is to explore the root causes for the actual costs of the order changes that the factory has to pay. Possible solutions are investigated from different theories, by using activity-based costing and DSM tool.

The theoretical framework consisted of a number of different sources and theories that helped prepare the ground for the actual research topic: the costs and pricing of order changes. In addition to defining the concepts of the theories was to create a picture of what the effective implementation of the order changes requires from processes, products, personnel, production and practices in a company that relies on mass customized production. The research data consisted of the change order statistics, documentation and the order change process of target company, which was analyzed by activity-based costing and DSM tool.

The research problems were caused by the fact that the determination of the actual costs of order changes is very complicated and difficult in the target company because of the large number of different product variations and changes, which also makes the profitable pricing of order changes difficult. The results of this thesis show that the current target company's guideline for the pricing of the most common order changes is profitable, but order change process should be developed in order to limit the number of additional and unnecessary hidden costs caused by order changes. Solutions to the problem could be a more accurate detection of customer needs at the moment of sale, a order change type-specific freezing point system, the production process with product schedules that is more transparent to sale units, more accurate boundaries agreeing on the pricing of order changes and on order changes that are not possible to execute, as well as a possible reorganization of team structure and responsibilities at the beginning of the change order process.

KEYWORDS: Order change, mass customization, costs, pricing

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Kyvystä vastata asiakkaiden vaihteleviin vaatimuksiin on tullut merkittävä kilpailuetu useissa moderneissa teollisuusyrityksissä (Wong, Arlbjørn, Hvolby & Johansen 2006). Kyky voi olla merkittävä kilpailuetu, mutta samalla se asettaa yritykset alttiiksi riskeille, joita asiakkaiden vaatimukset aiheuttavat (Uskonen & Tenhiälä 2012). Asiakkaat saattavat haluta muuttaa tuotetta kesken tuotannon, mikä aiheuttaa usein lisäkustannuksia sekä yritykselle että asiakkaalle. Siitä huolimatta varsin usein asiakkaan muutospyyntöihin kuitenkin suostutaan hyvän asiakaspalvelun nimissä (Uskonen & Tenhiälä 2012). Vaikka joustavuus ja asiakaspalvelu ovat tärkeitä arvoja asiakaspalvelulähtöisessä toiminnassa, tulee jossain kuitenkin raja vastaan siinä, mihin muutokseen on liiketoiminnallisesti järkevä suostua ja mihin ei. Liian usein yritykset hyväksyvät tuotteen asiakaslähtöiset muutokset ilman vastarintaa, vaikka se tarkoittaisi tuotteen muokkausta kesken tuotannon (rework) tai jo tilattujen tai tuotettujen komponenttien heittämistä pois (Hvolby & Barfod 1998).

ABB Oy Motors and Generators -yksikössä, joka valmistaa asiakaskohtaisesti räätälöityjä sähkömoottoreita, tilausmuutokset ovat merkittävä osa yksikön päivittäistä toimintaa. Tilausmuutokset työllistävät lukuisia ihmisiä päivittäin, ja niiden määrä on ollut kasvussa viime vuosien aikana. Tilausmuutoksista aiheutuu kustannuksia niin tehtaalle itselle kuin asiakkaillekin. Tilausmuutospyyntöjä saapuu asiakkailta myyntiyhtiöiden kautta tehtaalle, koska asiakkaiden tarpeet muuttuvat, myyntiyhtiö on tilausta syöttäessä tehnyt virheen tai jokin muu seikka on aiheuttanut tarpeen muuttaa tilausta sen syöttämisen jälkeen. Ihanteellisessa tilanteessa kaikki tilaukset olisi syötetty kerralla oikein, kun ne saapuvat tehtaalle, mutta tähän tilanteeseen tuskin koskaan päästään. Tilausmuutospyyntöjä saapuu yksikköön tilaus-toimitusprosessin monessa eri vaiheessa; ennen tuotantoa, tuotannon aikana ja jopa sen jälkeen hetkeä ennen moottorin lähetystä.

Kuten aiemmin on jo mainittu, tilausmuutokset aiheuttavat usein kustannuksia sekä yritykselle että asiakkaalle. Tämä pitää paikkansa myös ABB Oy Motors and Generators -yksikössä. Muutostöiden kustannusten arviointi ei ole kuitenkaan aina niin yksinkertaista, sillä muutostöiden hyväksyminen ja tekeminen kesken tuotannon vaatii työtä monilta eri tehtaan toimijoilta. ABB Oy Motors and Generators -yksikön muutostyöhinnoittelu

ei ole täysin selkeää, johdonmukaista tai todellisia tehtaalle aiheutuvia kustannuksia vastaavaa, minkä vuoksi tämän tutkimuksen tekemiseen on ryhdytty. Lähtökohtaisesti ABB Oy Motors and Generators -yksikössä muutostöiden hinnoittelusta vastaa nykyisin Delivery Support -tiimi, jossa tutkija on itse työskennellyt noin kolme vuotta. Delivery Support -tiimin tehtävänä on muun muassa selvittää ja arvioida muutostyön hinta, jota asiakas on myyntiyhtiön välityksellä pyytänyt toteutettavaksi. Lisäksi luonnollisesti on arvioitava, onko muutostyöpyyntö ylipäättään mahdollista toteuttaa.

Tässä tutkimuksessa tilausmuutoksella tarkoitetaan muutosta, joka suoritetaan sen jälkeen, kun tilaus on jo otettu vastaan tehtaassa. Tilausmuutosta pyytää yleensä loppuasiakas tai myyntiyhtiö. Myyntiyhtiö on kuitenkin aina se, joka välittää tilausmuutospyyntönsä tehtaalle Delivery Support -tiimille. Tilausmuutos voi olla esimerkiksi tilauksen peruuttaminen, toimitusajan muuttaminen tai variantin vaihtaminen, poistaminen tai lisääminen. Jokainen variantti kuvaa yhtä ominaisuutta tai mahdollisuutta, jolla asiakas voi muunnella tuotteen tarpeidensa mukaiseksi. Eri varianteilla asiakas voi määrittellä moottoriinsa esimerkiksi haluamansa maalauksen väreineen, arvokilven spesifikaatioineen, asennusasennon, testiraportin tai liitäntäkotelon. ABB Oy Motors and Generators -yksikössä erilaisia variantteja on yli 500. Tilausmuutokset, joita tässä tutkimuksessa tullaan tarkemmin käsittelemään, rajataan tulevaisuuden tutkimuksen osioissa.

Yhtenä tämän tutkimuksen merkittävimmistä innoittajista ja lähteistä toimii Jukka Uskosen ja Antti Tenhiälän (2012) tutkimus muutostöiden hinnoitteluun vaikuttavista tekijöistä toimintopohjaista laskentamallia hyödyntämällä. Niina Puolitaipaleen (2013) ABB Oy Motors and Generators -yksikölle tekemä tutkimus keskittyy tilausmuutosten ehkäisemiseen ja niiden käsittelyn tehostamiseen. Tämä tutkimus on ottanut Puolitaipaleen tutkimuksesta vaikutteita, mutta keskittyy tilausmuutosten ehkäisemisen ja hallinnan sijaan niiden kustannuksiin ja hinnoittelun selkeyttämiseen. Siten tätä tutkimusta voidaankin pitää eräänlaisena jatkotutkimuksena Puolitaipaleen (2013) tutkimukselle, jossa Puolitaival ehdotti joitain hinnoitteluun liittyviä ratkaisuja kuitenkin pureutumatta aiheeseen sen syvemmin. Puolitaipaleen (2013: 56) tutkimuksessa huomattiin tilausmuutosten hinnoittelun olevan yksi keskeisistä muutostyöhön liittyvistä ongelmakohtista ABB Oy Motors and Generators -yksikössä. Saman huomion on tehnyt myös tämän tutkimuksen tutkija työskennellessään kyseisessä yksikössä.

1.2 Toimeksiantajayrityksen esittely

Tämän tutkimuksen on toimeksi antanut Vaasan liiketoimintayksikkö ABB Oy Motors and Generators, joka on osa maailmanlaatusesti johtavaa sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymää. ABB:n palveluksessa työskentelee noin sadassa maassa 140 000 henkilöä, joista Suomessa noin 5 200. ABB toimii Suomessa yli 20 eri paikkakunnalla. Varsinaisia ABB:n tehtaita sijaitsee Vaasassa, Helsingissä ja Porvoossa. ABB on yksi Suomen suurimmista teollisista työnantajista. ABB:n liikevaihto on Suomessa noin 2,1 miljardia euroa. (ABB 2015.)

ABB jakautuu Suomessa viiteen eri divisioonaan, jotka ovat sähkövoimatuotteet, sähkövoimajärjestelmät, prosessiautomaatio, pienjännitetuotteet sekä sähkökäytöt ja kappaletavara-automaatiot. Tutkimuksen kohteena oleva ABB Oy Motors and Generators -yksikkö kuuluu Sähkökäytöt ja kappaletavara-automaatiot -divisioonaan (Discrete Automation and Motion), jonka tuote- ja palvelutarjonta muodostuu muun muassa moottoreista, generaattoreista, taajuusmuuttajista sekä roboteista. Energia- ja tuotantotehokkuuden lisääminen teollisuudessa on yksi divisioonan tuotteiden, palveluiden ja ratkaisuiden tärkeimmistä tarkoituksista. Kokonaisuudessaan ABB toimii johtavana taajuusmuuttajien tarjoajana maailman markkinoilla. Sähkökäytöt ja kappaletavara-automaatiot -divisioona puolestaan toimii tuulivoimageraattorien markkinajohtajana. (ABB 2015.)

ABB Oy Motors and Generators -yksikkö on harjoittanut toimintaansa jo yli sadan vuoden ajan. Yksikkö kehittää ja valmistaa moottoreita ja generaattoreita kaikille teollisuudenaloille ja sovelluksiin ympäri maailman. Yksikön tehtaot sijaitsevat Vaasassa ja Helsingissä. Vaasan tehtaan kenties merkittävin vastuu on vastata maailmanlaajuisesti yhtiön valmistamista räjähdysvaarallisten tilojen pienjännitemoottoreista, jotka ovat IEC-standardien mukaisia. Lisäksi yksikkö valmistaa muun muassa prosessimoottoreita, vesijäähdytteisiä moottoreita, kestopagneettimoottoreita, suurnopeusmoottoreita ja korkean dynaamisen suorituskyvyn (High dynamic performance - HDP) moottoreita. Vaasan yksikkö on erikoistunut korkean hyötysuhteen moottoreiden tutkimus- ja kehitystyöhön toimien siinä alansa edelläkävijänä. Helsingissä valmistetaan ja myydään muun muassa kestopagneettimoottoreita, korkeajännitemoottoreita sekä tuuli- ja dieselgeneraattoreita. Kokonaisuudessaan ABB:n moottori- ja generaattoriliiketoiminta työllistää maailmanlaajuisesti noin 15 000 henkilöä 45 tehtaassa 13 maassa. Suomessa työntekijöitä on 1 530 henkilöä, joista 580 henkeä työskentelee Vaasan ABB Oy Motors and Generators -yksikössä. (ABB 2015.)

Vaasan ABB Oy Motors and Generators -yksikössä tuotteet ovat hyvin pitkälle räätälöityjä asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Tehtaassa tuotteen valmistus perustuu tilauksesta valmistamisen (make-to-order – MTO) sekä tilauksesta suunnittelun (engineer-to-order – ETO) tuotantotapoihin.

1.3 Tutkimusongelma ja tavoitteet

Tehtaassa kesken tuotannon toteutettavien muutostöiden hinnoittelun tulisi olla selkeää, johdonmukaista ja tehtaan kannalta mahdollisimman kannattavaa, mutta valitettavasti näitä se ei aina ole. Sen vuoksi tähän tutkimukseen on ryhdytty. ABB Oy Motors and Generators -yksikön muutostöiden hinnoittelun tulisi vastata niistä aiheutuvia todellisia kustannuksia, mutta usein muutostöitä hinnoiteltaessa Delivery Support -tiimissä hintojen arvioiminen on liiaksi tapaus- ja käsittelijäkohtaista. Kun muutostyöhintojen arvioiminen on epävarmalla pohjalla, on myyntiyhtiöiden myös entistä helpompi olla hyväksymättä tehtaalta saneltuja hintoja ja yrittää tinkiä niitä alemmas, mikä hidastaa muutostöiden toteuttamisen prosessia entisestään ja aiheuttaa samalla lisää kustannuksia tehtaalle.

Tutkimuksen tavoitteena on tutkia ja analysoida ABB Oy Motors and Generators -yksikön muutostöiden tehtaalle aiheutuvia kustannuksia, muutostöiden hinnoittelua ja muutostyöprosessia yksikössä kokonaisuudessaan. Lisäksi tavoitteena on löytää ratkaisuja kohdeyrityksen nykyisen muutostyöprosessin parantamiseksi ja tehostamiseksi. Tavoitetta lähestytään yrityksen eli tehtaan ja erityisesti Delivery Support -tiimin näkökulmista. Näkökulmien valintaan on vaikuttanut tutkijan omat havainnot muutostöiden hinnoitteluun liittyen samalla, kun tutkija on itse työskennellyt yksikössä muutostöiden hinnoittelun parissa. Tämän vuoksi tutkija kokee aiheen kiinnostavaksi ja toivoo tutkimuksesta olevan konkreettista hyötyä kohdeyritykselle.

1.4 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia ja analysoida ABB Oy Motors and Generators -yksikön muutostöiden tehtaalle aiheutuvia todellisia kustannuksia, muutostöiden hinnoittelua ja muutostyöprosessia yksikössä kokonaisuudessaan. Lisäksi tavoitteena on

löytää ratkaisuja kohdeyrityksen nykyisen muutostyöprosessin parantamiseksi ja tehostamiseksi kustannustehokkuuden näkökulmasta. Tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi pyritään tutkimuksessa vastaamaan kolmeen tutkimuskysymykseen. Tutkimuskysymykset toimivat ikään kuin kehyksenä tutkimukselle ja ohjaavat analyysiä kohti tutkimustavoitteiden saavuttamista.

Tämän tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Mitkä ovat kohdeyrityksen yleisimmät kesken tuotannon tehtävät moottorin rakennetta koskevat ulkoiset muutostyöpyynnöt?
2. Mitkä tekijät määrittävät kohdeyrityksen yleisimpien muutostöiden kustannukset?
3. Miten kohdeyrityksen muutostyöprosessi itsessään vaikuttaa muutostöiden kustannuksiin?

1.5 Tutkimusstrategia ja tutkimusote

Tämä tutkimus on luonteeltaan kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus. Voidaan puhua myös tilastollisesta tutkimuksesta. Määrällisen tutkimuksen erityispiirteitä ovat muun muassa aiemmista tutkimuksista ja teorioista tehtävät johtopäätökset, käsitteiden määrittelemineen, aineiston keruun suunnitelmallisuus, havaintoaineiston soveltuminen määrälliseen mittaamiseen, tutkittavien kohteiden valinta, kohteiden jaottelu joukkoihin ja otoksiin sekä päätelmien teko tilastolliseen analysointiin perustuen (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007: 136). Nämä piirteet kuvaavat hyvin myös tätä tutkimusta. Laine, Bamberg ja Jokinen (2007: 12) luettelevat niin ikään tilastollisen tutkimuksen piirteitä, joista tälle tutkimukselle sopivimpia ja osuvimpia ovat:

- Tutkimuksen kohteena toimii suuri joukko tapauksia
- Tutkimuksen aineisto valitaan siten, että se on edustava otos laajasta populaatiosta
- Aineisto on määrällisessä muodossa
- Tutkimuksen päämääränä on empiirinen yleistäminen

(Laine ym. 2007: 12.)

Toisaalta tämän tutkimuksen tutkimusstrategiana toimii myös tapaustutkimus (case study). Tapaustutkimuksen erityispiirteitä on muun muassa tutkimuksen kokonaisvaltainen tapa analysoida luonnollisesti ilmenevää tapausta, monenlaisten aineistojen ja menetelmien käyttö, aikaisempien tutkimusten hyödyntäminen sekä tapauksen ja kontekstin epäselvä raja. Tapaustutkimuksessa tyypillisesti pyritään selvittämään jotakin, mikä ei ole entuudestaan tiedossa, mutta joka vaatii lisävalaisua. Tapaustutkimus soveltuu hyvin vastaamaan kysymykseen miten, koska tapaustutkimus tarkastelee usein monimutkaisia ja pitkäaikaisia ilmiöitä. Tapaustutkimuksessa tavoitteena on lisätä ymmärrystä tutkittavasta tapauksesta ja olosuhteista. Tapaustutkimuksessa tutkimuksen lopullinen merkitys paljastuu yleensä vasta tutkimuksen aikana tai sen jälkeen, vaikka tyypillisesti tapaustutkimuksessa tutkijaa ajaa eteenpäin tunne tutkimuksen tärkeydestä. (Laine, Bamberg & Jokinen 2007: 10.)

Tapaustutkimus ja määrällinen tutkimus eivät sulje toisiaan pois, sillä tapaustutkimuksessa voidaan hyödyntää ja yhdistää sekä määrällistä että laadullista aineistoa (Laine ym. 2007: 11). Tämän tutkimuksen tutkimusstrategia voidaankin nähdä tapaustutkimuksen ja määrällisen tutkimuksen sekoituksena, jossa määrällisen tutkimuksen piirteet tulevat esiin tapaustutkimuksen ominaisuuksia vahvemmin. Tapaustutkimuksessa tutkimuskohteena on usein pieni joukko tapauksia, kun taas määrällisessä tutkimuksessa tutkittavia yksiköitä on paljon (Laine ym. 2007: 11). Tässä tutkimuksessa kumpikin ominaispiirre pätee, sillä tutkimusaineistona toimivassa ABB Oy Motors and Generators -yksikön tilausmuutoksissa erilaisia tilausmuutostyyppisiä on paljon – yksittäistapauksia on satoja erilaisia – mutta tarkoitus on muodostaa yksittäistapauksista muutamia yleisimpien tilausmuutostyyppien ryhmiä ja tarkastella siten muutoksista aiheutuvia kustannuksia ryhmittäin.

Tutkimuksen tutkimusote on konstruktiiivinen tutkimus, joka on yksi tapa tapaustutkimuksen suorittamiseen. Konstruktiiivisen tutkimuksen ydinpiirteitä ovat muun muassa tosielämän ongelmiin keskittyminen, innovatiivisen konstruktion tuottaminen, tutkimuksen loppuratkaisun käytännön toteuttamisen testaaminen, tutkimuksen vahva liittäminen teoreettiseen tietämykseen ja empiiristen löydösten peilaaminen takaisin teoriaan. Toisin sanottuna konstruktiivisella tutkimuksella pyritään ratkaisemaan reaali maailman ongelma hyödyntämällä teoreettista viitekehystä. Tiivis teorian ja käytännön välinen vuoropuhelu on tyypillistä konstruktiivisessä tutkimuksessa. (Metodix 2015.)

Konstruktiiivisessa tutkimusotteessa ei rakenneta konstruktiota pelkästään teorian ja käytännön välille, vaan myös tutkijan ja kohdeyrityksen välille. Jotta tutkimuksesta saataisiin paras mahdollinen hyöty, on kohdeyrityksen ja tutkijan oltava tiiviissä yhteistyössä tutkimuksen aikana. Konstruktiiivinen tutkimus soveltaa vahvaa ongelmanratkaisuun tähtäävää interventiota, ja sen tarkoituksena on tehdä empiiriseen työhön perustuvia teoreettisia johtopäätöksiä. Tyypillisesti konstruktiiivisessa tutkimuksessa empiirisen osan aineisto voi muun muassa koostua arkistoista ja tilastoista sekä epävirallisesta päivittäisestä kommunikaatiosta ja havainnoista kohdeyrityksessä. Usein tutkija toimii itse suoraan kentällä konstruktiiivisessa tutkimuksessa, eli toisin sanottuna tässä tapauksessa työskentelee ja toimii kohdeyrityksessä. (Metodix 2015.)

Konstruktiiivisen tutkimusotteen piirteet ja ominaisuudet kuvaavat hyvin tätä tutkimusta. Tässä tutkimuksessa todella on tarkoitus ratkaista tosielämän ongelma, tehdä vahvaa yhteistyötä kohdeyrityksen kanssa, testata tutkimuksen käytännöllisyyttä kohdeyrityksessä, peilata tutkimuksen jokaisessa vaiheessa vahvasti teoriaa käytäntöön ja toisin päin, hyödyntää tutkijan tutkimuksen aikaista työskentelyä ja aikaisempaa työkokemusta kohdeyrityksessä sekä muodostaa arkistoista ja tilastoista empiirinen aineisto tutkimukselle.

1.6 Tutkimuksen rajaukset

Tässä tutkimuksessa on tarkoitus tutkia jäädytyspäivän jälkeen tehtyjen moottorin rakennetta koskevien tilausmuutosten kustannuksia ja hinnoittelua. Pelkästään rakenteellisten muutosten kustannuksia ja hinnoittelua käsitellään tässä tutkimuksessa siksi, koska juuri niiden hinnoittelun osalta on esiintynyt eniten epäselvyyksiä kohdeyrityksen Delivery Support -tiimissä. Siten esimerkiksi testiraportit, piirustuspyynnöt ja muut dokumentaatioon liittyvät muutostyöpyynnöt jätetään tämän tutkimuksen ulkopuolelle.

Muutospyynnöt, jotka saapuvat tehtaalle ennen kuin tilausten käsittely on vahvistanut tilauksen, jätetään tutkimuksen rajauksen ulkopuolelle. Tämä on pelkästään loogista, sillä vahvistamattoman tilauksen jäädytyspäivä (FP = Freezing Point) on vielä tulevaisuudessa eivätkä ABB Oy Motors and Generators -yksikössä jäädytyspäivää ennen tulevat muutospyynnöt aiheuta muutospyynnön ajankohdasta johtuvia lisäkustannuksia myyntiyhtiöille tai asiakkaille. Niinpä vahvistamattomiin tilauksiin tehtävien muutosten hinnoittelua ja kustannuksia on perusteetonta tutkia.

Tämän tutkimuksen ulkopuolelle rajataan tietoisesti myös tilausperuutukset ja niistä aiheutuvat kustannukset sekä toimituspäivän siirtämistä koskevat tilausmuutospyynnöt. Molemmat aiheuttavat kustannuksia tehtaalle, mutta molemmista on jo olemassa suhteellisen selkeä ja yhteisesti sovittu hinnoitteluohje. Lisäksi tutkimus on tarkoitus pitää mahdollisimman yhtenäisenä ja tiiviinä kokonaisuutena.

Puolitaipaleen (2013) tutkielmassa tutkittiin tilausmuutosten käsittelyssä ilmeneviä haasteita ja ongelmia sekä etsittiin keinoja tilausmuutosten määrän laskemiseen ja niiden käsittelyn tehostamiseen ABB Oy Motors and Generators -yksikössä. Tässä tutkimuksessa ei keskitytä tilausmuutosten määrän ehkäisemiseen, vaan hyväksytään ja oletetaan, että niitä tulee aina esiintymään jonkin verran. Tämä tutkimus keskittyy tilausmuutosten yhteen osa-alueeseen, kustannuksiin ja hinnoitteluun. Tässä tutkimuksessa ei myöskään yritetä selittää syitä tilausmuutospyyntöjen olemassaololle. Lisäksi tutkimus on tarkoitus tehdä yrityksen näkökulmasta, ei asiakkaan.

Tässä tutkimuksessa tutkitaan pelkästään myyntiyhtiöistä lähtöisin olevien asiakaslähtöisten tilausmuutosten kustannuksia, joita voidaan kutsua myös ulkoisiksi tilausmuutoksiksi. Tämä rajaa sisäiset tilausmuutokset tutkimusrajojen ulkopuolelle, eli esimerkiksi tuotannon aikana tehtaalla huomattujen laatuvirheistä johtuvien tilausmuutosten kustannuksia ei tarkastella tässä tutkimuksessa, jotta tutkimuksen laajuus voidaan pitää kohtuullisissa mitoissa. Lisäksi tutkimus painottuu tilausohjautuvan tuotannon (MTO - Make-to-order) ja tilausohjautuvan suunnittelun (ETO - Engineering-to-order) tuotantotapoihin, koska Vaasan ABB Oy Motors and Generators -yksikössä tuotteiden valmistus perustuu pääasiassa kyseisiin tuotantotapoihin.

1.7 Tutkimuksen rakenne

Tämä tutkimus muodostuu kuudesta pääluvusta. Ensimmäisen pääluvun tarkoituksena on esitellä pääpiirteittäin tutkimuksen aihe ja taustat lukijalle. Lisäksi ensimmäisessä luvussa esitellään tutkimuksen kohdeyritys, tutkimuksen ongelma ja tavoitteet, tuodaan esille tutkimuskysymykset ja -rajaukset ja selitetään tutkimusote sekä tutkimuksen rakenne.

Toisessa pääluvussa käsitellään tutkimuksen teoreettista viitekehystä. Toinen luku jakautuu viiteen alalukuun, joista ensimmäinen käsittelee vaatimustenhallintaa. Toisessa

alaluvussa syvennyttään muutostöihin prosessien kautta. Kolmas alaluku käsittelee mas-sarääntälöintiä. Neljännessä alaluvussa siirrytään konfiguroitavien ja modulaaristen tuot-teiden pariin. Viidennessä alaluvussa aiheena ovat kustannukset, kustannuslaskenta ja hinnoittelu.

Teoreettisen viitekehyksen jälkeen kolmannessa pääluvussa esitellään tutkimuksessa käytettävät työkalut ja kohdeyrityksen avainprosessit tämän tutkimuksen kannalta. Näitä ovat kohdeyrityksen tilaus-toimitusprosessi sekä muutostyöprosessi sekä tutkimuksessa hyödynnettävät työkalut, eli toimintolaskenta (ABC) sekä Design Structure Matrix (DSM) -matriisityökalu.

Työkalujen ja prosessien kuvaamista seuraa tutkimuksen empiirinen osuus, eli varsinai-nen tutkimusosa kohdeyrityksen ongelmaa tarkastelevan tapaustutkimuksen muodossa. Tässä neljännessä pääluvussa vastataan tutkimuskysymyksiin analysoimalla tutkimusai-neistoa työkalujen avulla, ja siten pyritään pääsemään kohti tutkimuksen tavoitteita. Viidennessä pääluvussa esitellään neljännessä pääluvusta saaduista tutkimustuloksista tehdyt johtopäätökset, jotka sisältävät tutkimuksen tärkeimmät löydökset, arvion tutki-mustavoitteiden saavuttamisen onnistumisesta sekä tutkimuksen luomat jatkotutkimus-mahdollisuudet.

Viimeinen pääluku kokoaa yhteenvetona tutkimuksen etenemisen ja tiivistää johtopää-tökset vielä kertaalleen yhteen. Tutkimuksen lopusta löytyvät vielä lähteet.

2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Toisessa pääluvussa syvennyttään tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen. Koska tässä tutkimuksessa tutkitaan tilausmuutosten kustannuksia ja hinnoittelua sekä itse muutostyöprosessia, tulevat teoriatkin pyörimään kyseisen aiheen ympärillä ja tukemaan sitä. Muutostyöt ja niiden hallinta ovat osa isompaa kokonaisuutta, vaatimustenhallintaa. Vaatimustenhallinnasta teorioidaan tämän toisen pääluvun alussa lyhyesti. Koska tilausmuutoksista ei varsinaisesti ole olemassa omia teorioita, on valittava näkökulmia sen ympäriltä. Prosessit käsitteenä on tärkeää ja olennaista ymmärtää, jotta voidaan ymmärtää miten organisaatio tai tehdas toimii. Ymmärtämällä tehtaan toimintoja pyörittäviä prosesseja luodaan edellytykset prosessien välisten sekä niiden sisäisten suhteiden ymmärtämiselle. Tällä tavalla voidaan tutkia, mitkä muutospöressin sisällä tai sen ympärillä olevat elementit ja tekijät ovat merkittävimmässä osassa aiheuttamassa tehtaalle muutospöressista aiheutuvia kustannuksia. Esimerkkinä mainittakoon muutostyöprosessi ja sen eri vaiheista aiheutuvat kustannukset. Tämän tutkimuksen kannalta olennaimmat prosessit ovat tilaus-toimitusprosessi ja muutostyöprosessi, joita tullaan käsittelemään tässä pääluvussa teoriatasolla.

Prosessien lisäksi toisessa pääluvussa tuodaan esiin massaräätälöinti ja tuotteiden konfigurointi. Kyseiset termit on tärkeä käsitellä, jotta voidaan ymmärtää yritysten tarve kyetä tekemään muutostöitä kesken tuotannon. Viimeisenä toisen pääluvun teemana käsitellään kustannuksia ja hinnoittelua ensin yleisellä tasolla ja myöhemmin tarkemmin muutostöiden osalta. On tärkeä ymmärtää, mistä muun muassa prosessien eri vaiheiden kustannukset muodostuvat, jotta voidaan muodostaa käsitys muutostöiden todellisista kustannuksista. Vain siten voidaan myös yrittää hinnoitella muutostyöt todellisten kustannusten mukaisesti.

2.1 Vaatimustenhallinta

Vaatimustenhallinta terminä yhdistetään usein voimakkaasti ohjelmistoihin, tietojärjestelmiin ja niiden elinkaarien hallintaan, mutta vaatimustenhallinta on terminä moniulotteinen eikä sen hyödyntämistä pidä rajoittaa pelkästään edellä mainittuihin aloihin. Ajausmallien laajentaminen ja niiden soveltaminen eri käyttötarkoituksiin on mahdollista, täysin sallittua ja jopa suotavaa. Osoituksena tästä toimii esimerkiksi Jyrki Kosolan (2013) teos *Vaatimustenhallinnan opas*, jossa vaatimustenhallintaa ja siihen liittyvää

muuta termistöä hyödynnetään Suomen Maanpuolustuskorkeakoulun opetusmateriaaleissa. Niinpä tässä tutkimuksessa vaatimustenhallinta ymmärretään yleisenä asiakkaiden vaatimusten täyttämisenä, minkä jokainen yritys pyrkii lähtökohtaisesti tekemään.

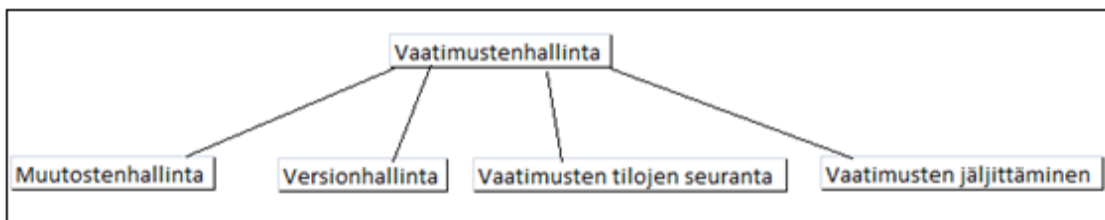
Vaatimus terminä kuvaa asiakkaan tahtoa liittyen suorituskyvyn, palvelun, tuotteen, koko liiketoiminnan tai organisaation suorituskyvyn (Kosola 2013: 2). Pohlin (1997) mukaan vaatimus kuvaa sitä, mitä systeemin pitää tehdä, mikä onkin selkeästi ohjelmistomaailmaan soveltuva määritelmä. Vaatimus voidaan myös ymmärtää ohjelmiston kykynä, joka sillä täytyy olla, jotta se voisi ratkaista asiakkaan ongelman ja saavuttaa asiakkaan tavoitteen (Leffingwell & Widrig 2000). Tämäkin määritelmä on vahvasti ohjelmistojen maailmaan kuuluva, mutta sen voi ottaa ulos kontekstistaan ja soveltaa tähän tutkimukseen sopivaksi: Vaatimus voidaan ymmärtää kykynä, joka ABB Oy Motors and Generators -yksikön sähkömoottorilla täytyy olla, jotta moottori voisi ratkaista asiakkaan ongelman, saavuttaa asiakkaan tavoitteen ja täyttää sen tarpeen.

Toimivassa organisaatiossa vaatimukset tulee määritellä, jotta niitä voidaan hallita tehokkaasti. Chengin ja Atleen (2007) mukaan vaatimustenmäärittely on prosessi, jossa vaatimukset määritellään ja päätetään. Vaatimustenhallinta on olennainen osa vaatimusten määrittelyprosessia (Cheng & Atlee 2007). Myös tämä määritelmä on alun perin ohjelmistomaailmasta peräisin oleva, mutta se taipuu myös tämän tutkimuksen käyttötarkoituksiin. Vaatimusmäärittelyprosessi muodostuu viidestä eri vaiheesta, joita ovat vaatimusten tunnistaminen, niiden mallintaminen, analysoiminen, vahvistaminen ja varmentaminen sekä hallitseminen (Cheng & Atlee 2007). Tämän tutkimuksen kannalta olennaisin osa on vaatimustenhallinta.

Kuten vaatimuksella, myös vaatimuksenhallinnalla on useita erilaisia määritelmiä. Tuotekehityksen puolella vaatimusten hallinta (Requirements Management) ymmärretään kuvailevan toimintoja, joiden on määrä pitää suunnitelmat ja aineisto ajan tasalla, kontrolloida vaatimuksia ja hankkia niitä. Saman määritelmän mukaan vaatimusten hallinnan avulla kyetään jäljittämään asiakkaan tarpeet ja vaatimukset tuotteen komponenttitasolle saakka (CMMI Product Team 2010). Määritelmä sopii tähän tutkimukseen, sillä ABB Oy Motors and Generators -yksikössä on erittäin olennaista tietää asiakastarpeet ja -vaatimukset aivan komponenttitasolta saakka. Tarpeiden olisi paras olla selkeästi tiedossa tilaus-toimitusprosessien jokaisessa vaiheessa aina tilauksen kirjaamisesta toimituksen jälkeiseen aikaan saakka.

Vaatimustenhallinta voidaan määritellä myös toisella tavalla. Vaatimustenhallinta auttaa varmistamaan sen, että vaatimukset kyetään keräämään kaikilta prosessin kannalta tarpeellisilta tahoilta. Lisäksi saman määritelmän mukaan vaatimustenhallinnan avulla pystytään hallitsemaan vaatimuksia luotettavasti organisaation prosesseissa (Kosola 2013: 2). Lopuksi sama määritelmä päättää, että toimiva vaatimustenhallinta luo edellytykset kustannustehokkaalle toiminnalle ja ratkaisuille sekä mahdollistaa toiminnanvapauden kullekin työvaiheelle prosessissa (Kosola 2013: 2). Tämäkin määritelmä sopii hyvin tämän tutkimuksen yhteyteen ja aihepiiriin, sillä moottorien tuotannossa on tärkeää kerätä vaatimukset niin asiakkaalta kuin tehtaalta. Tehdas asettaa rajat, mitä se pystyy tuottamaan ja mitä ei.

Karl E. Wiegers (2003: 314) jakaa vaatimustenhallinnan neljään eri osioon: muutostenhallintaan, versionhallintaan, vaatimusten tilojen seurantaan ja vaatimusten jäljittämiseen. Kuvassa 1 tämä jaottelu on mallinnettu. Muutostenhallinta on siis osa vaatimustenhallintaa. Jälleen on todettava, että vaikka Wiegersin (2003: 314) jaottelu on lähtökohtaisesti tehty ohjelmistojen ja niiden elinkaarien maailmaan, sopii jaottelu kuitenkin myös tämän tutkimuksen aihepiiriin teorian ensiaskeleeksi lisäämään käsitystä muutostöiden hallitsemisen asemasta teoreettisessa ympäristössä teoreettisesta näkökulmasta tarkasteltuna. Tämän tutkimuksen kannalta olennainen vaatimustenhallinnan osa on muutostenhallinta.



Kuva 1. Vaatimustenhallinnan osat (Wiegers 2003: 314).

2.2 Prosessit

Prosessilla on lukuisia erilaisia määritelmiä. Sanaa *prosessi* käytetään usein monissa eri merkityksissä ja toiminnoissa, kuten esimerkiksi silloin, kun halutaan kuvata muutoksia. Prosessien eri merkityksiä ovat muun muassa oppimis-, muutos- ja kasvuprosessit. Erilaisia toimintoja kuvaavia prosesseja ovat muun muassa syömis-, neuvottelu- ja luke-

misprosessi. Prosessi voidaan määritellä loogisesti toisiinsa liittyviksi toiminnoiksi ja toimintojen toteuttamiseen tarvittaviksi resursseiksi, joiden avulla saavutetaan ennalta asetettujen tavoitteiden mukaiset toiminnan tulokset. (Laamanen 2001: 19.)

Prosessien tehtävänä on kuvata organisaation toiminnan logiikka. Prosessien voidaan määritellä olevan osa toimintajärjestelmää. Prosessit kuvaavat toimintojen sarjaa, jonka avulla saavutetaan tavoitteet ja tulokset organisaation osalta. (Laamanen 2001: 35–37.) Prosessin alkaessa vallitsee yleensä niin ympäristössä kuin organisaatiossa tietynlainen tila. Prosessin päättyessä tila voi olla hyvin erilainen kuin sen alkaessa. Prosessissa tapahtunut muutos pystytään toteamaan ja arvioimaan vertaamalla prosessin alku- ja lopputilaa keskenään. Toisinaan muutos pystytään huomaamaan todella selkeästi, joskus taas muutos on jäänyt niin marginaaliseksi alkutilaan nähden, ettei sitä juuri huomaa. (Karimaa 2004: 274–275.)

Organisaatioiden prosessien määritellään tarkoittavan tapahtumaketjua, joka lisää asiakkaalle arvoa ja johon organisaatio panostaa käytössä olevia resurssejaan (Martinsuo & Blomqvist 2010: 4). Liiketoimintaprosessi tai toimintaprosessi on termi, jota usein käytetään, kun ollaan tutkimassa organisaatioiden prosessien toimintaa (Laamanen 2001: 19). Tässä tutkimuksessa prosessilla tarkoitetaan liiketoimintaprosessia, mikäli ei erikseen toisin mainita. Liiketoimintaprosessi on joukko toisiinsa liittyviä tehtäviä, jotka muodostavat yhdessä liiketoiminnan kannalta hyödyllisen tuloksen (Lecklin 2002: 137). Liiketoimintaprosessi voidaan myös määritellä olevan toisiinsa yhtyvien tehtävien ja toimintojen muodostama kokonaisuus, joka alkaa asiakkaan tarpeesta ja päättyy asiakkaan tarpeen tyydyttämiseen (Hannus 1993: 41). Hannuksen (1993: 41) mukaan liiketoimintaprosessit eivät ole yleensä riippuvaisia organisaatorakenteesta eikä niitä rajoita myöskään organisaation rajat. Lisäksi liiketoimintaprosessilla on aina joko ulkoinen tai sisäinen asiakas.

Liiketoimintaprosessit voidaan jakaa ydin- ja tukiprosesseihin. Kuten termi jo itsessään vihjaa, ydinprosessit muodostavat organisaation liiketoiminnallisen ja sille lisäarvoa tuottavan ytimen. Ydinprosessien päätehtävänä on tyydyttää asiakkaiden tarpeet. Siten organisaation ydinosamisesta muodostuvilla ydinprosesseilla onkin suora yhteys ulkoiseen asiakkaaseen tuottaessaan heille lisäarvoa. Tilaus-toimitusprosessi on esimerkki ydinprosessista. Toimiakseen tehokkaasti organisaation toiminta kuitenkin vaatii ydinprosessien lisäksi tukiprosesseja, joiden ensisijainen tehtävä varsinaisen lisäarvon tuottamisen sijaan on palvella ja tukea organisaation ydinprosesseja ja sisäisiä asiakkaita, eli

organisaation henkilöstöä. Henkilöstö- ja taloushallinto toimivat esimerkkeinä tukiprosesseista. (Kiiskinen, Linkoaho & Santala 2002: 28–30; Laamanen 2001: 54–57.)

Prosessijohtamisella tarkoitetaan yrityksen suorituskyvyn parantamista ydinprosessien uudistamisen kautta. Prosessijohtamisessa yrityksen toimintaa tarkastellaan asiakkaalle arvoa tuottavana kokonaisuutena. Prosessijohtaminen korostaa asiakkaiden tarpeita ja niiden perusteella tehtävää toiminnanohjausta. Prosessijohtamisen näkökulmasta katsottuna yrityksen suorituskykyä tulee arvioida yrityksen omistajien mittareiden lisäksi asiakkaiden ja henkilökunnan tyytyväisyyttä mittaavien mittareiden kautta. (Hannus 1993: 4, 18 ja 31–32.)

Prosessijohtamista voidaan kuvailla myös määriteltyjen organisaation ydin- ja tukiprosessien johtamisena ja organisoitumisena prosesseittain (Kiiskinen ym. 2002: 29–30). Karsimalla kustannuksia, nopeuttamalla toimintoja ja lisäämällä toimintojen joustavuutta prosessijohtamisella tavoitellaan asiakkaiden tyytyväisyyttä, taloudellista menestystä, korkeaa tuottavuutta ja oman henkilökunnan tyytyväisyyttä. Siten voidaan sanoa, että prosessijohtamisella tavoitellaan koko yrityksen hyvää kokonaisvaltaista menestymistä. (Laamanen & Tinnilä 1998: 6–20.) Prosessiajattelun kautta unohdetaan yrityksen sisäinen osastojako ja käsitellään yrityksen toimintaa prosessien näkökulmasta.

Prosessijohtaminen korostaa tiimipohjaista organisointitapaa yrityksessä. Tiimit ovat usein kooltaan alle 15 henkilöä. Tiimien jäsenten on tarkoitus täydentää toisiaan erilaisilla osaamisalueillaan ja vahvuuksillaan. Tiimin sisällä kukin jäsen on vastuussa omasta työskentelytavasta, jonka tulisi palvella mahdollisimman hyvin tiimin yhteistä suorituskyvyn osalta asetettua tavoitetta. Tiimien muodostamisen kautta organisaatio saavuttaa muun muassa joustavuutta, reagoitavuutta, tehokkuutta ja asiakaskeksisyyttä. (Hannus 1993: 64.) ABB Oy Motors and Generators -yksikössä on käytössä tiimit, joille kullekin kuuluu omat vastualueet, ja jotka siten vastaavat yksikön eri toimintoista.

Monet yritykset toimivat funktionaalisina organisaatioina. Niinpä niiden toiminta muodostuu erilaisista vastuualueista, kuten valmistuksesta, tuotekehityksestä, myynnistä, markkinoinnista ja kunnossapidosta. Kun nämä toiminnot perustuvat prosesseihin prosessorientoituneessa organisaatiossa, vastaa jokainen toiminto koko prosessin toimivuudesta omalta osaltaan prosessin toiminnon alusta sen loppuun asti. Organisaatiossa kullakin prosessilla on omat resurssinsa. Lisäksi prosesseista vastuussa olevilla tulosityk-

siköillä on niin ikään omat resurssit käytössään. Prosessien ja tulosityksiköiden resurssien kautta prosessien toiminnot pystyvät toimimaan ja niitä pystytään toteuttamaan.

Prosessijohtaminen voidaan jakaa kuuteen eri koulukuntaan: kokonaisvaltaiseen laatujohtamiseen (TQM), aikaan perustuvaan johtamiseen (TBM), tarjontaketjun hallintaan (SCM), kevyeen ja joustavaan toimintatapaan (Lean Management), liiketoimintaprosessien uudelleensuunnitteluun (BPR) ja toimintoperusteiseen johtamiseen (ABM) (Hannus 1993: 259–262). Koulukunnista jokainen esittelee omat oppinsa, joiden avulla pyritään saavuttamaan haluttu muutos liiketoimintaprosesseissa. Koulukuntien peruskäsitteet ovat hyvin pitkälle samat. Niinpä koulukuntien väliset erot ovat lopulta varsin pieniä. Koulukuntien merkittävin rooli on toimia työkaluna matkalla kohti tavoitetta, joka on sama jokaiselle koulukunnalle: organisaation toiminnan uudistaminen prosessilähtöisesti. Tämän tutkimuksen kannalta oleellisin koulukunta on toimintoperusteinen johtaminen.

Toimintoperusteisen johtamisen (ABM – Activity Based Management) voidaan määritellä olevan työkalu ja prosessilähtöinen lähestymistapa operatiiviselle johtamiselle ja organisaation toiminnan kehittämiseksi. Toimintoperusteinen johtaminen on alun perin kehittynyt perinteisen kustannuslaskennan vikojen ja puutteiden korjaamisen kautta. Toimintoperusteinen johtaminen perustuu lähtökohtaisesti prosessilähtöisyyteen ja horisontaaliseen ohjaukseen, mikä eroaa perinteisen kustannuslaskennan periaatteista, sillä perinteisen kustannuslaskennan järjestelmät käyttävät funktionaalisen organisaation näkökulmaa pyrkiessään hallitsemaan kustannuksia. Toimintoperusteinen johtaminen on alun perin lähtöisin toimintopohjaisesta kustannuslaskentajärjestelmästä, eli lyhyemmin sanottuna toimintolaskennasta (ABC – Activity Based Costing). Toimintopohjainen laskenta tavoittelee yleiskustannusten toimintakohtaisen kohdistettavuuden parantamista. Siten myös toimintoperusteisen johtamisen analyyseissä selvitetään, mitkä organisaation tekijät – kuten tuotteet, asiakkaat tai tuotelinjat – vaativat eniten toimintoja ja miten paljon resursseja toiminnot sitovat käyttöönsä. Tällä tavalla voidaan selvittää arvoa tuottavat ja arvoa tuottamattomat toiminnot, joista jälkimmäiset voidaan luokitella hukaksi, joka puolestaan tulisi pyrkiä eliminoimaan. (Hannus 1993: 193–200.) Toimintolaskenta on toinen tässä tutkimuksessa käytettävistä empiirisistä tutkimusmenetelmistä. Toimintolaskentaan ja sen periaatteisiin syvennyttään tarkemmin tutkimuksen kolmannessa pääluvussa.

2.2.1 Prosessien kehittäminen

Prosessien kehittäminen voidaan määritellä seuraavasti: Prosessien kehittäminen tarkoittaa organisaation ydinprosessien tai muiden sen toiminnan kannalta merkittävien prosessien uudelleensuunnittelemista. Prosessien uudelleensuunnittelu keskittyy lähinnä pääpainoltaan kokonaisvaltaisiin ja asiakkaalle lisäarvoa tuoviin prosesseihin. (Kiiskinen ym. 2002: 27–30).

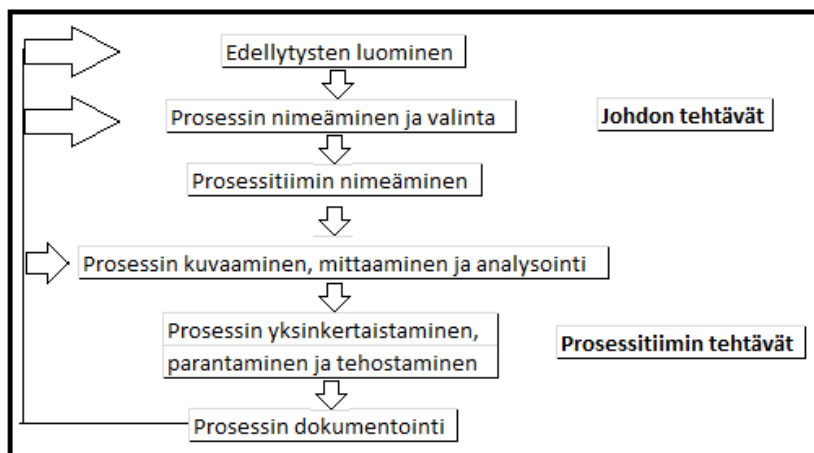
Aikaisemmin tässä pääluvussa on todettu monien funktionaalisten organisaatioiden muodostuvan eri vastuualueista, joista kustakin vastaa usein oma yksikkönsä tai osastonsa. Yksiköt pyrkivät usein kehittämään nimenomaan omaa toimintaansa parempaan ja tehokkaampaan suuntaan. Koska jokaisella yksiköllä on omat tavoitteensa ja prioriteettinsa, hankaloituu eri yksiköiden ja osastojen välinen yhteistyö, joka on kuitenkin liiketoimintaprosessien tehokkaan suorittamisen perusedellytys. Niinpä on mahdollista, että eri yksiköiden omat tavoitteet johtavat vain osaoptimointeihin, jotka ovat usein prosessin toimivuuden kokonaiskuvan kannalta vähäpätöisiä ja suorastaan jopa haittaavia. (Lecklin 2002: 139–140.)

Toimintojen välisiin rajapintoihin keskittyminen on olennaista, kun puhutaan prosessien toimivuuden takaamisesta ja prosessien kehittämisestä. Rajapinnoista löytyvätkin prosessien suurimmat riskit. Siten rajapinnoissa on usein eniten kehitettävää. Tähän voidaan ottaa esimerkki tilausmuutosprosessista. Kun tilausmuutospyyntö lähtee myyntiyhtiöstä tehtaalalle, saattaa muutospyyntö jäädä useiksi päiviksi odottamaan vastausta, vaikka kaikkien kannalta luonnollisesti olisi parasta, että pyyntöön reagoitaisiin mahdollisimman nopeasti. (Lecklin 2002: 140.)

Prosessien kehittäminen on tärkeää, koska koko yrityksen toiminnan kehittäminen perustuu ja on lähtöisin siitä. Prosessien kehittämismalleja on useita, mutta yksi tällainen on prosessien kolmivaiheinen kehittämismalli. Mallissa on kolme vaihetta: prosessin nykytilan kartoitus, prosessianalyysi ja prosessin parantaminen. Kehittämismallin ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan sen nimen mukaisesti, missä tällä hetkellä organisaatiossa ollaan prosessiin liittyen. Tämä vaihe on tärkeä, jotta prosessin kehittäminen lähtee heti alussa oikeaan suuntaan. Nykytilan kartoituksen vaiheeseen kuuluu prosessityön organisointi, prosessin toimivuuden arvioiminen sekä prosessikuvausten laatiminen. Prosessianalyysin vaiheessa pyritään ratkaisemaan prosessin ongelmia, analysoimaan kustannuksia ja ideoimaan erilaisia kehittämisvaihtoehtoja. Viimeisessä prosessin

parantamisen vaiheessa valitaan tapa, jolla prosessia lähetään kehittämään parempaan suuntaan. Kehittämistapa voi viedä prosessia vain jonkin aivan pienen muutoksen verran parempaan suuntaan. Toisaalta kehittämistapa voi olla myös aivan päinvastainen, eli se voi uudistaa koko prosessin täysin. Lopuksi otetaan laaditun parannussuunnitelman mukaisesti uudistukset prosessissa käyttöön. (Lecklin 2002: 149–150.)

Prosessien kehittämismalleja on olemassa muitakin. Useat prosessijohtamista harjoittavat yritykset käyttävät itse kehitettyä tai muilta lainattua prosessien kehittämismallia. Kehittämismallien tarkoituksena on antaa yritykselle edellytykset ja periaatteet prosessien kehittämiseksi. Valmiiden mallien hyödynä voidaan mainita muun muassa se, ettei yrityksen yksiköiden ja kehittämissiimien tarvitse erikseen käyttää resursseja kehittämisen tapojen ja systematiikan suunnittelemiseen. Kuvassa 2 on esiteltyä toinen prosessien kehittämismalli. Mallin vaiheet pätevät hyvin lähes jokaiseen prosessien kehittämismalliin. Ainoastaan viimeisen prosessin dokumentoinnin vaiheen ei voi sanoa olevan erityisen yleinen prosessien kehittämismallin vaihe. Yrityksen ylempi johto vastaa kuvan 2 kolmesta ylimmästä vaiheesta ja prosessitiimit kolmesta alimmasta vaiheesta. (Kvist, Arhoma, Järvelin & Räikkönen 1995: 63.)



Kuva 2. Esimerkki prosessien kehittämisen mallista (mukailen Kvist ym. 1995: 64).

Kun prosessia kehitetään, on kyse aina jonkinlaisesta muutoksesta. Muutos voi mennä huonompaan tai parempaan suuntaan vertailtaessa prosessin kehittämisen lopputulosta aikaan ennen kehittämisen alkamista (Laamanen 2001: 202–203). Laamasen (2001:

226) mukaan prosessien kehittämisen ja parantamisen peruseriaatteita ovat seuraavat kymmenen listattua kohtaa:

1. Jalostusarvon lisääminen ja asiakkaiden tarpeiden jatkuva huomioon ottaminen
2. Vähemmän arvoa tuovien eli ei-jalostettavien töiden määrän vähentäminen
3. Prosessin suorituskyvyn mittaaminen ja hajonnan vähentäminen
4. Läpimenoaikojen lyhentäminen
5. Prosessin yksinkertaistaminen ja minimoiminen
6. Joustavuuden lisääminen monitaitoisuuden, tiimien ja vastuukokonaisuuksien suurentamisen avulla
7. Prosessin havainnoitavuuden lisääminen
8. Kokonaisten prosessien ohjaaminen asiakkaalta asiakkaalle
9. Innovaatioiden ja uusien teknologioiden aktiivinen hyödyntäminen
10. Parhaan mahdollisen ratkaisun etsiminen ja käyttöönotto (benchmarking)
(Laamanen 2001: 226.)

Prosessikaavio on prosessin keskeiset vaiheet, toiminnot ja henkilöt havainnollistava kaavio. Prosessikaaviosta ei kuitenkaan aina välttämättä näe prosessiin tehtyjä parannuksia, koska prosessien kehittäminen organisaatiossa on usein vaiheittain ja vähitellen tapahtuvaa sekä siksi, koska parannukset saattavat olla hyvinkin pieniä yhden prosessin työvaiheen sisällä tehtyjä muutoksia. Prosessin kehittämisessä yksittäiset parannukset saattavat olla esimerkiksi ohjeiden, menettely- ja työskentelytapojen uudistamista, järkevämpien, loogisempien ja tehokkaampien toimintatapojen tai työkalujen käyttöönottoa tai toimintatapojen virtaviivaistamista. (Lecklin 2002: 152–169.)

Tässä tutkimuksessa on tarkoitus kehittää ABB Oy Motors and Generators -yksikön toimintaa ja toimintatapoja. Ennen kaikkea on tarkoitus vaikuttaa tilausmuutoksista vastaavan Delivery Support -tiimin toimintatapoihin tutkimalla tuotannon aikaisten tilausmuutosten kustannuksia ja hinnoittelua. Eli prosessi, jota tässä tutkimuksessa pyritään kehittämään, on tilausmuutosprosessi. Tämä tutkimus ei kuitenkaan pyri radikaaleihin muutos- ja kehitysehdotuksiin tilausmuutosprosessin ja sen hinnoittelun suhteen, vaan se pyrkii lähinnä tutkimaan, ovatko nykyiset toimintatavat järkeviä ja todellisten kustannusten mukaisia, ja mitkä ovat nykyisessä tilausmuutosprosessissa merkittävimmät kustannuksia tehtaalle aiheuttavat tekijät. Näiden näkökulmien pohjalta myöhemmin tässä tutkimuksessa pyritään tekemään kehitysehdotuksia kohdeyrityksen tilausmuutosprosessin kehittämiseksi.

Tilausmuutosprosessia pyritään kehittämään tässä tutkimuksessa kahdella työkalulla. Ensinnäkin pyritään tutkimaan ja arvioimaan ABB Oy Motors and Generators -yksikön yleisimpien tilausmuutosten todellisia tehtaalle aiheutuvia kustannuksia riisutun toimintolaskentamallin avulla. Toiseksi tutkitaan tilausmuutosprosessia DSM-työkalun (Design Structure Matrix) avulla. DSM:n avulla voidaan selvittää, millainen tilausmuutosprosessi on prosessirakenteeltaan. Sen jälkeen rakenteesta voidaan tehdä johtopäätöksiä siitä, synnyttääkö prosessirakenne tehottomuudellaan yksikölle tilausmuutuskustannuksia vai ei. Nämä työkalut kuitenkin määritellään tarkemmin ja laajemmin tämän tutkimuksen kolmannessa pääluvussa.

2.2.2 Tilaus-toimitusprosessi

Tilaus-toimitusprosessi on esimerkki valmistavan yrityksen tyypillisestä ydinprosessista, jossa hyödynnetään yrityksen ydinsaamista. Tilaus-toimitusprosessi alkaa asiakkaasta ja päättyy asiakkaaseen. Tilaus-toimitusprosessia (Order-to-Deliver -process) ja tilaus-toimitusketjua (Supply Chain) käytetään usein ristiin, vaikka tämä vain yleensä sekoittaa lukijaa. Englannin kielessä termit erottuvat suomen kieltä selkeämmin toisistaan. Käsite tilaus-toimitusketju korostaa eri toimijoiden ja osallistujien välistä vuorovaikutusta, kun taas sana prosessi puolestaan viittaa suoritettuihin tehtäviin ja toimintoihin, jotka suoritetaan konkreettisen tuloksen aikaansaamiseksi (Sakki 2009: 14–15). Tässä tutkimuksessa käytetään molempia termejä ja tarkoitus on sama.

Tilaus-toimitusketju voidaan määritellä monella eri tavalla. Chopran ja Meindlin (2010: 20) mukaan tilaus-toimitusketjuun kuuluvat kaikki suoraan tai epäsuorasti asiakkaan tarpeen tyydyttämiseen osallistuvat tekijät. Puolestaan Lysons ja Farrington (2006: 91) määrittelevät tilaus-toimitusketjun olevan verkosto organisaatioita, jotka kytkeytyvät yrityksen toimintoihin ja prosesseihin. Toimintojen ja prosessien avulla pyritään tuottamaan arvoa asiakkaalle tuotteiden tai palveluiden muodossa. Toisaalta tilaus-toimitusketjun voidaan määritellä koostuvan kahden tai useamman yrityksen toimintojen välisestä verkosta, mutta samalla voidaan sanoa, että myös yhden yrityksen sisällä olevat toiminnot muodostavat tilaus-toimitusketjun (Sakki 2009: 21–22). Yksinkertaisimmillaan tilaus-toimitusketjuun kuuluu vain tavarantoimittaja, kohdeyritys ja asiakas, mutta usein ketju on kuitenkin kokonainen verkosto, joka muodostuu useista yrityksen palveluiden tuottajista, asiakkaista, tavarantoimittajista sekä toimittajien toimittajista että asiakkaiden asiakkaista (Sakki 2009: 21–22).

Tilaus-toimitusprosessi on laaja kokonaisuus, joka muodostuu useista erilaisista lähinnä informaatiovirtoihin ja logistiikkaan liittyvistä tehtävistä ja toiminnoista. Tavaroiden käsittely ja kuljetus, ihmisten välinen kommunikointi ja tiedon välittäminen sekä tilausten käsittely ja maksujen hallinta ovat oleellisia elementtejä tilaus-toimitusprosessissa. Tilaus-toimitusprosessissa eri toimijoiden välillä liikkuvat niin tavarat, tieto kuin rahaakin. Tilaus-toimitusprosessi toimii organisaatioille todella merkittävänä kustannusten aiheuttajana, koska se on erittäin merkittävä ja yleinen prosessi lukemattomissa organisaatioissa, ja koska siihen liittyvissä työtehtävissä työskentelee päivittäin lukuisia työntekijöitä. (Sakki 2009: 21.)

Horisontaalasti yrityksen läpi leikkaavan tilaus-toimitusprosessin toiminnot ja tehtävät ajoittuvat ajallisesti asiakkaan tilauksen ja toimituksen tai laskutuksen väliin. Toimintoihin osallistuu siis useita eri yksiköitä organisaation sisällä. Tilaus-toimitusprosessin tärkein ja merkittävin tavoite on maksimoida asiakkaalle tuotettu arvo. Arvo saadaan vähentämällä tuotteen hinnasta tilaus-toimitusprosessin kustannukset. (Chopra & Meindl 2010: 22.)

Raaka-ainelähteiltä asiakkaalle kulkeva materiaalivirta konkretisoi ja luo tilaus-toimitusprosessin konkreettisen tuloksen (Karrus 1998: 27–28). Tuloksen halutaan olevan luonnollisesti mahdollisimman suuri, jotta liiketoiminta organisaatiossa olisi mahdollisimman kannattavaa. Jos kannattavuus on heikolla tasolla, kiinnitetään organisaatiossa yleensä erityisen tarkkaa huomiota kustannuksiin (Sakki 2009: 37).

Tilaus-toimitusprosessissa kustannuksia aiheuttavat tuotannontekijät, joita prosessin tuotteita ja palveluita tuottavat toiminnot vaativat. Esimerkiksi työ, pääoma ja raaka-aineet ovat tuotannontekijöitä. Jotta tilaus-toimitusprosessi olisi kannattava, tulisi sen olla tehokas. Tehokas tilaus-toimitusprosessi on tuotannontekijöiden tehokasta hyödyntämistä, eli tavoitteena on saada mahdollisimman vähäisellä tuotannontekijöiden käytteisellä mahdollisimman suuri ja arvokas tuotos tuotteiden ja palveluiden osalta. (Sakki 2009: 37–40.)

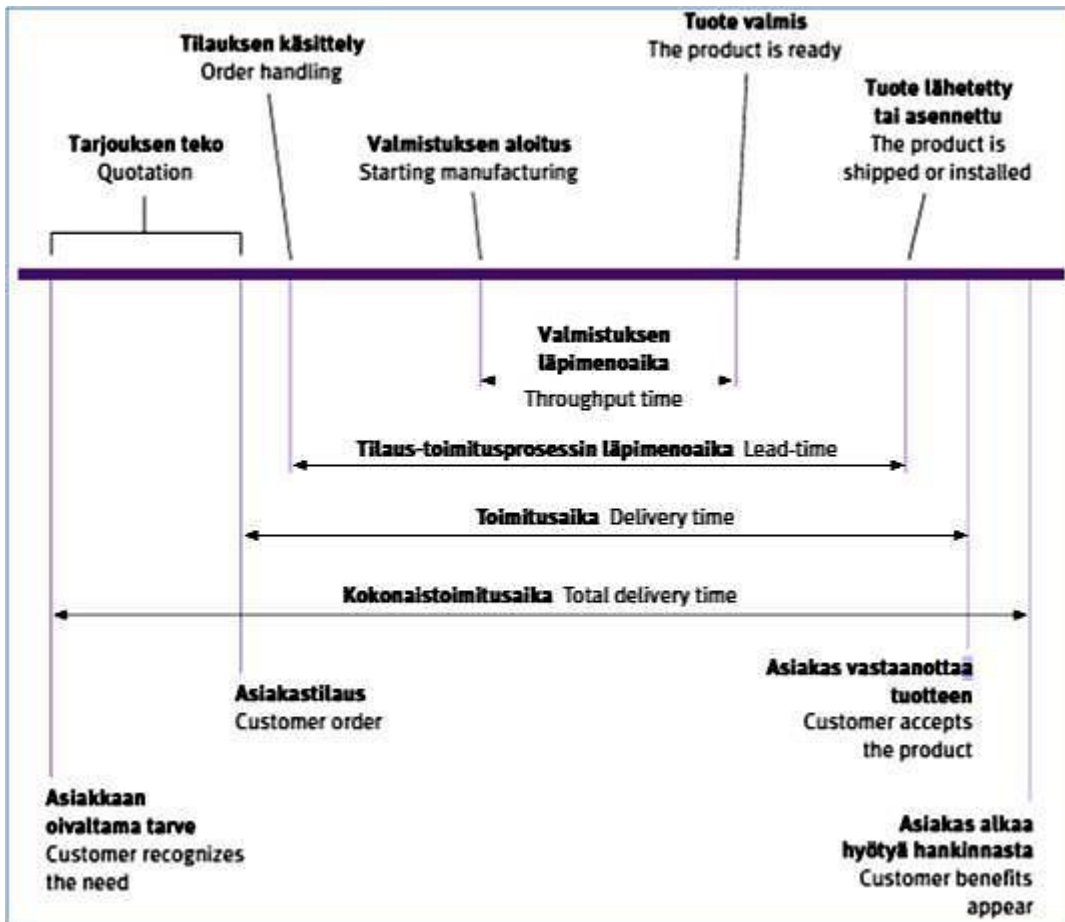
Kuten aiemmin on todettu, tilaus-toimitusprosessin tärkein tavoite on maksimoida asiakkaalle tuotettu arvo. Arvon tuottaminen ei ole kuitenkaan aina niin yksinkertaista tai helppoa, sillä ensinnäkin se vaatii asiakkaiden yhä monipuolistuvien ja kasvavien vaatimusten ja tarpeiden tunnistamisen ja lopulta myös niiden täyttämisen. Kustannukset nousevat suurten tuotevalikoimien, yhä lyhenevien toimitusaikojen ja aina vaan innova-

tiivisempien tuotteiden myötä. Nämä myös sitovat tehtaan kapasiteettia ja laskevat samalla prosessin tehokkuutta. Niinpä yritys joutuu usein valitsemaan tehokkuuden ja joustavuuden väliltä. Chopran ja Meindlin (2010: 44–45) mukaan tilaus-toimitusprosessin toiminnot eivät voi olla samanaikaisesti sekä erityisen tehokkaita että erityisen joustavia. (Chopra & Meindl 2010: 22–45.)

Asiakkaiden tarpeiden tunnistaminen ja niiden tulkitseminen oikein on erityisen tärkeää tilaus-toimitusprosessin onnistumisen kannalta heti myyntivaiheessa, jotta voidaan välttää ongelmien syntyminen prosessin myöhemmässä vaiheessa tilausten käsittelyssä, suunnittelussa tai tuotannossa. Mikäli asiakkaan tarvetta ei ole tulkittu oikein myynnin osalta heti myyntivaiheessa ennen tilauksen kirjaamista tai kirjaamisen yhteydessä, on tästä usein seurauksena tilausmuutos tilaus-toimitusprosessin myöhemmässä vaiheessa. Tilausmuutokset vaikeuttavat tilaus-toimitusprosessin tehokkuuden säilyttämistä.

Seuraavan sivun kuva 3 selventää toimitusprosessin vaiheita ja sen läpimenoaikoja. Tilausmuutokset pidentävät läpimenoaikoja toimitusprosessissa. Vaikka tässä tutkimuksessa ei painoteta erityisen tarkkaan läpimenoaikoihin ja niiden kasvuun, on tämä tilausmuutosten seuraus kuitenkin oleellista tuoda tässä vaiheessa tutkimusta esille, kun käsitellään tilaus-toimitusprosessia. Kasvat läpimenoajat kasvattavat myös tuotteiden toimitusaikoja. Kun toimitusajat kasvat, asiakkaiden tarpeisiin ja vaatimuksiin ei pystytä vastaamaan toimitusaikojen osalta. Mitä kauemmin tuote viettää aikaa tilaus-toimitusketjussa, sitä enemmän resursseja se vie ja sitä enemmän se luo yritykselle kustannuksia. Yleisesti ottaen tilaus-toimitusprosessissa tavoitellaan mahdollisimman lyhyttä läpimenoaikaa, jolla voidaan saada pääoma kiertämään entistä nopeammin ja vähentää samalla sidottua pääomaa (Karrus 1998: 27–28).

Lisäksi kuvasta 3 voidaan vielä huomata, kuinka merkittävä osa tilauksen käsittelystä alkava ja tuotteen lähettämiseen tai asennukseen päättyvä tilaus-toimitusprosessi on koko toimitusprosessissa. Tilausmuutospyyntö voi saapua asiakkaalta milloin tahansa tilaus-toimitusprosessin aikana: ennen valmistuksen aloitusta, valmistuksen aikana tai sen jälkeen ennen lähettämistä.



Kuva 3. Toimitusprosessin läpimenoaikoja (Laamanen & Tinnilä 2009).

Tilaus-toimitusprosessin toiminnan tehokkuuteen vaikuttavat sekä tuote- ja palveluvalikoiman että asiakaskohderyhmän laajuus ja monimuotoisuus. Yrityksessä joudutaan lisäämään ja monipuolistamaan tuotteiden ja palveluiden valikoimia, kun asiakkaiden määrä ja asiakaskunnan erilaisuus lisääntyvät. Liiketahtumien lukumäärä kasvaa, mutta samalla kasvaa myös työmäärä, jota tuotteita ja palveluita tuottavat toiminnot vaativat, sillä työn määrä lisääntyy hyvin usein suhteessa enemmän kuin volyymin muutos. Aiempaa laajemman ja monimuotoisemman asiakaskunnan ja tuotevalikoiman seurauksena myynnin on aiempaa vaikeampi ja työläämpi pitää yllä asiakaskontakteja ja luoda ennustuksia. Lisäksi tuotannon tehokkuus laskee monimuotoistuneen tuotevalikoiman myötä, kun tuotteita myydään aiempaa pienemmissä erissä, sillä laajassa tuotevalikoimassa on suppeaa tuotevalikoimaa suuremmalla todennäköisyydellä seassa tuotteita, joiden myynti on suhteellisen vähäistä. Tämä lisää myös tuotteiden kuljetus- ja

käsittelykuluja, kun kerralla joudutaan usein toimittamaan aiempaa pienempiä erä. Puolestaan suppea tuotevalikoima nostaa sekä asiakaskohtaista että tuotekohtaista myyntiä määrällisesti. Liiketapahtumien lukumäärä vaikuttaa vahvasti tilaus-toimitusprosessin kustannuksiin. (Sakki 2009: 44–45.) ABB Oy Motors and Generators -yksikössä tuotevalikoima on suhteellisen laaja ja sitä on viime vuosina enimmäkseen laajennettu entisestään. Tästä voidaan myös päätellä, että mitä laajempi asiakasvalikoima ja -kunta yrityksellä on, sitä suuremmalla todennäköisyydellä myös tilausmuutoksia esiintyy tilaus-toimitusprosessissa.

Tilaus-toimitusprosessissa erilaisia tuotteiden valmistuksen ohjaustapoja voidaan määrittellä useita. Engineer-to-Order (ETO) -tuotanto on tilauskohtaisen suunnittelun tuotantotapa. Make-to-Order (MTO) -tuotanto tarkoittaa puolestaan tilauskohtaisen valmistamisen tuotantotapaa. Lisäksi muista tavanomaisimmista tuotantotavoista voidaan mainita Make-to-Stock (MTS) eli varasto-ohjautuva tuotantotapa sekä Assembly-to-Order (ATO) eli tilauskohtaisesti kokoonpantava tuotantotapa. (Vollmann, Berry, Whybark & Jacobs 2005: 20–22.)

MTO-tuotantotapa voidaan määrittellä siten, että kyseisessä tuotantotavassa tuotteen valmistaminen alkaa vasta tilauksen saapumisen jälkeen. MTO-tuotantotavassa yrityksellä on tuotekuvasto, jonka tuotevalikoimasta asiakas valitsee tuotteen ja tekee tilauksen. Puolestaan ETO-tuotantotavassa tuote uudelleen suunnitellaan tilauksen vastaanottamisen jälkeen ennen varsinaisen tuotannon aloittamista. ETO-tuotantotapaa hyödynnetään yleensä erityisesti monimutkaisia korkean teknologian tuotteita valmistettaessa. Usein ETO-tuotantotavassa kunkin tuotteen valmistusprosessi on kertaluonteinen. (Caron & Fiore 1995.)

MTS-tuotantoympäristössä tavarantoimittaja toimittaa valmiita tuotteita asiakkaille suoraan varastoistaan, jonne valmiit tuotteet on varastoitu. Eli asiakas voi ostaa ainoastaan sellaisen tuotteen varastosta, jota siellä on. Siten MTS-ympäristössä varastoon tuotettavien tuotteiden tuotanto perustuu kysynnän tarkkaan ennustamiseen. Puolestaan tilausperusteisissa tuotantotavoissa myyntitilaus toimii tuotannon käynnistäjänä. ATO-tuotantotavassa lopputuotteet konfiguroidaan ja kootaan ennalta määritetyistä komponenteista tai osakokonaisuuksista, jotka on valmistettu varastoihin etukäteen. MTO- ja ETO-tuotantotavoissa asiakas määrittää täysin tai lähes täysin tuotettavan lopputuotteen. Kyseisissä tuotantotavoissa tuotetta valmistavan yrityksen tehtävänä on muuntaa

asiakkaan vaatimukset siihen muotoon, jotta ne on mahdollista toteuttaa tehtaalla sekä suunnittelun että tuotannon osalta. (Hill 2000; Vollmann ym. 2005.)

MTO- ja ETO-tuotantoympäristöissä toimiva ja tuotteita valmistava yritys kykenee vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin asiakaskohtaisesti räätälöidyillä tuotteilla, mutta samalla yritys kärsii pidempien toimitusaikojen aiheuttamista kustannuksista, jotka ovat räätälöinnin seuraus MTO- ja ETO-tuotantotavoissa (Holmström, Hoover, Louhiluoto & Vasara 2000). Sekä MTO- että ETO-tuotantotavassa suunnittelun rooli on merkittävä tuotteen valmistusprosessissa. MTO-tuotantotavassa tuotannossa tarvittavat vaiheet ja materiaalit määritellään suunnittelijan toimesta. Tarvittavat materiaalit tilataan toimittajalta, mikäli niitä ei löydy valmiina varastosta. ETO-tuotantotavassa puolestaan suunnittelijan vastuu on erityisen iso, kun määritellään tuotetta. Lisäksi ETO-valmistuksessa tarvitaan erityisen paljon informaatiota asiakkaalta. (Vollmann ym. 2005: 22.)

Koska ETO-tuotantotavassa komponentit ja tuotteet rakenteineen suunnitellaan asiakas- ja tilauskohtaisesti, ei jokainen tuotantovaihe aina sisälly tuotteen valmistusprosessiin, vaan myös tuotantovaiheet ovat asiakas- ja tilauskohtaiset. Niinpä ETO-tuotannossa tuotannon läpimenoajat ja tuotteiden toimitusajat kokonaisuudessaan vaihtelevat. Asiakkailta saapuvat erityisvaatimukset, tilauskohtaiset erikoismateriaalit ja prosessien tilauskohtaiset muutokset estävät usein vakiovalmistusketjun käyttämisen ETO-tuotannossa. (Ahoniemi, Mertanen, Mäkipää, Sievänen, Suomala & Ruohonen 2007: 21–22.)

ETO-tuotannossa vakiovalmistusketjuja ei voida yleensä määrittää, kun taas MTO-tuotannossa tähdätään vakiovalmistusketjujen muodostumiseen, jotta voidaan saavuttaa mahdollisimman tasainen ja lyhyt toimitusaika sekä kilpailukykyinen toimitusvarmuus. Tätä edesauttaa se, että tuotteet ja tuoterakenteet ovat MTO-tuotannossa yleensä esisuunniteltuja ja etukäteen tunnettuja. (Ahoniemi ym. 2007: 21.) Koska vakiovalmistusketjuja ei ETO-tuotannossa yleensä ole, ovat tilauserien koot ETO-tuotannossa lukumäärällisesti yleensä todella pieniä (Petersen 2007: 61).

Myynnin ja tuotannon välinen yhteistyö ja koordinointi ovat usein hankalampaa MTO-tuotantoympäristössä kuin MTS- tai ATO-ympäristöissä (Uskonen & Tenhiälä 2013). MTS- ja ATO-tuotantotavoissa tiedetään mitä asiakkaat tilaavat, mutta ei tiedetä, milloin tilaukset tapahtuvat, ja kuinka paljon tuotteita tilataan. Puolestaan MTO-tuotannossa ei tiedetä edes sitä, mitä asiakkaat tilaavat, kunnes vasta sen jälkeen, kun

tilaus on saapunut asiakkaalta yritykselle. Yleensä yritykset operoivat samanaikaisesti useissa eri tuotantoympäristöissä ja siten joutuvat hallitsemaan useita eri tuotantofilosofioita (Vollmann ym. 2005). Tämä tuo omat haasteensa yritykselle, sillä toiminnan koordinointi yrityksen tilaus-toimitusprosessissa hankaloituu entisestään, mikäli yrityksellä on käytössään useita eri tuotantofilosofioita (Vrijhoef & Koskela 2000). MTO-ympäristössä minkä tahansa tilaus-toimitusprosessissa ilmenevän epävarmuutta tuovan tekijän aiheuttamat negatiiviset vaikutukset ja seuraukset ovat yleensä merkittävämpiä kuin MTS-ympäristössä (Koh, Gunasekaran & Saad 2005).

ABB Oy Motors and Generators -yksikössä on käytössä sekä Make-to-Order (MTO) että Engineer-to-Order (ETO) valmistuksen ohjaustavat. Jokainen tuotetilaus ei välttämättä tarvitse erikseen suunnittelua, vaan yksinkertaisimmat tilaukset voidaan ohjata valmistukseen suunnittelun ohi. Tällöin valmistus tapahtuu valmiiden tuoterakenteiden ja varianttien perusteella. Kuitenkin harvinaislaatuiset tilaukset menevät suunnitteluun. Joidenkin tilausten kohdalla on hankittava myös erikoismateriaaleja asiakasvaatimusten täyttämiseksi. ABB Oy Motors and Generators -yksikössä tuotteita ei valmisteta varastoon, vaan tuotteet valmistetaan tilauskohtaisesti sen jälkeen, kun tilaus on saapunut. Tilauskohtaiset tuotteet voivat olla joko tuotteita ilman variantteja, yksitasoisia tuotteita varianttien kanssa tai monitasoisia tuotteita osaluettelon kanssa tai ilman.

2.2.3 Ulkoiset tilausmuutokset osana tilaus-toimitusprosessia

Tilausmuutokset ovat lähtöisin lähtökohtaisesti joko asiakkaalta tai yritykseltä itseltään. Otetaan esimerkki rakennusalalta. Rakennusalalla tilausmuutokset jaotellaan omistajalähtöisiin (owner-generated) ja tapahtumapaikalla syntyviin (field-generated) tilausmuutoksiin. Omistajalähtöisissä tilausmuutoksissa rakennushankkeen omistaja haluaa alkuperäiseen urakkasopimukseen jonkin sen laajuutta tai yksityiskohtaa koskevan muutoksen. Tapahtumapaikalla syntyvät tilausmuutokset ovat lähtöisin yllättävistä ja odottamattomista tapahtumista, konflikteista tai ongelmista, jotka ovat ilmenneet rakennusprojektin aikana ympäristön tai olosuhteiden seurauksena. Sekä omistajalähtöiset että tapahtumapaikalla syntyvät tilausmuutokset aiheuttavat lisäkustannuksia ja -työtä, mutta ainoastaan omistajalähtöiset tilausmuutokset ovat yleensä väistämättömiä. Tapahtumapaikalla syntyvät tilausmuutokset ovat usein vältettävissä toimimalla huolellisesti ja suunnitellusti projektin aikana ja siten välttämällä heikkotasoisien koordinoimien ja suunnittelun. (Riley, Diller & Kerr 2005.)

Edellä mainittu rakennusalan jaottelu tilausmuutoksille sopii myös tähän tutkimukseen hyvin. Tässä tutkimuksessa omistajalähtöiset tilausmuutokset ovat asiakkaalta lähtöisin olevia ulkoisia tilausmuutoksia, jotka ovatkin tämän tutkimuksen ensisijainen kohde. Tapahtumapaikalla syntyviä tilausmuutoksia voidaan kutsua sisäisiksi yrityksestä itsestä johtuviksi tilausmuutoksiksi. Näihin muutoksiin ei tässä tutkimuksessa kiinnitetä suurta huomiota, vaan ne jätetään aihealueen rajauksen ulkopuolelle.

Asiakkaalta lähtöisin olevat ulkoiset tilausmuutospyyntö ovat merkittävä osa ABB Oy Motors and Generators -yksikön tilaus-muutosprosessia. Kesken tuotannon tapahtuvat tilausmuutokset kasvattavat tuotannon läpimenoaikoja ja kustannuksia. Tiihosen (1999: 46) mukaan tilaus-toimitusprosessin alussa esimerkiksi myyntivaiheessa tehty virhe aiheuttaa tilausmuutoksen ennemmin tai myöhemmin prosessissa. Muutostyö maksaa kuitenkin paljon enemmän, mikäli virhe huomataan prosessin loppuvaiheessa kuin mikäli se huomattaisiin jo sen alussa. Tiihosen (1999: 46) mukaan pahimmassa tapauksessa virhe huomataan vasta prosessin lopussa. Tällöin tehdas on valmistanut vääränlaista tuotetta asiakkaalle jo prosessin loppuun tai lähes loppuun saakka. Niinpä voidaan todeta, että mitä myöhemmin tilausmuutospyyntö saapuu myyntiyhtiöltä tehtaalle, sitä suuremmat kustannukset tilausmuutoksesta todennäköisesti aiheutuu.

Perinteisesti tuotantotalouden näkökulmasta katsottuna tilausmuutokset ymmärretään yleensä tuotteen teknisiin ominaisuuksiin, toimintoihin, komponentteihin, muotoihin, mittoihin tai dokumentteihin vaikuttavina muutoksina. Samassa yhteydessä tilausmuutoksen termi esiintyy usein myös teknisen tilausmuutoksen termillä (engineering change order – ECO), jonka tavoitteena on pidentää tuotteen käyttöönnoton jälkeistä elinkaarta. Tuotteen elinkaaren hallintaan (Product life-cycle management – PLM) liittyvät tilausmuutokset ovat tyypillisiä monimutkaisille tuotteille, koska monimutkaisuuden vuoksi niiden valmistaminen kokonaan alusta on usein erittäin kallista ja kannattamatonta. Tällaisessa tapauksessa tilausmuutokset ovat yleisiä ja järkeviä. (Tavcar & Duhovnik 2005.)

Tilausmuutoksia ja niiden kustannuksia ei ole syytä vähätellä. Pienelläkin muutoksella saattaa olla isot seuraukset. On mahdollista, että asiakkaasta pieneltä tuntuva tilausmuutos työllistää useaa ihmistä, kun muutos vaatii myös jonkin toisen rakenteellisen osan muuttamisen tai yksityiskohdan tarkistamisen tuotteessa. (Peltonen, Martio & Sulonen 2002: 71.) Niinpä tilausmuutosten hinnoittelu on erityisen tärkeää, jotta pystyttäisiin kattamaan niistä tehtaalle aiheutuvat todelliset kustannukset kokonaan ja jopa parhaassa

tapauksessa tuottamaan voittoa kustannusten kattamisen lisäksi. Kun tilausmuutoksen todellinen tehtaalle aiheutuva kustannus on epäselvä, on vaikeaa tai jopa mahdotonta hinnoitella muutos täysin varmasti tehtaalle kannattavaksi. Epävarmuus tilausmuutoksen hinnan suhteen on ongelma siinä vaiheessa, kun pitäisi perustella muutostyön aiheuttamaa lisähintaa myyntiyhtiölle ja sitä kautta asiakkaalle. Tämä johtaa usein joko koko tilausmuutoksen perumiseen tai sen toteuttamiseen tehtaalle tappiota aiheuttavaan alihintaan. Tilausmuutoksen peruminen tarkoittaa usein sitä, ettei asiakas saa täysin sellaista tuotetta, jonka hän olisi halunnut.

Keinoja muutostöiden määrän vähentämiseen on olemassa. Standardisoitujen komponenttien käyttämisen sekä modulaaristen tuotteiden ja tuoteperheiden suosimisen kautta voidaan pyrkiä lyhentämään läpimenoaikoja, mikä taas puolestaan antaa asiakkaalle vähemmän aikaa pyytää tilausmuutoksia. Massaräätälöidyssä tuotannossa nämä keinot mahdollistavat sen, että tuotteen räätälöinti asiakaskohtaiseksi tapahtuu mahdollisimman myöhään tuotannossa. (Uskonen & Tenhiälä 2012.) Mutta yrityksen täytyy itse määrittää, haluaako se tietoisesti ja kaikin keinoin vähentää tilausmuutosten määrää, vai onko tilausmuutoksilla tarkoitus saada lisää katetta joustavan ja sujuvasti toimivan tilausmuutosprosessin kautta.

2.3 Massaräätälöinti

Tuotannon ja markkinoiden välistä suhdetta voidaan lähestyä monesta eri näkökulmasta. Lähestymistapoja ovat esimerkiksi massatuotanto, uniikki käsityö, jatkuva kehittäminen ja *massaräätälöinti* (*mass customization*). Kussakin lähestymistavassa pyritään muuttamaan prosessia ja tuotetta tai palvelua. Massatuotanto on perinteisin ja tunnetuin lähestymistapa. Massatuotantoa hyödyntävällä yrityksellä valmistettavien tuotteiden eräkoot ovat suuria. Suuret tuote-erät pyritään massatuotannon avulla valmistamaan mahdollisimman tehokkaasti. Tuotteen hinta toimii pääkilpailutekijänä. Massatuotannossa tuotteet ovat standardituotteita ja niihin tulevia muutoksia vältetään kaikin keinoin. Tällä tavoin tuotantoprosessi pyritään pitämään vakiona, tuotantovolyymit korkeana, tuotevariaatioiden määrä minimissä ja tuotantokustannukset alhaalla. Massatuotanto tähtää suurille markkinoille. (Ahoniemi ym. 2007: 15.)

Jatkuvan kehittämisen lähestymistapa on lähtöisin autoteollisuudesta. Sen suurin tavoite on laadun ja läpimenoaikojen parantaminen. Jatkuvan kehittämisen lähestymistavassa

hinnat määräytyvät markkinoiden mukaan. Lähestymistavassa ei tehdä muutoksia tuotteeseen, mutta itse tuotantoprosessia voidaan muuttaa tai parantaa pitkällä aikavälillä. Jatkuvan kehittämisen lähestymistavassa hyödynnetään Lean- ja JIT-tuotantomalleja, eli pyritään minimoimaan tuottamattoman työn osuus prosesseissa ja virtaviivaistamaan toiminta. Lähestymistavan kilpailuetu syntyy oman toiminnan tehokkuudesta. (Ahoniemi ym. 2007: 15–16.)

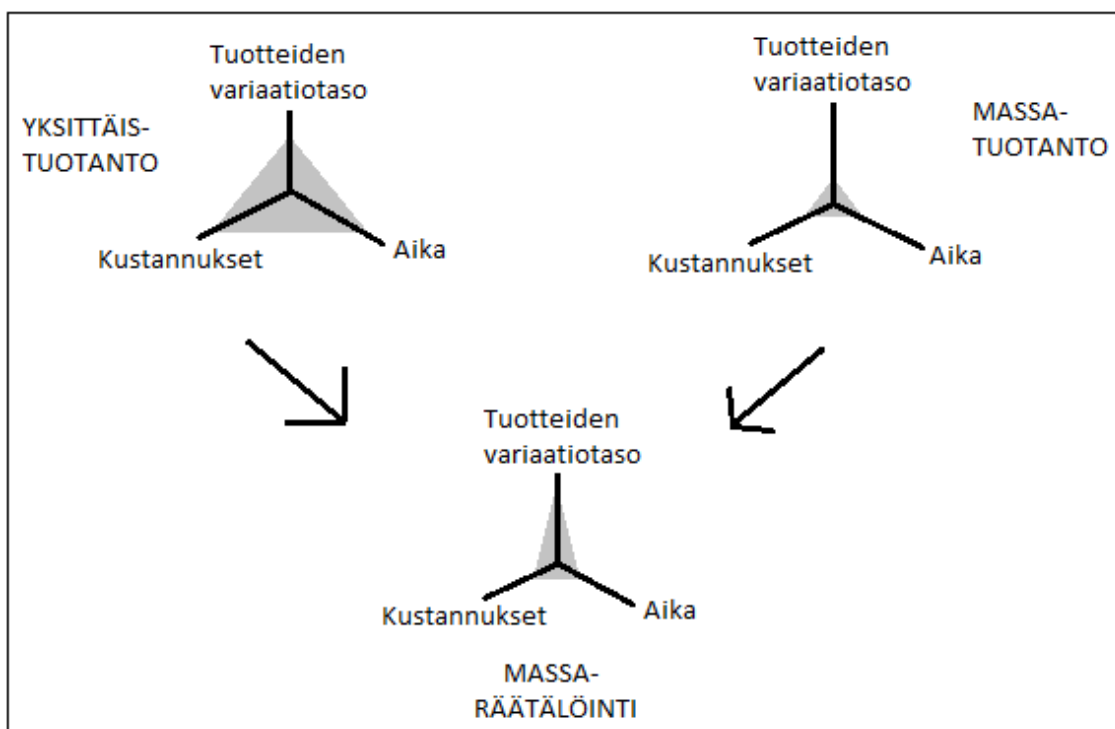
Uniikin käsityön tuotannon lähestymistavassa tuotteiden ainutlaatuisuus on pääkilpailukyky. Tässä tuotantotavassa pyritään valmistamaan uniikkeja tuotteita vaihtelevilla tuotantoprosesseilla prosessin tai tuotteen muuntelua välttelemättä. Rääätälöidyt vaatteet ja erikoismuotoilut autot ovat esimerkkejä tuotteista, jotka ovat yleensä tuotettu uniikin käsityön tuotantotavalla. Tyypillisesti uniikissa käsityössä tuotteiden hinta on korkea ja toimitusaika pitkä. (Ahoniemi ym. 2007: 16.) Tämän voi päätellä johtuvan siitä, että tuotteiden ainutlaatuisuuden vuoksi valmistettavat eräkoot ovat pieniä ja tuotantomateriaalit usein kalliita.

Massarääätälöinti on tuotantotapa, jossa kyetään valmistamaan asiakkaiden yksilöllisiä tarpeita vastaavia tuotteita riittävän kustannustehokkaasti joustavien tuotantojärjestelmien avulla. Pitämällä tuotantoprosessin lähes muuttumattomana massarääätälöinnin tuotantotavalla voi tuottaa laajan valikoiman erilaisia tuotteita. Tälle ehtona kuitenkin toimii joustavien tuotantojärjestelmien olemassaolo. Näiden tuotantojärjestelmien tulisi kyetä käsittelemään suurta joukkoa erilaisia tuoterakenteita ja näiden yhdistelmiä. (Ahoniemi ym. 2007: 16.)

Massatuotannon ongelmana on, että kaikki tuotteet ovat samanlaisia eikä asiakas voi määritellä oman tuotteensa ominaisuuksia juuri ollenkaan. Korkeat kustannukset tulevat ongelmaksi uniikin käsityön tuotantotavassa, kun tuotantoprosessia pitäisi olla toistuvasti muuntelemassa asiakastarpeiden mukaisesti. Massarääätälöinnin tuotantotavassa valjastetaan edellä mainittujen lähestymistapojen hyvät puolet käyttöön. Niinpä massarääätälöinnin tuotantotapa voidaan määritellä, kuten Ahoniemi ym. ovat sen määritelleet:

”Massarääätälöinti on määritelty toimintatavaksi, jonka avulla asiakkaalle kyetään tuottamaan jopa ainutkertaisesti rääätälöity tuote teollisen massatuotannon tehokkuudella joustavien tuotantoprosessien ja organisaatorakenteiden avulla.” (Ahoniemi ym. 2007: 16).

Oleellista massaräätälöinnissä on monien eri ominaisuuksien yhtäaikaisuus. Tuotannon volyymien tulisi olla suuria, tuotantoprosessin tulisi olla kustannustehokas ja samalla yrityksen pitäisi kyetä tehokkaasti reagoimaan asiakkaiden jatkuvasti muuttuviin vaatimuksiin (Tu, Vonderembse & Ragu-Nathan 2001: 201). Kuvasta 4 havaitaan, kuinka massatuotannon tehokas ajankäyttö ja vähäiset kustannukset sekä yksittäistuotannon monipuoliset tuotevalikoimat yhdistyvät massaräätälöinnissä. Massaräätälöinnissä erilaisten tuotteiden määrä eli variaatiotaso on korkea.



Kuva 4. Massaräätälöinnissä yhdistyvät massantuotannon tehokkuus ja yksittäistuotannon tuotevariaatiotaso (mukaillen Ahoniemi ym. 2007: 17).

Massaräätälöinnissä otetaan suurtuotannon eduista käyttöön alhaisemmat tuotannon yksikkökustannukset. Yksikkökustannukset laskevat, kun tuotannon volyymi kasvaa. Tämän onnistumiseksi organisaatiossa tulisi kuitenkin olla joustava organisaatorakenne ja tuotantoprosessi. Massaräätälöinnin avulla pyritään olemaan kilpailukykyisiä ja saavuttamaan kilpailuetu useilla eri osa-alueilla, kuten joustavuudessa, laadussa, tuotantoajassa ja hinnassa. (Ahoniemi ym. 2007; Alfnes & Skjelstad 2010.) Lisäksi massaräätälöinnin avulla täytetään muita tuotantotapoja tehokkaammin asiakkaiden aina vain mo-

nipuolistuvat tarpeet, vältetään kustannuksia aiheuttavaa turhaa varastointia, pidetään tuotevalikoimat tuoreina ja vähennetään siten tuotteiden vanhentumista, osallistutetaan asiakas muita tuotantotapoja paremmin tuotteen suunnitteluvaiheeseen ja saadaan mahdollisuus kalliimpaan hinnoitteluun (Heiskala, Tihonen, Paloheimo & Soininen 2007: 3–13).

Massaräätälöinti voidaan jakaa erilaisiin ulottuvuuksiin, joita ovat *erilaistaminen*, *kustannustehokkuus* ja *asiakasintegraatio*. Ulottuvuudet sekä määrittelevät massaräätälöinnin että tuovat esiin niitä ominaisuuksia, joita massaräätälöinniltä edellytetään. Massaräätälöinnissä erilaistaminen tarkoittaa sitä, että tuote tai palvelu vastaa täsmälleen yksittäisen asiakkaan tarpeita siitä huolimatta, että samalla näitä kyseisiä tuotteita tai palveluita tuotetaan suhteellisen suurelle asiakaskunnalle. Kustannustehokkuus puolestaan tarkoittaa massaräätälöinnissä sitä, että asiakaskohtaisten tuotteiden valmistaminen ei juuri nosta valmistuskustannuksia, vaan kustannukset vastaavat suurin piirtein normaalin massatuotannon kustannuksia. Lisäksi massaräätälöinnin viimeisen ulottuvuuden eli asiakasintegraation mukaan massaräätälöinnissä on tarkoitus kerätä asiakaskohtaista informaatiota asiakkaista räätälöintiprosessin aikana eli silloin, kun asiakkaan tilaamia tuotteita yksilöllistetään kunkin asiakkaan tarpeiden mukaisiksi. Prosessista kerätty asiakasinformaatio auttaa luomaan kestävä suhteen yrityksen ja asiakkaan välille. (Piller 2004a: 2-3.)

Yleensä massaräätälöintiä tavoitellaan ja siihen siirrytään, koska kilpailu yritysten välillä on voimistunut, markkinat ovat globalisoituneet ja teknologisten innovaatioiden määrä on lisääntynyt. Siten yrityksissä halutaan massaräätälöinnin kautta saavuttaa kilpailuetua kykenemällä vastaamaan jopa yksittäisten asiakkaiden tarpeisiin riittävän kustannustehokkaasti tavoittelemalla massatuotantotuotteen tuotantokustannustasoa. Massaräätälöinti kuitenkin edellyttää, että kolme edellä mainittua massaräätälöinnin ulottuvuutta hallitaan organisaatiossa hyvin. Tehokkuus, erilaiset ja asiakaskohtaiset tuotteet ja palvelut sekä asiakassuhteista huolehtiminen ja niiden sitouttaminen kestäväksi suhteeksi ovat edellytyksiä toimivalle massaräätälöinnille. Asiakkaiden nopeasti muuttuviin vaatimuksiin on kyettävä vastaamaan tuotteiden ja toimintaprosessien avulla, joiden tulee olla riittävän vakioituja, jotta tuotantokustannukset pysyvät alhaalla. Niinpä tuotteiden ja prosessien vakiointi asettaa rajat valmiiksi suunnitelluille tuote- ja palvelukokonaisuuksille, joita yritys kykenee valmistamaan, ja joista asiakas voi valita tarpeitaan parhaiten vastaavan tuotteen. (Da Silveira, Borenstein & Fogliatto 2001: 11; Ahoniemi ym. 2007: 23; Piller 2004b: 315.)

Massaräätälöinnin edellytysten saavuttamisessa on omat haasteensa. Ensinnäkin, jotta tuotteet voidaan valmistaa asiakaskohtaisesti, asiakkaalta tarvitaan paljon yksityiskoh- taista informaatiota. Lisäksi informaation tulee liikkua prosessin sisällä eri vaiheiden välillä. Yksittäisten tuotteiden konfigurointi, asiakkaiden toiveiden ja tarpeiden selvittäminen, yhä monimutkaistunut suunnittelu- ja tuotantovaihe, tuotteiden rakenteiden ja spesifikaatioiden tuotantoon välittäminen sekä tuotteiden toimittaminen vaativat kaikki intensiivistä informaatiovirtaa ja sen hallintaa. Suuren informaatiomäärän hallitseminen on haaste, mutta samalla se on nykyään edellytys kustannustehokkaan, asiakaskohtaisen ja massaräätälöidyn tuotannon onnistumiselle. (Piller 2004a: 5-6.)

Massaräätälöinnissä haasteita aiheuttavat myös tuotettavien tuotteiden sopivan ja kannattavan määrän löytäminen, asiakkaiden tarpeiden selvittäminen ja jo mainittu tarve kontrolloida suurta informaatiomäärää. Mikäli asiakkaiden tarpeita ei saada kunnolla selvitettyä, se voi johtaa tappioihin kaupankäynnissä, asiakastyytyvyydessä ja luot- tamuksessa sekä yrityksen imagossa. Jos asiakas tilaa useita erilaisia yksilöllisiä tuotteita, mutta tuotteet sisältävät runsaasti toistensa kanssa keskenään samankaltaisia kom- ponentteja, voi asiakas nähdä tuotteet lähes samanlaisina. Massaräätälöinnissä on toisi- naan vaikea saada täsmällisesti selville asiakkaan tarpeet. Lisäksi massaräätälöinnissä on usein myös haastava saada varmuus siitä, että asiakkaan tarpeiden mukainen tuote on mahdollista valmistaa. Tuotetietojen jatkuva muuttuminen ja päivittäminen sekä päivite- tyn tiedon välittäminen organisaation eri osastoille ja toimijoille aiheuttavat haasteita massaräätälöidyssä tuotannossa. (Heiskala ym. 2007: 3-13.)

Massaräätälöinti tuo mukanaan muiden haasteiden ohella myös kustannuksia. Asiakas- kohtaisesti valmistettavat tuotteet aiheuttavat enemmän kustannuksia yritykselle kuin standardit vakiotuotteet (Heiskala ym. 2007: 3-13). Massaräätälöinnin aiheuttamat kus- tannukset ovat Pillerin (2004a: 5) mukaan enimmäkseen massiivisen informaatiomäärän aiheuttamia kustannuksia. Lisäksi Ahoniemen ym. (2007: 23) mukaan massaräätälöin- nin kustannukset saattavat kasvaa liian suuriksi, mikäli annetaan asiakkaan tarpeille liian suuri painoarvo ja aletaan valmistaa kaikkea, mitä asiakas haluaa. Rääätälöinti nos- taa tuotteiden hintaa, koska rääätälöinnistä syntyy kustannuksia, mutta siitä huolimatta hinnannousun ei saisi antaa vaikuttaa negatiivisesti asiakkaan ostopäätökseen. Toisaalta kustannusten nousu ei myöskään saisi olla niin suuri, jotta se ylittäisi rääätälöinnistä saa- tavien hyötyjen määrää.

Massaräätälöinti lisää kustannuksia kaikissa tuotannon vaiheissa, koska vaiheiden monimutkaisuus lisääntyy massaräätälöinnin myötä. Massaräätälöinnin kautta lisääntyvä monimutkaisuus vaatii myös monipuolisesti eri asioita osaavia ja taitavia työntekijöitä, joiden hankkiminen ja kouluttaminen tuovat omat kustannuksensa. Lisäksi tuotevariaatioita on niin paljon, että niiden kustannusten seuranta ja hallinta on todella haastavaa, minkä vuoksi myös tuotteiden todelliset yksikköhinnat voivat jäädä epäselviksi. Niinpä tuotteiden hinnoittelu saattaa jäädä todellisia tehtaalle aiheutuvia kustannuksia alhaisemmaksi. (Heiskala ym. 2007: 3-13; Ahoniemi ym. 2007: 23–24, 52.) Sama ongelma pätee myös tilausmuutosten hinnoittelun ja todellisten kustannusten välisen suhteen osalta ABB Oy Motors and Generators -yksikössä.

Massaräätälöinnissä pyritään vastaamaan asiakkaiden alati muuttuviin tarpeisiin, mikä ei ole aina yksinkertaista. Lisäksi, kuten aiemmin on jo käynyt ilmi, massaräätälöinnissä tuotteiden hinnoittelun sovittaminen sopivalle tasolle on olennaista, sillä liian korkea hinta karkottaa asiakkaat kilpailijoille, kun taas liian matalalla hinnalla tehdas ei saa tarpeeksi katetta tuottamalleen hyödykkeelle (Ahoniemi ym. 2007: 23). Samat dilemmat pätevät massaräätälöinnin lisäksi myös tilausmuutoksiin.

Tilausmuutokset ovat olennainen osa massaräätälöintiin luottavan yrityksen toimintaa, sillä tilausmuutosten kautta asiakkaiden tarpeisiin pystytään vastaamaan joustavasti jopa silloin, kun asiakkaan tarve muuttuu kesken tuotannon. Tilausmuutokset aiheuttavat luonnollisesti kustannuksia yritykselle, mikä tarkoittaa sitä, että niiden hinnoittelun on oltava oikealla kustannusten edellyttämällä tasolla. Massaräätälöidyillä tuotteilla on saatava katetta toiminnalle pitämällä tuotteiden hinnat riittävän korkealla, mutta sama pätee myös tilausmuutoksiin, sillä tilausmuutoksiakaan ei kannata pitkässä juoksussa suostua tekemään tappiollisesti, vaikka tietty joustavuuden taso onkin kilpailukyvyyn ja maineen kannalta tärkeä säilyttää. Monet yritykset suostuvatkin liian usein ja helposti asiakkaan muutosvaatimukseen eivätkä hinnoitele tilausmuutoksia lähellekään niiden aiheuttamien todellisten kustannusten mukaisesti tai pakota asiakasta valitsemaan mahdollisten vaihtoehtojen väliltä (Hvolby & Barfod 1998: 268). Tämä on erityisen haitallista yrityksille, koska tilausmuutokset vaikuttavat ja työllistävät yrityksissä monia eri osastoja, kuten suunnittelua, ostoa ja tuotantoa, ja siten henkilötyötuntimäärä kokonaisuudessaan kasvaa massaräätälöinnin aiheuttamien tilausmuutosten vuoksi (Hvolby & Barfod 1998: 268).

Koska erilaisia tuoteominaisuuksia voidaan yhdistellä massaräätälöinnissä lukuisilla erilaisilla tavoilla ja kombinaatioilla muodostamaan yksityiskohdiltaan ja ominaisuuksiltaan erilaisia tuotteita, on massaräätelöintiin luottavassa yrityksessä varianttien määrä moninkertainen massatuotantoon verrattuna (Yeh & Wu 2005: 39). ABB Oy Motors and Generators -yksikössä jokaiselle tuotteelle on niin ikään olemassa satoja erilaisia variantteja. Variantit puolestaan muodostavat lukemattomia erilaisia tuoteominaisuus-kombinaatioita, joita asiakas voi myyntiyhtiön kautta muodostaa tilauksen kirjaamisen yhteydessä. Tilausmuutosten avulla asiakas voi kuitenkin muuttaa tuotettaan lisäämällä tai poistamalla jonkin variantin jopa tuotannon aikana, mikäli se vain on teknisesti mahdollista. Koska variantteja on paljon, myös erilaisia tilausmuutoksia on olemassa todella suuri määrä. Siksi tilausmuutosten hallinta ja hinnoittelu on niin haastavaa ja resursseja kuluttavaa toimintaa ABB Oy Motors and Generators -yksikössä.

2.4 Konfiguroitavat ja modulaariset tuotteet

Kun tuotteet käyvät entistä monimutkaisemmiksi aina vain lisääntyvien varianttimäärien myötä ja kun nykyiset läpimenoajatkaan eivät enää riitä, voidaan asiakaslähtöisyyttä parantaa siirtymällä valmistamaan *konfiguroitavia tuotteita*. Konfiguroitava tuote valmistetaan asiakkaan vaatimusten perusteella. On mahdollista, että konfiguroitu tuote sisältää useita erilaisia tilauskohtaisesti valittuja variantteja, joiden avulla tuotteen on tarkoitus palvella yksittäisten asiakkaiden tarpeita. Yleensä konfiguroitavan tuotteen muodostavat komponentit ovat valmiiksi suunniteltuja. Tilaus-toimitusprosessin läpimenoaika on kuitenkin tarkoitus pitää mahdollisimman lyhyenä ja kilpailukykyisenä, minkä vuoksi tuotteen asiakaskohtainen konfigurointi on oltava mahdollisimman rutiniinomainen ja yksinkertainen prosessi. (Peltonen ym. 2002: 79.)

Konfiguroitu tuote voidaan määritellä seuraavalla tavalla:

- konfiguroitu tuote tuotetaan asiakaskohtaisten vaatimusten mukaisesti
- konfiguroitu tuote suunnitellaan vastaamaan kunkin asiakkaan tarpeita
- konfiguroitu tuote kokoonpannaan valmiista ja etukäteen suunnitelluista komponenteista
- kullakin konfiguroiduilla tuoteyksilöillä tuoterakenne on lähtökohtaisesti samanlainen ja etukäteen suunniteltu
- tuotteita konfiguroitaessa vältetään liiallista monimutkaisuutta ja epäjärjestelmällisyyttä

(Peltonen ym. 2002: 79.)

Konfiguroitava tuote voidaan määritellä myös toisella tavalla. Heiskalan ym. (2007: 1) mukaan konfiguroitava tuote vaatii yhden suunnittelukerran, minkä jälkeen samaa suunnittelukertaa voidaan hyödyntää jatkossa toistuvasti asiakkaan yksilöllisten vaatimusten täyttävien tuotespesifikaatioiden tuottamisessa. Yksi tapa massaräätälöidä on tuottaa konfiguroitavia tuotteita.

Konfiguroinnin ensisijainen tavoite on parantaa yrityksen kykyä vastata asiakaskunnan nopeasti muuttuviin tarpeisiin (Tiihonen & Soininen 1997: 2). Konfiguroinnissa Aho-niemen ym. (2007: 40) mukaan pyritään määrittelemään asiakaskohtaisten tuotteiden ominaisuuksia hyödyntämällä erilaisia asiakastarpeita vastaavia vaihtoehtoisia tuoteop-tioita. Modulaariset tuoterakenteet ovat tärkeässä asemassa, kun tuotteita konfiguroi-daan. Kun tuote on jaettu selkeät rajapinnat omaaviin erillisiin osiin eli moduuleihin, on tuotteella tällöin modulaarinen tuoterakenne. Tuotteiden eri moduulien välillä tapahtu-va tarpeetonta vuorovaikutusta voidaan vähentää kehittämällä tuotteiden modulaari-suutta. Tämä on mahdollista, koska moduulien väliset rajapinnat ovat usein standardisia.

Massaräätälöinnin ja tuotekonfiguroinnin väliset erot on syytä huomioida. Massaräätä-löinnissä pyritään tuottamaan massatuotannon kustannuksilla monipuolisia ja asiakas-kohtaisia tuotteita ja palveluita hyödyntämällä organisaatorakenteiden ja prosessien joustavuutta. Tuotekonfiguroinnista puhuttaessa tarkoitetaan yksittäisen tuotteen suun-nittelua ja valmistusta asiakaskohtaisesti eli asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Konfigu-roitu tuote menee askelta pidemmälle edistysellisyytensä osalta räätälöityyn tuottee-seen verrattuna. Konfiguroitavia tuotteita valmistetaan, koska pyritään vastaamaan asi-akkaiden laajasti vaihteleviin tarpeisiin ja vaatimuksiin, kontrolloimaan tuotantoa entis-tä paremmin sekä lyhentämään läpimenoaikoja entisestään koko tilaus-toimitusprosessissa. (Shamsuzzoha 2010: 21; Tiihonen, Soininen, Männistö & Sulonen 1996.)

Moduuli voidaan määritellä toisiin moduuleihin yhdistettävissä tai vaihdettavissa ole-vaksi standardisoiduksi yksiköksi. Moduulien ansiosta ja avulla tuotetta ei tarvitse räätä-löidä tilauskohtaisesti, jotta se voitaisiin valmistaa ja toimittaa loppuasiakkaalle tilaus-toimitusprosessissa. Moduulit saattavat elinkaariensa osalta usein olla pitkäikäisempiä kuin itse tuotteet. (Eixon 1998.)

Modulaarisuus puolestaan tarkoittaa sitä, että tuote tai palvelu on mahdollista jakaa moduuleihin tai komponentteihin, jotka ovat itsenäisiä ja erillisiä, ja jotka omaavat oman tehtävänsä. Modulaarisuudessa yleensä tavoitellaan myös sellaista modulaarisuutta, jossa komponentit ovat toisistaan riippumattomia. Lisäksi modulaarisuudessa pyritään standardeihin ja riittävän yhtenäisiin komponenttiratkaisuihin, joita on mahdollista yhdistellä helposti toisiinsa. Niinpä voidaan listata kolme päätavoitetta, jotka saavuttamalla saavutetaan modulaarisuus. Ensinnäkin kyetään valmistamaan suuren määrän erilaisia lopputuotevariaatioita pienellä määrällä komponentteja, täytyy tuote kyetä jakamaan itsenäisiin ja toistensa kanssa yhteensopiviin komponentteihin. Toiseksi modulaarisuuden saavuttamiseksi on tärkeä keskittyä komponenttien välisiin rajapintoihin. Rajapintojen tulisi olla standardoidut, jotta komponenttien yhdistelemisessä saavutettaisiin sekä helppous että tehokkuus. Viimeiseksi olisi oleellista, että vain pientä komponenttimäärää vaihtamalla tai muokkaamalla kyettäisiin muuttamaan luotettavasti ja vakaasti koko lopputuotetta. (Blecker & Friedrich 2007.)

Tuotteiden ja palveluiden modulointi on hyvä keino mahdollistaa ja toteuttaa massaräätälöintiä tehokkaasti (Kumar 2004). Räättälöinnin onnistuminen ja saavuttaminen on oleellista nykyisin, kun kilpailutilanne markkinoilla on tiukka ja raaka. Asiakas pitää lähes poikkeuksetta räätälöityä tuotetta arvokkaampana kuin standardia perustuotetta, vaikka standardituote olisi kuinka hyvä tai laadukas tahansa (Piller 2004b). Räättälöintivaihe eli valmistettavan tuotteen muuttamisen asiakaskohtaiseksi olisi olennaista kyetä toteuttamaan vasta mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa tuotantoa, sillä tällä tavalla yleensä seurauksena on sekä tuotantokustannusten pieneneminen että tuotantoaikojen lyheneminen (Jørgensen, 2010; Alfnes & Skjelstad, 2010). Asiakkaiden tarpeet tuotteensa suhteen muuttuvat usein asiakassuhteen aikana, joskus jopa kesken tuotteen valmistuksen (Siems & Walcher, 2010). Tällöin tuotteen modulaarisuus on tärkeä ominaisuus tuotannon joustokyvyn ja ylipäättään muutoksen mahdollistamisen kannalta, sillä useinkaan yhden moduulin muutokset eivät välttämättä vaikuta muihin moduuleihin (Ahoniemi ym. 2007: 40). Niinpä tilausmuutokset ovat helpommin ja halvemmin toteutettavissa tuotteiden modulaarisuuden kautta.

Modulaarisuuteen pyrittäessä on kuitenkin muistettava, ettei liiallisten variaatioiden, erilaisten tuotteiden, tuuteominaisuuksia ja vaihtoehtojen määrä ole hyväksi asiakkaan päätöksenteon kannalta. Asiakasta kiinnostaa mahdollisuus varioida tuote omien tarpeiden mukaiseksi eikä niinkään se, miten monella tapaa tuotetta voitaisiin muuntaa tai miten monta erilaista tuotevaihtoehtoa on olemassa. Tietyt ominaisuudet on hyvä pitää

standardeina, jotta asiakas ei joudu tekemään tilaushetkellä liikaa turhia valintoja. (Ahoniemi ym. 2007: 40–41.)

Tiihosen ym. (1996) mukaan on tärkeää, että tilausmuutoksia pystytään toteuttamaan kuitenkin edes jollain tasolla, koska asiakkaiden muutoksia kesken tuotannon tulee aina esiintymään jonkin verran ja niistä selviytyminen tuo kilpailuetua. Dilemmaksi nousee lähinnä se, että miten toimia kesken tuotannon tulevien tilausmuutosten kohdalla. Joko ne hyväksytään tai hylätään. Jos muutostyötä lähdetään kesken tuotannon toteuttamaan, on olennaista ottaa siitä tehtaalle aiheutuvia todellisia kustannuksia vastaava hinta.

2.5 Kustannukset, kustannuslaskenta ja hinnoittelu

Usein puhekielessä termeillä kustannus, meno ja kulu tarkoitetaan samaa. Meno ja kulu ovat kirjanpidollisia termejä, joihin ei paneuduta tässä tutkimuksessa sen tarkemmin. *Kustannus* puolestaan on tämän tutkimuksen kannalta tärkeä ja oleellinen termi, jota on yleisesti käytetty runsaasti kustannuslaskennassa. Kustannuksen voi määritellä terminä monella tavalla. Pellisen (2006: 70) mukaan kustannus on rahamääräinen mittaustulos, joka kertoo sen, miten paljon ennalta määrättyyn tarkoitukseen on kulutettu voimavaroja. Neilimo ja Uusi-Rauva (1999: 47) puolestaan määrittelevät kustannuksen olevan tuotannontekijän rahassa mitattu kulutus tai käyttö. Bhimanin, Horngrenin, Datarin ja Fosterin (2008: 38) kirjoituksen mukaan kustannus on tietyn tavoitteen saavuttamisen puolesta uhrattu tai menetetty resurssi. Vehmanen ja Koskinen (1997: 23) määrittelevät kustannuksen seuraavasti: ”*Kustannus on tuotannontekijän käytöstä aiheutuva uhraus.*”

Kustannukset voidaan luokitella monella eri tavalla. On olemassa jonkin tapahtuman tai toiminnan kokonaiskustannukset, jotka voidaan jakaa muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin, erillis- ja yleiskustannuksiin sekä välittömiin ja välillisiin kustannuksiin. Tämä jako ilmenee kuvassa 5, josta myös voidaan havainnoida luokittelutapojen välisiä suhteita. (Neilimo & Uusi-Rauva 1999: 56.)

Erillis- kustannukset	Muuttuvat kustannukset	Välittömät kustannukset	Kokonais- kustannukset
	Kiinteät kustannukset	Välilliset kustannukset	
Yhteis- kustannukset			

Kuva 5. Kustannusten jaottelutapoja (Neilimo & Uusi-Rauva 1999: 56).

Yleisin tapa luokitella kustannukset on jako *muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin*. Tällöin kustannukset jaotellaan kustannuksen toiminta-asteen riippuvuuden mukaan. Muuttuvat kustannukset muuttuvat laskevasti tai nousevasti toiminta-asteen muuttuessa. Muuttuviksi kustannuksiksi lasketaan ne kustannukset, joilla riippuvuus toiminta-asteen muutokselle on riittävän selvästi havaittavissa. Muuttuvia kustannuksia ovat esimerkiksi raaka-aine- ja materiaalikustannukset teollisessa yrityksessä. Kiinteillä kustannuksilla puolestaan ei ole riippuvuussuhdetta toiminta-asteeseen ja sen muutoksiin. Esimerkiksi hallinto- ja IT-kustannukset sekä tilavuokrat ovat kiinteitä kustannuksia. (Neilimo & Uusi-Rauva 1999: 56–58.)

Jako *välittömiin ja välillisiin kustannuksiin* ei niin ikään ole mikään harvinainen jaottelutapa. Välittömiltä kustannuksilta löytyy selkeä syy-yhteys lopputuotteeseen. Syy-yhteyden perusteella välitön kustannus pystytään kohdistamaan suoraan tuotteeseen, jolle kustannus kuuluu. Yleensä välittömät kustannukset ovat muuttuvia kustannuksia. Esimerkiksi materiaali- ja tarvikkekustannukset sekä työntekijöiden palkat ovat välittömiä kustannuksia. Välillisiä kustannuksia puolestaan ei pysty kohdistamaan tuotteelle suoraan yhtä helposti tai itsestään selvästi. Välilliset kustannukset saattavat siitä huolimatta olla toiminnan kannalta välttämättömiä, mutta niiden kohdistaminen vaatii erityisen jakoperusteen. Jakoperuste voi olla esimerkiksi se, paljonko suoritteen valmistus vie aikaa tai paljonko se tarvitsee tilaa. Normaalisti välilliset kustannukset ovat kiinteitä kustannuksia, mutta jotkut voivat olla myös muuttuvia kustannuksia. (Neilimo & Uusi-Rauva 1999: 59.)

Kokonaiskustannukset voidaan jakaa myös *erillis-* ja *yhteiskustannuksiin*. Yhteiskustannusta ei voida helposti kohdistaa millekään tuotteelle tai laskentakohteelle, koska kustannus on yhteinen useammalle tuotteelle tai laskentakohteelle. Niinpä yhteiskustannuksien määrään ei vaikuta tietyn tuotteen tai projektin toteuttamatta jättäminen. Erilliskustannuksen taustalla on puolestaan tietty syy-yhteys, joka on jonkin aiheuttamisperiaatteen mukainen. Erilliskustannukset muuttuvat sen mukaan, mikäli jokin tuote tai projekti jää toteutumatta. Erilliskustannuksia ovat välittömät kustannukset sekä muuttuvat välilliset kustannukset. (Neilimo & Uusi-Rauva 1999: 59–60.)

Hinta puolestaan voidaan määritellä tarkoittamaan hyödykkeen arvoa ilmaistuna ja mitattuna rahassa (Marting 1976: 7). Hinnan tarkoitus on pyrkiä varmistamaan yrityksen toiminnan jatkuvuus, sillä hinta toimii korvauksena tuotetusta palvelusta. Hinnan avulla tuote tai palvelu voidaan kohdistaa tietyille asiakasryhmille. Siten hinta toimii asiakasohjauksen välineenä eikä se edes vaadi perintää toimiakseen. Jos tuotteella tai palvelulle ei ole hintaa, on kysymys maksuttomuudesta. Maksuttomat palvelut houkuttelevat ihmisiä hyväksikäyttämään niitä. Niillä on taipumus houkutella etenkin sellaisia, jotka käyttävät maksuttomuutta väärin. Hinnan päätarkoitus on saada asiakas ottamaan vastuu toiminnastaan ja ostopäätöksistään. Hinta onkin nopein ja yksinkertaisin keino vaikuttaa yrityksen kannattavuuteen. (Sipilä 2003: 25–28, 403; Schindehutte & Morris 2001: 42.)

Hinnan kautta voidaan vaikuttaa sekä asiakkaisiin että kilpailijoihin. Hinta onkin ainoa yritykselle tuloja tuova kilpailukeino. Hinnan katsotaan usein toimivan palvelun arvon mittarina asiakkaan näkökulmasta. Lisäksi hinta kertoo yrityksen asenteesta ja suhtautumisesta asiakkaisiin. Lopulta hinta on markkinointikeino, jolla on usein voimakkaita vaikutuksia ihmisten tunteisiin. (Sipilä 2003, 25–28.)

Hinnoittelulla puolestaan asetetaan tuotteelle tai palvelulle tietty hinta. Hinnoittelun avulla yritys pyrkii saavuttamaan taloudelliset tavoitteet, joiden kautta se menestyy koko ajan kiihtyvässä kilpailussa. Hinnoittelun kautta pyritään myös parantamaan yrityksen rahoitusasemaa, estämään kilpailijoiden pääsyä markkinoille sekä valtaamaan uusia markkinoita itselle. Hinnoittelun ja hinnoittelustrategian kautta päätetään katteen suuruus, joita tuotettavista tuotteista ja palveluista halutaan saada. (Neilimo & Uusi-Rauva 2001: 166, 170.)

Hinnoittelun osalta vastuu jakautuu usein yrityksen kokoluokasta riippuen eri henkilöille tai henkilöryhmille. Toimitusjohtaja toimii usein hinnoittelun päättäjänä tai vähin-

täänkin hinnan hyväksyjänä pienissä yrityksissä. Divisioona- ja tuotelinjastojen johtajat puolestaan ovat yleensä vastuussa hinnoittelussa isommissa yrityksissä. Isoissa yrityksissä kuitenkin yleensä ylin johto määrittää hinnoittelulle tietyt rajat, joista ei tule poiketa. Hinnoittelun osalta on kuitenkin erittäin tärkeää, että organisaatiossa johto, markkinointi, myynti, tuotanto ja tuotekehitys tekevät tiivistä ja saumatonta yhteistyötä varsinkin hinnoittelun suhteen. (Kotler & Keller 2006: 433; Avlonitis & Indounas 2006: 348–349; Sipilä 2003: 68.)

Kustannustehokkuus viittaa käsitteenä tilanteeseen, jossa hinta huomioiden tavoitellaan optimaalista panos- ja tuotosyhdistelmää. Kustannustehokkuutta tavoitellaan, jotta päästäisiin tilanteeseen, jossa saavutetaan mahdollisimman suuri hyöty mahdollisimman pienin kustannuksin. Kustannustehokkuus tarkoittaa sitä, että otetaan huomioon myös panosten hinnat teknisen tehokkuuden ohella. Kun on olemassa useita teknisesti tehokkaita vaihtoehtoja, joilla voidaan tuottaa tuote, valitaan kuitenkin vaihtoehdoista se kustannukset parhaiten minimoiva vaihtoehto. Tällöin valinta ohjaa kustannustehokkuuteen. Kustannustehokkuutta ei saavuteta teknisessä tai kustannuksellisessa mielessä, mikäli panostussuhteet ovat väärät tai panoksia käytetään tarpeettoman paljon. Mikäli panossuhteet ovat väärät, mutta yritys on teknisesti tehokas, on kyse allokatiivisesta tehottomuudesta. Tällöin kustannukset eivät ole niin pienet kuin niiden olisi mahdollista olla eikä yritys ole kustannustehokas. (Vakkuri 2009: 15–16; Hurley 2000: 61.)

Kustannustehokkuutta voidaan parantaa useasta eri näkökulmasta. Yksi näkökulma pyrkii karsimaan tilaus-toimitusprosessista turhat toiminnot pois tai minimiin. Turhia kustannuksia aiheuttavat sellaiset toiminnot, jotka eivät tuo asiakkaan näkökulmasta mitään lisäarvoa tuotteelle tai sen valmistusprosessille. Tästä näkökulmasta ajateltuna turhia toimintoja ovat esimerkiksi varastoiminen, inventoiminen, kirjallisten ostotilausten tekeminen, toimitusvalvonta, laskujen tarkastaminen, myyntitilausten vastaanotto ja kirjaaminen tietojärjestelmään sekä virheiden korjaaminen ja niiden perusteella tehdyt reklamoinnit. Asiakkaan näkökulmasta nämä toiminnot eivät siis tuo lisäarvoa tuotteelle, vaikka usein nämä toiminnot ovat prosessin onnistumisen kannalta välttämättömiä. Lisäarvottomuuden vuoksi edellä mainittuihin turhiin toimintoihin käytetty aika tulisi pitää niin minimissä kuin vain mahdollista. Esimerkiksi voidaan ottaa tilausten kirjaaminen myyntiyhtiössä asiakkaalta järjestelmään ja sitä kautta tehtaalle. Ihanteellisessa tilanteessa tilaukset kirjattaisiin asiakkaalta aina täydellisinä ja virheettöminä sellaisenaan ilman, että niiden tarvitsisi erikseen käydä läpi tilauksenkäsittelyä tai ilman, että niihin

tarvitsisi tehdä muutoksia myöhemmin kesken tuotannon. (Peltonen 1998; Sakki 2003: 41–42.)

ABB Oy Motors and Generators -yksikön osalta tilausmuutoksia ei voi välttää alan luonteen vuoksi. Asiakkaille tulee usein kesken tuotannon tarve muuttaa tilaustaan, kun esimerkiksi jokin tekninen yksityiskohta tarkentuu vasta myöhemmin tuotteen ollessa jo tuotannossa. Niinpä tehtaan on vain pyrittävä tekemään tilausmuutokset mahdollisimman kustannustehokkaasti ja joustavasti, mutta samalla tehtaan olisi pyrittävä veloittamaan muutoksista niiden vaatima hinta kustannustehokkuuden takaamiseksi.

2.5.1 Kustannuslaskenta ja hinnoittelu

Kustannuslaskennaksi mielletään sellainen operatiivinen laskentatoimi, jonka tavoitteena on selvittää kustannukset suoritekohtaisesti. Kustannuslaskennalla voidaan selvittää ja määrittää aikaansaatuisten suoritteiden kustannukset sekä jälkikäteen että etukäteen. Kustannuslaskennassa yksi tärkeä termi on aiheuttamisperiaate, jossa kustannukset pyritään kohdistamaan sille toimenpiteelle tai toiminnan ajanjaksolle, joka on kustannukset aiheuttanut. Kustannuksen kohdistaminen ei ole kuitenkaan aina helppoa tai yksiselitteistä, sillä monet kustannukset ovat usein yhteisiä usealle toiminnolle, ajanjaksolle, yksikölle, tuotteelle tai suoritteelle. Lähtökohtaisesti kustannuslaskennan ensisijaisena kohteena voidaan pitää tuotantoa, jossa tuotetaan tuotteita tai palveluita. (Riistama & Jyrkkiö 1995: 45, 53–54; Pellinen 2003: 25.)

Kun kustannuslaskenta on suoritekohtaista, on olennaista kiinnittää huomiota ja pyrkiä tunnistamaan eri toimintojen välisiä riippuvuussuhteita, josta kustannuksia lasketaan. Kustannuslaskennassa täytyy kuvata ja analysoida prosessi, josta kustannuksia lasketaan, jotta voidaan selvittää toimintojen ja tuotantotekijöiden (työaika, koneet, materiaali) väliset suhteet. Suhteet ovat aina yrityskohtaisia, joten mitään yleistystä on mahdoton tehdä. (Riistama & Jyrkkiö 1996: 53.) Tämän vuoksi myös tässä tutkimuksessa sen kolmannessa pääluvussa kuvataan ABB Oy Motors and Generators -yksikön prosessit, jotka ovat tämän tutkimuksen kannalta olennaisia. Olennaisia prosesseja ovat tilaus-toimitus- ja tilausmuutosprosessi, jotka on jo aiemmin määritelty tässä toisessa pääluvussa teoreettisesta näkökulmasta.

Perinteinen kustannuslaskenta voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen. Näitä ovat kustannuslajilaskenta, kustannuspaikkalaskenta sekä suoritekohtainen laskenta. Yrityksen

laskentakauden kokonaiskustannukset ovat selvityskohteena kustannuslajilaskennassa. Puolestaan kustannuspaikkalaskennassa välittömät ja välilliset kustannukset kohdistetaan kustannuspaikoille, kuten varastoille, valmistus-, markkinointi- ja hallinto-osastoille. Suoritekohtaisessa laskennassa nimensä mukaisesti välittömät ja välilliset kustannukset on tarkoitus kohdistaa suoritteille, kuten tuotteille ja toiminnoille. (Alhola & Lauslahti 2000: 186.) Suoritekohtainen kustannuslaskenta on merkittävin laskentiosa-alue tämän tutkimuksen kannalta.

Suoritekohtaisessa kustannuslaskennassa erilaisia laskentamenetelmiä hyödynnetään sen perusteella, millaisesta tuotantotyyppistä on kulloinkin kyse. Perinteisimpiä menetelmiä ovat *jakolaskenta* (process costing) ja *lisäyslaskenta* (job costing). Jakolaskentaa hyödynnetään useimmiten massatuotannossa, jossa kaikki tuotteet valmistetaan samalla prosessilla. Jakolaskenta on sopiva laskentatapa massatuotannolle, koska massatuotannossa jokainen suorite vaatii yhtä paljon välittömiä ja välillisiä kustannuksia. Lisäyslaskenta puolestaan on parhaiten hyödynnettävissä organisaatioissa, joissa jokainen valmistettu tuote, tuotantoerä tai laskentakohde on ainutlaatuinen. Ainutlaatuisuuden vuoksi jokaisen laskentayksikön kustannukset on kyettävä laskemaan erikseen, mikä on mahdollista lisäyslaskennan avulla, koska lisäyslaskenta soveltuu erinomaisesti suuren volyymin tuotannon seurantaan. (Drury 2004: 40.)

Kolmanneksi laskentatavaksi suoritekohtaisessa kustannuslaskennassa on kehittynyt *toimintolaskenta* (activity-based costing – ABC). Toimintolaskenta on järkevä menetelmä, kun välillisten kustannusten osuus laskentakohteen kokonaiskustannuksista on merkittävä ja laskentatilanne vaihtelee tuoteräätälöinnistä johtuen suuresti. Toimintolaskenta on monipuolisesti eri toimintoihin ja suoritteisiin hyödynnettävissä oleva laskentamenetelmä, jossa aluksi määritellään suoritettavat toiminnot, sen jälkeen kohdistetaan toiminnoille kustannukset ja lopuksi toimintojen kustannukset kohdistetaan loppusuoritteille kohdistustekijöitä hyödyntämällä. Kohdistustekijät kuvastavat toimintolaskennassa suoritteiden kuluttamia toimintoja. (Suomala, Manninen & Lyly-Yrjänäinen 2011: 106–107; Turney 1990.) Koska ABB Oy Motors and Generators -yksikössä tuotteet ovat melko pitkälti räätälöityjä asiakkaiden tarpeiden mukaisesti ja välillisten kustannusten osuuden voidaan olettaa olevan merkittävä, valitaan tämän tutkimuksen laskentatavaksi toimintolaskenta, kun lasketaan tilausmuutosten tehtaalle aiheuttamia todellisia kustannuksia yleisimpien tilausmuutosten osalta. Toimintolaskenta määritellään ja esitellään laskentamenetelmänä tarkemmin ja laajemmin tutkimuksen kolmannessa pääluvussa.

Kustannuslaskenta ei ole aina helppoa tai ongelmaton. Kustannusten määrittämisen vaikeus on yleinen ongelma kustannuslaskennassa. Kustannusten määrittämisessä ongelmat voidaan jakaa neljään kohtaan: rekisteröintiongelmiin, kohdistamisongelmiin, laajuusongelmiin ja arvostusongelmiin. Tuotannon tekijöiden käyttöä on toisinaan hankala mitata ja seurata reaaliaikaisesti. Tällöin ongelma kuuluu rekisteröintiongelmiin. Joskus taas ongelmana on vaikeus kohdistaa tuotannon tekijöiden käyttämistä suoraan palveluun. Silloin on kyse kohdistamisongelmasta. Laajuusongelmaksi luokitellaan ongelma, joka syntyy, kun mietitään mitä kustannuksia jätetään laskennan ulkopuolelle ja mitä otetaan mukaan, kun ollaan määrittämässä ja kohdistamassa välillisiä kustannuksia yrityksen palveluille. Lisäksi kustannukset voidaan arvostaa eri tavoilla, jolloin on kysymys arvostusongelmasta. Eri arvostamistapoja ovat esimerkiksi keskihinnan käyttäminen arvona, jälleenhankintahinnan hyödyntäminen arvona tai historiallisen arvon mukaan laskeminen. (Laitinen 2007: 21–22.)

Aiemmin todettiin hinnoittelun määrittelevän tuotteelle tai palvelulle hinnan, jonka avulla yritys pyrkii saavuttamaan taloudelliset tavoitteensa kilpailullisesti kiihtyvillä markkinoilla. Yleisimmin hinnoittelussa asetetaan suoritteiden hinta niin, että se kattaa tuotteen tai palvelun tuottamisesta aiheutuneet kustannukset ja voittokatteet. Hinnoittelua voidaan tarkastella sekä perinteisen laskentatoimen näkökulmasta että esimerkiksi markkinoinnin näkökulmasta. Suoritteiden minimihinta on kustannusperusteinen hinta, johon hinnoittelu perustuu perinteisen laskentatoimen näkökulmasta. Yleisesti ottaen hinnoittelu on strateginen päätös yrityksen toiminnassa, josta yrityksen menestyminen on varsin merkittävästi riippuvainen. (Alhola & Lauslahti 2000: 221.)

Hinnoitteluun vaikuttavat useat seikat. Toimintojen ja suoritteiden kustannukset, yrityksen haluttu voittokate, laatu- ja kustannukset eli suoritteiden laadullinen taso, markkinat, jakelutiet, asiakasryhmät ja -kohteet sekä imago. Nykyään tuotteen tai suoritteiden hinta määräytyy kiristyneen kilpailutilanteen vuoksi hyvin pitkälti markkinoilla. Tällaisessa tilanteessa tuotteelle asetettava kustannustavoite määräytyy markkinahinnan kautta. Hyvä yritys- ja tuote- ja suoritteiden sekä niiden ominaisuuksien korkea laadullinen tai teknologinen taso verrattuna kilpailijoihin edesauttavat sitä, että yritys voi itse hinnoitella tuotteita tai palveluitaan yhä vapaammin eikä ole niin paljon markkinoiden armoilla hinnoittelun suhteen. Tätä kutsutaan hinnoitteluvapaudeksi. (Alhola & Lauslahti 2000: 221–222.)

Nykyään markkinoiden määrätessä hinnoittelua pakottaa tämä samalla yrityksiä etsimään yhä luovempia keinoja alentamaan omia kustannuksia suoritteissaan, kuten esimerkiksi tilaus-toimitusprosesseissaan. Jos kustannukset alentuvat, jää yritykselle aikaisempaa isompi voittokate tuotteen hinnasta. Niinpä muun muassa tämän vuoksi on tärkeää, että esimerkiksi tilausmuutokset hinnoitellaan todellisten kustannusten mukaisesti, jotta yritys ei aiheuta toimenpiteestä itselleen tarpeettomia lisäkustannuksia. Muutostöistä seuranneet lisäkustannukset saattavat aiheuttaa muutoksia tuotteiden hinnoittelussa, mikä taas vaikuttaa tuotteiden kysyntään sekä yrityksen liiketoiminnallisten ja taloudellisten tavoitteiden saavuttamiseen.

Kuten aiemmin on todettu, tuotteen tai palvelun valmistamisesta aiheutuvat kustannukset muodostavat tuotteen tai palvelun hinnoittelulle alarajan. Mikäli alaraja alitetaan, eli yritys myy tuotettaan tai palveluaan hinnalla, joka ei kata suoritteen aiheuttamia kustannuksia, yritys ei saa mitään taloudellista hyötyä toiminnastaan kyseisen tuotteen tai palvelun kohdalla. Tämän vuoksi hinnoittelua alle suoritteen kustannusten ei tulisi harjoittaa säännöllisesti pitkällä aikavälillä, vaan ainoastaan poikkeustapauksissa. (Lahtinen, Isoviita & Hytönen 1995: 153–154.) Tilausmuutosten hinnoittelun tulisi olla samansuuntaista, eli pitkässä juoksussa tilausmuutoksista tulisi yritykselle jäädä katetta tappion sijaan. Alle tilausmuutosten aiheuttamien kustannusten tilausmuutoksia tulisi tehdä ainoastaan harvinaisissa poikkeustapauksissa, jos toiminnasta halutaan mahdollisimman kannattavaa.

Hinnoittelulaskentamalleja on olemassa useita, kuten esimerkiksi kustannusperusteiset, markkinaperusteiset ja toimintoperusteiset hinnoittelumenetelmät. Hyödykkeen kustannukset ovat tarkastelun kohteena kustannusperusteisessä hinnoittelussa. Tuotekohtainen hinta tulee laskea ja määrittää menetelmässä tarkkaan ilman virheitä, koska tuotekannattavuus perustuu täysin siihen. Asiakaslähtöisyys on puolestaan markkinaperusteisen hinnoittelun peruselementti, sillä kyseisessä hinnoittelussa hinta perustuu tuotteen markkinahintaan. Kysyntä ja kilpailu vaikuttavat markkinoilla, joiden päätoimijoita ovat asiakkaat sekä kilpailijat. Toimintoperusteisessä hinnoittelutavassa laskentakohteen kaikki toimintokustannukset täytyy olla tiedossa, jotta hinta voidaan asettaa oikein. Toimintoperusteinen hinnoittelu perustuukin suoritteen toimintokohtaiseen tarkasteluun. Jos tuotanto on pitkälle asiakaskohtaisesti räätälöity, toimintoperusteisessä hinnoittelussa haasteena on kustannusten kohdistaminen eri toiminnoille ja yksikkökustannusten tarkka selvittäminen. (Laitinen 2007: 157; Sipilä 2003: 58; Alhola & Lauslahti 2000: 231.) Tämä on haasteena myös tämän tutkimuksen empiirisessä osuudessa, sillä ABB

Oy Motors and Generators -yksikön tuotteet ovat usein melko pitkälle asiakaskohtaisesti räätälöityjä. Tämän tutkimuksen kannalta merkittävin menetelmä on toimintoperusteinen hinnoittelu, johon liittyy vahvasti toimintolaskenta, joka puolestaan esitellään tarkemmin tutkimuksen kolmannessa pääluvussa.

Aiemmin on todettu, että tuotteen tai palvelun tuottamisesta aiheutuvat kustannukset tulisi ottaa hinnoittelussa ainakin pitkällä aikavälillä aina huomioon. Tämä pätee riippumatta siitä, mitä hinnoittelumallia hyödyntää. Pitkällä aikavälillä palvelun tai tuotteen valmistamisesta aiheutuvien kokonaiskustannusten ei tulisi ylittää hintaa. (Sipilä 2003: 160; Laitinen 2007: 13; Neilimo & Uusi-Rauva 2001: 167.) Samaa sääntöä tulisi noudattaa tilausmuutosten hinnoittelussa parhaan mahdollisen taloudellisen kannattavuuden takaamiseksi pitkällä aikavälillä.

2.5.2 Tilausmuutosten kustannukset

Yleisellä tasolla puhuttaessa tilausmuutokset aiheuttavat merkittäviä kustannuksia useilla eri aloilla, ei pelkästään moottoriteollisuuden alalla. Gunduzin ja Hannan (2005) tutkimuksen mukaan tilausmuutokset rakennusosalalla aiheuttivat kymmenen vuotta sitten 13–26 miljardin dollarin vuosittaiset kustannukset Yhdysvalloissa. Rileyn ym. (2005) mukaan tilausmuutokset aiheuttavat lisäkustannuksia rakennusosalalla 5-15 % riippuen käynnissä olevan projektin koosta ja luonteesta. Lisäksi esimerkiksi elektroniikka-alalla tilausmuutokset voivat lisätä tuotannon yleiskustannuksia jopa 20–40 %:lla (Miller & Vollmann 1985). Projektiluontoisissa ympäristöissä toimivilla yrityksillä tilausmuutokset johtavat usein ylitöihin, jotka puolestaan aiheuttavat lisäkuluja yritykselle (Hanna, Camlic, Peterson & Lee 2006).

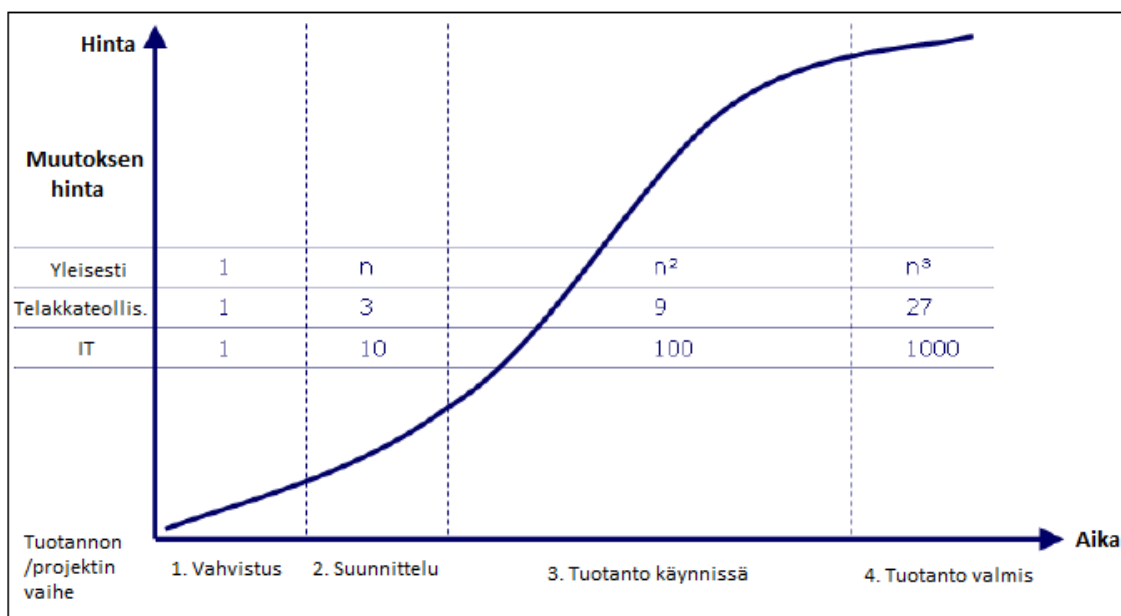
Kykyä muuttaa tilausta kesken tuotantoprosessin voidaan pitää toimintana, joka ei suoraan tuo lisäarvoa tuotteelle tai palvelulle. Tällainen toiminta pitää usein sisällään niin sanottuja piilotettuja kustannuksia, joita tulisi luonnollisesti välttää. Lisäksi esimerkiksi tuotannon toiminnan laadunvarmistus, logistiset toiminnot ja tuotantoa tasapainottavat toiminnot voidaan myös laskea suoraa lisäarvoa tuottamattomiin toimintoihin. Tilausmuutosten tekeminen vaikuttaa suoraan edellä mainituissa toiminnoissa suoritettavien tapahtumien lukumäärään, kun tilausmuutokset pakottavat järjestelemään toimintoja uudelleen, eli perumaan joitain jo suunniteltuja toimintoja ja vaihtamaan toisien toimintojen aikatauluja. Tämä lisää tuotannon yleiskustannuksia. (Miller & Vollmann 1985.)

Tilausmuutokset aiheuttavat joko suoraan tai välillisesti lisäkustannuksia yritykselle. Lisäkustannuksia on mahdollista syntyä monin eri tavoin. Tilausmuutos saattaa myöhästyttää muita valmistusprosessin työvaiheita, jotka eivät liity kuitenkaan suoranaisesti tehtävään muutokseen. Asiakas saattaa vaatia muutoksesta huolimatta lähes samaa toimitusaikaa, mikä ajaa yrityksen järjestämään nopeampia rahtikuljetuksia. Nämä aiheuttavat lisäkustannuksia. Materiaalikulut kasvavat, kun muutostyöt saattavat aiheuttaa joidenkin komponenttien vaihtoa, uusien komponenttien ostamista ja hankkimista tai joidenkin jo asennettujen tuoteosien romuttamista ja uudelleen rakentamista. Joissain tapauksissa muutos vaatii tuotteen suunnittelemista uudelleen, mikä tietää lisätoita suunnittelijoille. Tällöin myös tuotteelle jo luodut dokumentit saattavat vaatia uudelleen tarkastamista tai niiden luomista kokonaan uudelleen. Joskus muutos saattaa vaatia tuotteen testaamista uudelleen, mikä vaikuttaa muun muassa testikentän testiaikatauluun ja työkuormaan. Lisäksi tilausmuutokset vähentävät tuotannon tehokkuutta ja tuottavuutta, sillä muutokset tehdään usein ylitöinä ja aiheuttavat myös siten lisäkustannuksia yritykselle. Tuotannon aikaisilla ja tuotannon jälkeisillä muutoksilla on molemmilla omat kustannukselliset vaikutuksensa. Aina kun joudutaan poikkeamaan normaalista tuotantjärjestyksestä, aiheutuu siitä lisäkuluja tehtaalle. (Chick 1999.)

Tilausmuutosten aiheuttamien todellisten kustannuksien jäljittäminen ja niiden määrittäminen riittävän yksityiskohtaisella tasolla tuotantoprosessissa ei ole aina helppoa tai yksinkertaista, sillä tuotannon eri työvaiheet ovat usein yhteydessä toisiinsa ja siten on vaikea eritellä kunkin työvaiheen määrällistä vaikutusta muutokseen (Hanna ym. 2006). Tilausmuutosten kustannuksia määriteltäessä tulisi ottaa huomioon muutoksien aiheuttamat suorat kustannukset sekä pienimpienkin muutoksien aiheuttamat kumulatiiviset kustannukset, joilla saattaa olla kokonaisvaikutusta tuotteen tai tilauksen tuotantoprosessiin kokonaisuudessaan (Moselhi 2003).

Tilausmuutoksista aiheutuvat kustannukset eivät ole samat kaikille yrityksille, sillä tilausmuutostyyppin lisäksi on olemassa muitakin tekijöitä, jotka vaikuttavat ja määrittävät tilausmuutoksista aiheutuvia kustannuksia. Tilausmuutoksista aiheutuvien kustannusten taustalla vaikuttaa muun muassa yrityksen koko, ulkoa tulevien ja itse valmistettävien komponenttien määrä suhteellisesti toisiinsa verrattuna, yrityksessä valmistettävien erilaisten tuotteiden määrä eli tuotevalikoiman monipuolisuus, yrityksellä käytössä olevien erilaisten tuotannon puskurointitekniikoiden käyttö sekä yrityksen riippuvuus kapasiteetin karkeasuunnittelun menetelmistä (Rough Cut Capacity Planning – RCCP). (Koh ym. 2005.)

Kuten tutkimuksessa on aiemmin todettu ja päätelty, sitä suuremmat kustannukset tilausmuutoksesta todennäköisesti aiheutuu, mitä myöhemmin tilausmuutospyyntö saapuu tehtaalle ja itse muutos toteutetaan. Tätä näkemystä tukevat myös Chick (1999) ja Riley ym. (2005), joiden mukaan tilausmuutoksen aiheuttamat haitat ovat yritykselle sitä pahemmat, mitä myöhemmässä vaiheessa projektia muutos toteutetaan. Projekti voidaan ajatella tässä tapauksessa myös ihan normaalisti tuotettavaksi tilaustuotteeksi, jolle tehdään muutos tuotannon aikana. Tällä ajattelutavalla jokainen tilaus toimii omana projektinaan. Turnerin (2008: 154) mukaan karkeana nyrkkisääntönä useimmilla aloilla muutoksen tekeminen maksaa n määrän tilauksen tai projektin määrittämisen eli vahvistus- ja suunnitteluvaiheen aikana (ks. kuva 6), mutta heti tuotannon käynnistyttyä kustannukset muutoksille kasvavat potenssiin kahteen verrattuna edelliseen ja tuotannon valmistuttua potenssiin kolmeen verrattuna alkuperäiseen. Kuvassa 6 on kuvattuna yleisen nyrkkisääntön lisäksi esimerkit telakka- ja IT-aloilta, joissa Turnerin arviot muutuskustannuksista ovat vielä yleistä nyrkkisääntöä huomattavasti rajummat. Kuvassa 6 suunnitteluvaihe toteutetaan ennen jäädytyspäivää, mikä eroaa ABB Oy Motors and Generators -yksikön toteutustavasta, jossa jäädytyspäivä on ennen suunnittelun alkua.



Kuva 6. Muutoksien ja konfiguraation hallinta (mukaillen Turner 2008: 154).

Uskosen ja Tenhiälän (2012) MTO-tuotanto-oloissa tehdyn tutkimuksen mukaan tilausmuutosten kustannukset voivat olla riittävän suuret, jotta se ansaitsee aiheena yrityksen johdon huomion. Tunnistamalla kaikkein merkittävimmät mahdolliset muutostyöprosessin ongelmat ja kustannuksien aiheuttajat, voidaan yrityksessä parantaa taloudellista suorituskykyä.

Uskosen ja Tenhiälän (2012) tutkimuksessa selviää kolme avaintekijää, jotka vaikuttavat yrityksen muutostöiden kustannuksiin: muutostyön ajankohta, muutostyön tyyppi ja muutostyön kohteena oleva tuote. Ajankohta viittaa siihen, että mitä lähempänä tuotteen toimituspäivää tilausmuutos tehdään, sitä enemmän siitä aiheutuu kustannuksia. Muutostyön tyyppi puolestaan tekijänä tarkoittaa tässä sitä, että käytännössä muutostyön kustannukset ovat sitä korkeammat, mitä enemmän tuotannon resursseja kuluu muutostyön toteuttamiseen. Uskosen ja Tenhiälän (2012) mukaan tuotantoprosessin modulaarisuus vähentää muutostyökustannuksia merkittävästi, koska modulaarisissa tuotantoprosesseissa muutostyö vaikuttaa pienempään määrään resursseja kuin ei-modulaarisissa tuotantoprosesseissa. Lisäksi muutostyön kohteena oleva tuote vaikuttaa Uskosen ja Tenhiälän (2012) mukaan muutostyökustannuksiin siten, että mitä modulaarisempi tuote on, sitä alhaisemmat ovat muutostyön kustannukset.

Uskosen ja Tenhiälän (2012) tutkimuksen mukaan alle 10 % muutoksista aiheuttaa noin puolet muutostyökustannuksista, minkä seurauksena olisi järkevä kategorisoida muutostyöt halpoihin ja kalliisiin muutostyötyyppeihin ja ottaa käyttöön useamman kuin yhden jäädytyspäivän (FP) järjestelmä. Yhden jäädytyspäivän käyttäminen vähentää tasapuolisesti sekä kaikkien muutostöiden kokonaiskustannuksia että koettua reagointikykyä muutostöihin. Puolestaan useamman jäädytyspäivän käyttäminen erityyppisten tilausmuutosten kohdalla vähentää muutostöiden kokonaiskustannuksia suhteellisesti enemmän kuin koettua reagointikykyä muutostöiden suorittamiseen. Usean jäädytyspäivän systeemissä aikaisin jäädytyspäivä olisi tilausmuutoksilla, jotka aiheuttavat kustannuksia tuotantoprosessin alkuvaiheessa, ja myöhäisin jäädytyspäivä olisi muutostöillä, jotka aiheuttavat kustannuksia tehtaalle vasta tuotantoprosessin loppuvaiheessa. Useamman jäädytyspäivän systeemi olisi Uskosen ja Tenhiälän (2012) mukaan sekä kustannustehokas että riittävän reagointikykyinen massaräätälöidyssä MTO-tuotannossa.

Viimeinen Uskosen ja Tenhiälän (2012) tutkimuksen mukainen väite alleviivaa prosessien sujuvuutta ja nopeutta. Heidän mukaansa mitä nopeampi muutostyöprosessi on, sitä alhaisemmat ovat muutostyökustannukset kokonaisuudessaan. Tutkimus painottaa no-

pean tiedonvaihdon tärkeyttä prosesseissa. Tutkimuksen mukaan jokainen tuotannonaikaiseen tilausmuutokseen käytetty päivä kasvattaa keskimäärin noin 10 % tilausmuutoksen kustannuksia.

Tilausmuutosten tiedetään aiheuttavan kustannuksia, joita on vaikea määritellä etukäteen, ja sen vuoksi niitä on myös hankala laskuttaa asiakkailta todellisten kustannusten mukaisesti (Uskonen & Tenhiälä 2012). Tilausmuutosten aiheuttamien todellisten kustannusten määrittäminen on kuitenkin tärkeää, jotta voitaisiin laskuttaa asiakasta haluumastaan muutoksesta perustellusti, tehtaan kannalta kannattavasti ja oikein. Tällöin ABB Oy Motors and Generators -yksikön Delivery Support -tiimissä saavutettaisiin varmuutta ja selkeyttä muutostöiden hinnoitteluun sekä samalla vähennettäisiin myyntiyhtiöiden kanssa käytävien turhien väittelyiden määrää.

2.5.3 Prosessien kustannukset

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan tilausmuutosten aiheuttamia kustannuksia myös tilausmuutosprosessin näkökulmasta. ABB Oy Motors and Generators -yksikön tilausmuutosprosessi saattaa olla tehoton ja siten aiheuttaa itsessään tarpeettomia kustannuksia tehtaalle. Tällaisia kustannuksia kutsutaan usein toiminnan tehottomuuden kustannuksiksi (Rajala, Tammi & Meklin 2008: 59). Rajalan ym. (2008: 59) mukaan yrityksen toimintojen ja prosessien sisällä on piilossa olevia kustannuksia, jotka ovat seurausta prosessien tai toimintojen tehottomuudesta. Kyseisiä kustannuksia sanotaan myös *näkymättömiksi kustannuksiksi* (hidden costs).

Organisaatiot toimivat alle maksimitehokkuutensa, koska rationaalisuus rajoittaa päätöksentekoa. Samaan aikaan siis tehottomuus aiheuttaa kustannuksia. Näkymättömiä prosesseissa piilossa olevia kustannuksia on usein vaikea havaita, koska esimerkiksi kirjanpidossa piilokustannuksille ei ole olemassa tilejä. Erään teorian mukaan organisaatioissa ja niiden prosesseissa on niin sanottuja sisäisiä tehottomuustekijöitä, jotka liittyvät prosessien eri toimintoihin ja elementteihin, kuten esimerkiksi organisointiin ja työhön. Sisäistä tehottomuutta voidaan jopa kutsua tuhlaukseksi. (Rajala ym. 2008: 60.)

Prosessin tehokkuuden tasolla tai tehottoman prosessin yritykselle aiheuttamilla kustannuksilla ei ole asiakkaalle suoranaisesti mitään merkitystä kuin siinä tapauksessa, jos ne aiheuttavat laatuhaittoja asiakkaiden tilaamiin tuotteisiin (Lecklin 2002, 160–161). Eli asiakas ei varsinaisesti suostu maksamaan siitä, että yrityksellä olisi kustannustehok-

kaammat prosessit tuotteiden tai palveluiden tuottamiseksi. Niinpä tehottomuuden ja sen aiheuttamien kustannusten minimoiminen on hyvin pitkälti yrityksestä itsestä kiinni ja yrityksen omaksi parhaaksi.

Todellisten kustannusten, piilotettujen kustannusten tai niiden aiheuttajien selvittäminen ei ole kuitenkaan aina niin yksinkertaista. Prosesseissa piilevä tehottomuus ei ole aina niin helposti havaittavissa saati määriteltävissä tai korjattavissa. Siksi käytössä olevia prosesseja on aika ajoin tärkeä tutkia ja siten kyseenalaistaa omia toimintatapoja etsiäkseen parempia ja tehokkaampia ratkaisuja toimia. Prosesseista puhuttaessa tässä tutkimuksessa ollaan erityisen kiinnostuneita tilausmuutosprosessista, sen tehokkuudesta ja kustannuksista. Tässä tutkimuksessa tutkitaan tilausmuutosprosessia DSM-menetelmän (Design Structure Matrix) avulla. DSM:n avulla pyritään selvittämään ABB Oy Motors and Generators -yksikön muutostyöprosessin rakenne ja sen tehokkuuden taso. Sen jälkeen muutostyöprosessin rakenteesta voidaan tehdä johtopäätöksiä siitä, synnyttääkö itse prosessi siitä mahdollisesti löytyvällä tehottomuudellaan yksikölle lisäkustannuksia vai ei. DSM-menetelmä määritellään tarkemmin tämän tutkimuksen kolmannessa pääluvussa.

3 TUTKIMUSTYÖKALUT JA PROSESSIT

Tutkimuksen kolmas pääluku muodostuu kolmesta eri osiosta. Ensin tarkoituksena on esitellä ja määritellä toimintolaskenta (activity-based costing – ABC) ja sen käyttö tutkimustyökaluna. Toiseksi esitellään ja määritellään toinen tässä tutkimuksessa käytettävä tutkimustyökalu eli DSM (design structure matrix). Kolmanneksi esitellään ja määritellään kohdeyrityksen tilaus-toimitus- ja tilausmuutosprosessit sekä prosesseihin kuuluvat oleelliset elementit.

3.1 Toimintolaskenta

Toimintoperusteinen kustannuslaskenta (ABC, Activity-based costing) eli toimintolaskenta voidaan määritellä työkaluksi, jossa laskentakohde kuluttaa toimintoja. Toiminto voidaan puolestaan määritellä olevan teknologian, työsuoritusten raaka-aineiden, menetelmien ja toimintaympäristön yhdistelmä, jolla saadaan aikaan tietty lopputulos yrityksessä. Toiminnot kuluttavat resursseja. Toimintolaskennassa resurssien kustannukset kohdistetaan toiminnoille ja toimintojen kulutus laskentakohteelle. Toimintolaskennassa korostuu resurssien kuluttamisen määrä, kun toteutetaan joitain toimintoja organisaation sisällä. Toimintoja ovat esimerkiksi valmistus, myynti, lähettäminen ja pakkaaminen. (Cooper & Kaplan 1988; Jyrkkiö & Riistama 2006: 176.)

Toimintolaskenta lähti kehittymään 1980-luvulla, kun huomattiin, etteivät välittömät työkustannukset välttämättä olekaan merkittävin kustannus yrityksen toiminnassa, vaan toiminnalla on olemassa myös merkittäviä yleiskustannuksia (Cooper & Kaplan 1988). Perinteisen kustannuslaskennan kautta kustannuksia ei aina kuitenkaan kohdistettu riittävän täsmällisesti tai oikein, mikä huomattiin 1980-luvun lopussa (Gosselin 2006). Toimintolaskennan syntyyn vaikutti myös yritysten välinen kiristynyt kilpailu useilla eri teollisuuden aloilla (Stenzel & Stenzel 2004: 6-7). Toimintolaskentaa pidettiin yhtenä ratkaisuna suorituskyvyn parantamiseen, koska sen avulla ymmärrettiin entistä paremmin toiminnan aiheuttamia kustannuksia ja toiminnan kannattavuutta ylipäättään (Turney 2002: 9).

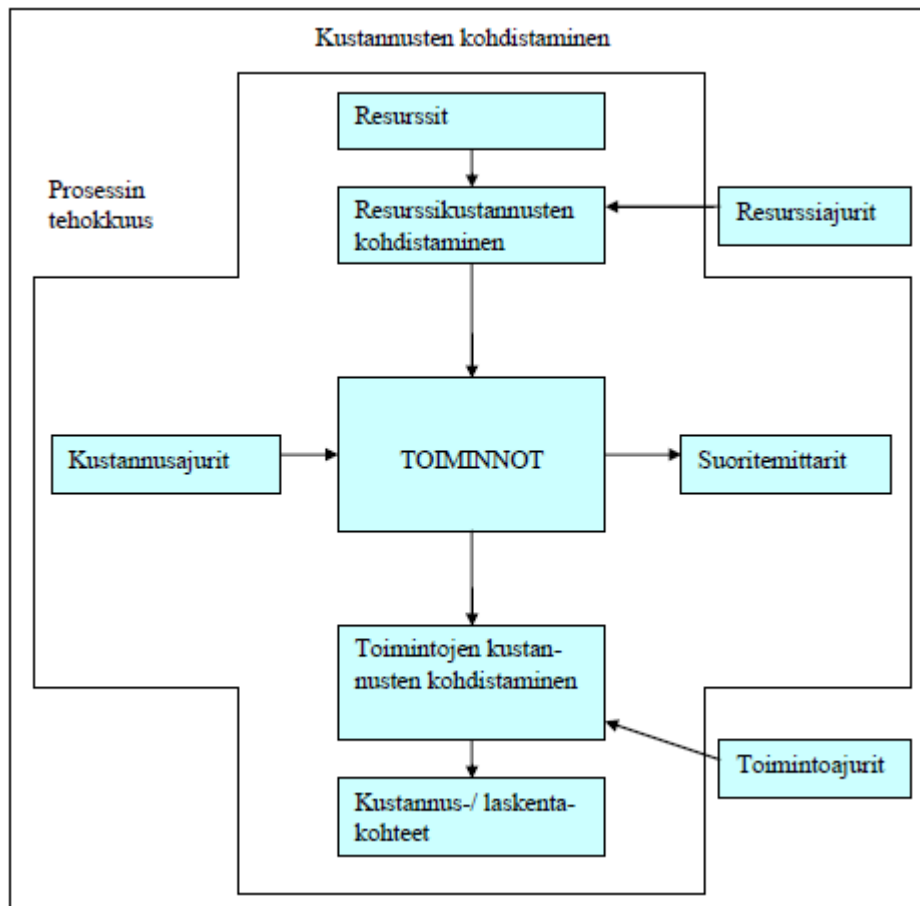
Näsin (2006) mukaan toimintolaskenta tarjoaa paremmat edellytykset selvittää asiakasräättälöityjen tuotteiden kustannuksia kuin perinteinen kustannuslaskenta. Perinteistä kustannuslaskentaa ja sen menetelmiä on hyödynnetty lähinnä tuotekohtaisten kustannuksien laskemisessa. Perinteisessä kustannuslaskennassa välilliset kustannukset jaetaan tuotteille volyymiperusteisia jakajia (esimerkiksi työtunnit) hyödyntäen, kun taas toimintolaskennassa kustannukset kohdistetaan tuotteiden sijaan ensin resursseille ja siitä edelleen toiminnoille. Eri toimintojen kustannukset puolestaan kootaan ja kohdistetaan lopulta laskentakohteelle, joka on tässä tutkimuksessa tilausmuutos. (Alhola 2008: 11–15; Neilimo & Uusi-Rauva 2002: 133–134.)

Toimintolaskennasta on tehty useita tutkimuksia. Kennedyn ja Affleck-Gravesin (2001) tutkimuksen mukaan toimintolaskennan hyödyntäminen lisää yrityksen suorituskykyä ja todennäköisyyttä menestyä. Puolestaan Pike, Tayles ja Mansor (2011) ovat tutkineet eri toimintolaskentajärjestelmätyyppien merkitystä toimintolaskennan suorituskykyyn. Heidän mukaan toimintolaskentaa hyödynnettäessä on järjestelmätyypillä merkitystä saavutetun koetun suoriutumiskyvyn ja lopputuloksen kannalta. Lisäksi toimintolaskentaa suoritettaessa on Kallunkin ja Silvolan (2008) tutkimuksen mukaan otettava huomioon yrityksen ikä ja elinkaari, sillä niillä saattaa olla iso merkitys toimituslaskennan onnistumisen kannalta.

Toimintolaskennassa yleiskustannusten käyttäytymistä pyritään ymmärtämään erityisen hyvin. Toimintolaskennassa ajatellaan, ettei suurin osa kustannuksista ole kiinteitä pitkällä aikavälillä, vaan lopulta jokaista kustannusta voidaan pitää muuttuvana. Lisäksi laskentatavan perusoletus on, että toiminnot synnyttävät kustannukset. Toimintoja puolestaan tarvitaan, jotta voidaan valmistaa tuotteita. Tässä tutkimuksessa toimintoja tarvitaan, jotta voidaan tehdä tilausmuutoksia. (Alhola 1998: 61.)

3.1.1 Toimintolaskennan käsitteet ja rakenne

Toimintolaskennan rakenne koostuu käsitteistä, joita ovat resurssit, toiminnot, ajurit ja kohteet. Toimintolaskenta muodostuu kahdesta ulottuvuudesta: kustannusten kohdistamisesta (vertikaalisuus) ja kustannusten prosessiulottuvuudesta (horisontaalisuus). Seuraavalta sivulta löytyvässä kuvassa 7 on kuvattu toimintolaskennan perusajatuksen rakenne. (Alhola 2008: 34.)



Kuva 7. Toimintolaskennan rakenne (mukaillen Alhola 2008: 34).

Kuvasta 7 voidaan huomata, että kustannusten kohdistaminen tapahtuu pystysuunnassa, kun taas vaakasuora osa tarkastelee toimintoketjuja. Kun resurssien kustannukset kohdistetaan toiminnoille, toimivat apuna resurssiajurit. Tämän jälkeen resurssien kustannukset kohdistetaan toiminnoille ja toiminnoista edelleen toimintoajureita hyödyntäen lopullisille laskentakohteille. Toimintolaskennassa ollaan erityisen kiinnostuneita kuvan 7 pystysuorasta osasta. Koska pystysuora osa kuvaa kustannusten yleistä virtaa panoksista tuotokseen, voidaan sen avulla selvittää laskentakohteen todelliset kokonaiskustannukset. Vaakasuora osa eli prosessin tehokkuuden näkökulma keskittyy siihen, miten tiettyyn toimintoon liittyvä työ tehdään, ja mikä on tehdyn työn suhde muihin toimintoihin. Lisäksi sen avulla voidaan selvittää jokaisen toiminnon suorituskykymittarien ja kustannuskohdistimien tuottamaa informaatiota. (Alhola 2008: 34–35; Brimson 1992: 82–83.)

Yrityksissä tuotteiden valmistus kuluttaa *toimintoja*. Toiminnot kuvaavat yrityksessä tehtäviä asioita. Toimintoja ovat esimerkiksi valmistus, myynti, lähettäminen ja pakkaaminen. Toiminnot kuluttavat *resursseja*, jotka voidaan määritellä yrityksen käytettävissä oleviksi voimavaroiksi. Resurssit voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: fyysisiin, henkisiin ja taloudellisiin resursseihin. Fyysisiä resursseja ovat esimerkiksi yrityksen koneet ja toimitilat. Asenteet ja osaaminen lasketaan henkisiin ja pääomat puolestaan taloudellisiin resursseihin. Suunnitelmallinen ja tehokas resurssien käyttö yrityksessä on edellytys menestyvälle liiketoiminnalle. Sen lisäksi, että resurssit ovat voimavaroja, ovat ne myös tuotannontekijöitä yritykselle. Kaikkia resursseja ei ole mahdollista varastoida, joten muun muassa sen vuoksi resurssien käyttämisen seuraaminen on erittäin tärkeää. Resursseja ei tulisi tuhjata. Esimerkiksi ajankäyttö on yksi yleisesti seurattu resurssi yrityksessä, sillä tehokas ajankäyttö edistää kustannustehokkuutta ja tuottavuutta. (Alhola 2008: 29–43.)

Jotta toimintolaskentaa voidaan hyödyntää, täytyy tutkittavasta prosessista tunnistaa toiminnot, joita prosessissa hyödynnetään. *Toimintoanalyysin* avulla tämä on mahdollista. Toimintoanalyysin avulla selvitetään prosessissa tehtävät toiminnot ja niiden väliset yhteydet, kunkin toiminnon prosessille tuoma lisäarvo sekä myös se, paljonko yksittäiset toiminnot maksavat yritykselle. Toiminnot jaetaan yleensä kahteen kategoriaan: perustoimintoihin ja tukitoimintoihin. Perustoimintojen kautta suorite aikaansaadaan prosessin sisällä. Tukitoimintojen tehtävänä on nimensä mukaisesti tukea perustoimintoja. Toimintolaskennassa tukitoimintojen kustannukset voidaan joko kohdistaa perustoiminnoille tai jakaa kaikkien toimintojen kesken niitä koskeviksi yleiskustannuksiksi. Perus- ja tukitoimintojen lisäksi toiminnot voidaan jakaa arvoa lisääviin ja lisäämättömiin toimintoihin, joiden avulla selvitetään arvoa lisäävät ja lisäämättömät kustannukset prosessissa tai muussa laskentakohteessa. (Lumijärvi, Kiiskinen & Särkilahti 1995: 32; Alhola 2008: 37–39; Neilimo & Uusi-Rauva 2002: 138–139.)

Toimintolaskennassa ajuri kertoo syyn sille, minkä vuoksi toiminto vaatii tiettyjä resursseja. Ajurin avulla toiminnon kustannus kohdistetaan prosessille tai muulle laskentakohteelle. Kustannusajurien kautta voidaan määrittää toiminnan suorittamisen vaatima työmäärä ja syy toimintojen suorittamiselle. Kustannusajurit voidaan jakaa kahteen erilliseen ajuriin: resurssiajureihin ja toimintoajureihin (ks. kuva 7). Resurssiajurien avulla resurssien kustannukset kohdistetaan toiminnoille. Toimintoajurien avulla puolestaan toimintojen kustannukset kohdistetaan laskentakohteille. *Suoritemittareiden* (ks. kuva 7) avulla saadaan lisää informaatiota toimintojen suoritusasosta ja niiden kautta saavute-

tuista tuloksista. Suoritemittareiden mittaus voidaan kohdistaa eri asioihin, kuten esimerkiksi työn laatuun, toiminnossa käytettyyn aikaan, tuottavuuteen tai tehokkuuteen. (Alhola 2008: 44–45; Turney 2002: 115–116, 123.)

3.1.2 Toimintolaskennan etuja ja haasteita

Grigoren, Nicolen ja Gijun (2010) mukaan toimintolaskenta mahdollistaa yritystä ha-
vaitsemaan sen yhtenevän vision, jonka mukaan ero kannattavan ja kannattamattoman
välillä on häilyvä, sillä yleensä erot kannattavuudessa johtuvat alati muuttuvista eroista
vallitsevissa olosuhteissa. Toimintolaskenta auttaa entistä paremmin ymmärtämään kus-
tannuksia aiheuttavien työskentelytapoja ja toimintoja. Lisäksi Grigore ym. (2010) mu-
kaan toiminnot tarjoavat tehokkaan ohjaus- ja laskentakeinon yritykselle, koska toimin-
tolaskennassa tuotteisiin kohdistuvista välillisistä kustannuksista suuri osa voidaan las-
kea välittömiksi kustannuksiksi. Kun vertaillaan kokonaislaatuun vaikuttavia kustan-
nuksia ja kustannuksia, jotka eivät vaikuta laatuun, on toimintolaskennan käyttämä toi-
mintoajattelu erittäin käyttökelpoinen lähestymistapa. Lisäksi kustannuslaskelmien ja
strategisten analyysien riippuvuuksien vertaileminen on mahdollista toimintoajatteluun
perustuvan lähestymistavan avulla.

Bakerin (1994) mukaan toimintolaskennasta saatava merkittävä etu on toimintojen to-
dellisten kustannusten selviäminen ja yrityksen toimintojen entistä parempi ymmärtä-
minen, sillä yrityksen johdossa ei ole tarkoitus johtaa tuotteita vaan toimintoja. Puoles-
taan Goebelin, Marshallin ja Locanderin (1998) mukaan toimintolaskenta on erinomai-
nen apuväline hinnoiteltaessa tuotteita tai palveluita eri asiakkaille, asiakasryhmille ja
markkinoille, sillä toimintolaskenta pystyy tarjoamaan pohjan tukevalle taloudelliselle
dokumentaatiolle. Toimintolaskennan avulla hinnoittelun kohdistaminen helpottuu, sillä
välttämättä jokaiselle asiakkaalle ei kannata tarjota samoja tuotteita samoilla hinnoilla
(Goebel ym. 1998). Tämän tutkimuksen kohdeyrityksessä tilausmuutoksia tehtäessä
muutostyöstä pyydetty hinta vaihtelee, sillä on olemassa erikokoisia tilauksia sekä tär-
keitä ja vähemmän tärkeitä asiakkaita, joille tilausmuutosta ollaan tekemässä.

Toimintolaskenta ei ole kuitenkaan täysin ongelmaton laskentametodi. Davoodin ja
Hassanin (2007) mukaan yrityksellä käytössä olevan tietotekniikan taso vaikuttaa toi-
mintolaskentajärjestelmän käyttöönottamiseen, sillä monilla yrityksillä ei ole riittävän
tehokkaita teknologioita, laitteita ja ohjelmistoja toimintolaskelmajärjestelmän tukemi-
seen. Grigore ym. (2010) puolestaan toteavat toimintolaskennan haasteeksi muun muas-

sa sen, että arvoa tuottavien toimintojen ja kustannuksia aiheuttavien toimintojen osuuksia on vaikea tunnistaa ja eritellä laskelmissa. Jotta toimintolaskenta voitaisiin ottaa organisaatiossa laajasti käyttöön, vaatii se pitkän mukautumisajan. Lisäksi toimintolaskennan toimintojen jakaminen on vaikeaa ja subjektiivista, koska toimintoja ja niihin käytettävää työaikaa on vaikea kohdistaa työntekijäkohtaisesti, sillä työntekijät toteuttavat mahdollisesti useita eri toimintoja organisaatiossa.

Toimintoperusteisessa kustannuslaskennassa toimintojen käyttämien resurssien arvioiminen on pahimmillaan todella työlästä. Ennen kuin toimintojen käyttämät resurssit ovat selvillä, on toimintoihin usein perehdyttävä perusteellisesti. Resurssien käytön määrää saattaa olla hankala mitata tai arvioida, jos arvio tehdään haastatteluiden tai henkilöiden omakohtaisten arvioiden perusteella mittareiden sijaan. Arviopohjaisten laskelmien kohdalla on syytä säilyttää kriittisyys ja varauksellisuus. (Jyrkkiö & Riistama 2004: 186–187.) Tässä tutkimuksessa resurssien kohdistaminen ja määrän arvioiminen toimintokohtaisesti tulee olemaan yksi suurimmista haasteista toimintolaskennan osalta siitä huolimatta, että toimintolaskenta tehdäänkin vain kohdeyrityksen yleisimmille tilausmuutoksille. Uskottavuuden saavuttamiseksi tässä tutkimuksessa käytetään toimintolaskennan lisäksi DSM-työkalua, joka esitellään seuraavaksi.

3.2 Design Structure Matrix – DSM

Tämän tutkimuksen toisena työkaluna käytetään *DSM-menetelmää* (design structure matrix – DSM). Alun perin DSM-työkalun kehitti Don Steward vuonna 1981 julkaistussa artikkelissaan ‘*The design structure system: a method for managing the design of complex systems*’. DSM-menetelmän avulla pystytään mallintamaan ja analysoimaan prosessien, järjestelmien, komponenttien ja systeemien sisäisiä ja välisiä suhteita ja riippuvuuksia. DSM suunniteltiin alun perin ohjelmointia varten, mutta myöhemmin sen käyttötarkoitus on laajentunut. DSM:n avulla voidaan muun muassa tukea ja helpottaa monimutkaista teknisten tuotteiden suunnittelua sekä tarkastella erilaisten projektien prosessien ja tehtävien välistä riippuvuutta. DSM-työkalua onkin monesti hyödynnetty tuotekehityksessä. Muut projektinhallintaan suunnitellut työkalut keskittyvät tyypillisesti työn edistymiseen projektissa, mutta sen sijaan DSM mallintaa tiedonkulkua, minkä takia DSM on sopiva työkalu monimutkaisten tehtävien ja prosessien hahmottamiseen. (DSMweb 2015; Wang, Madani, Wang, Wang & White 2014: 54.)

DSM-menetelmää voidaan kutsua useista osista koostuvan järjestelmän esitystavaksi, jonka avulla järjestelmän tai prosessin sisäisten elementtien riippuvuutta voidaan havainnollistaa ja tulkita. Kaikessa yksinkertaisuudessaan DSM-menetelmässä on kyse neliömatriisista, jossa rivit ja sarakkeet on muodostettu ja järjestetty identtisesti toisiinsa nähden, ja jossa matriisin lävistävän diagonaalien ulkopuoliset elementit kertovat diagonaalilla olevien elementtien välisistä suhteista. Neliömuotoisuus tarkoittaa siis sitä, että matriisissa on sama määrä rivejä ja sarakkeita. (Eppinger & Browning 2012: 6; DSMweb 2015.)

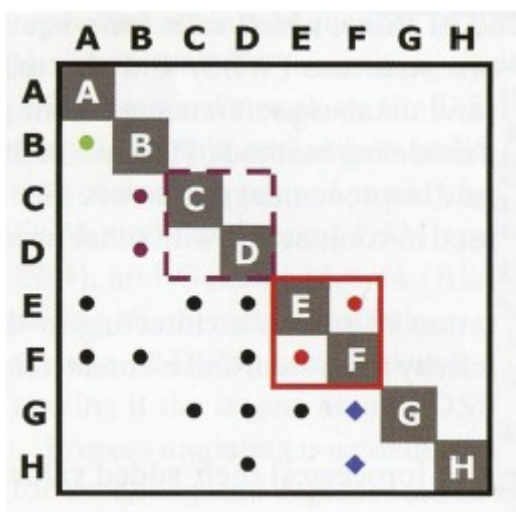
DSM:n merkitys työkaluna viime vuosina on kasvanut, koska monien järjestelmien ja prosessien käyttäytyminen ja arvo muodostuvat hyvin pitkälti niiden sisäisten elementtien välisestä vuorovaikutuksesta. Muihin prosessien mallintamistyökaluihin nähden DSM-menetelmä tarjoaa yksinkertaisen tavan monimutkaisien järjestelmien mallintamiselle ja analysoimiselle. (DSMweb 2015.)

3.2.1 DSM:n ymmärtäminen ja tulkitseminen

Matriisiin toiminnallisuus on oleellista ymmärtää, jotta DSM-menetelmää voidaan hyödyntää. Seuraavan sivun kuvassa 8 on mallinnettu esimerkki matriisista, jossa prosessin eri elementtejä esittävät kirjaimet A, B, C, D, E, F, G ja H. Matriisiin on sijoitettu prosessin eri elementit kolumneihin ja riveihin identtisessä järjestyksessä. Lisäksi elementit löytyvät myös matriisin lävistävästä diagonaalista. Matriisin soluista käy ilmi elementtien eri vaikutukset toisiinsa. Matriisissa rivitasolta näkee, miltä toiselta elementiltä tai elementeilta kunkin rivin elementti tarvitsee dataa. Kolumneilta eli sarakkeilta puolestaan näkee, mihin elementteihin mikin elementti lähettää dataa. (Browning 2001: 292.)

Kuvan 8 esimerkkimatriisissa elementti A syöttää dataa elementeille B, E ja F. Koska elementti A ei suoriutuakseen tarvitse itse dataa muista elementeistä, optimaalisinta on sijoittaa elementti A ensimmäisenä suoritettavien elementtien joukkoon. Puolestaan elementti B tarvitsee suoriutuakseen dataa elementiltä A. Elementti B syöttää dataa elementeille C, D ja F.

DSM-menetelmän avulla pyritään selvittämään mahdolliset ongelmat prosessin muodostavien elementtien väliltä ja siten tehostamaan toimintaa. Elementit voivat olla esimerkiksi prosessin toimintoja, tuotteen komponentteja, organisaation työryhmiä tai ihmisiä. Kuvassa 8 täplät kuvaavat elementtien välisiä riippuvuuksia.

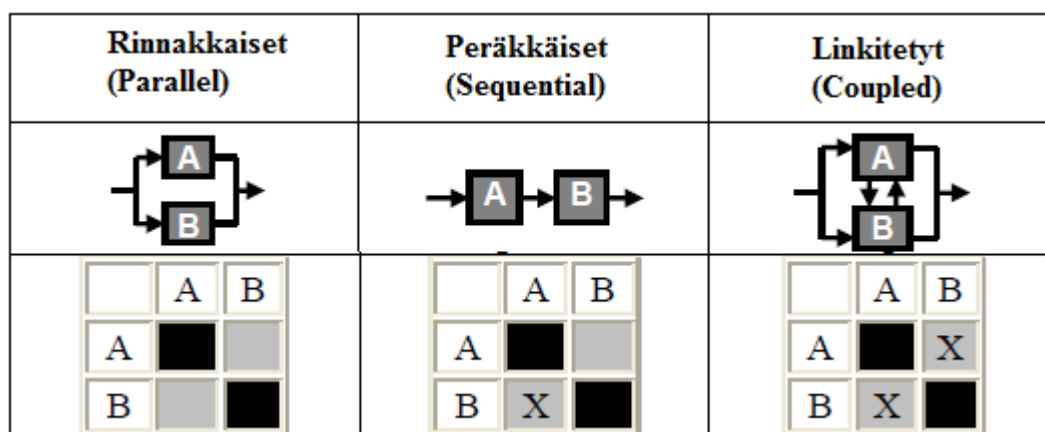


Kuva 8. DSM-menetelmän matriisi (mukaillen Eppinger & Browning 2012: 134).

DSM-menetelmässä taaksepäin suuntautuvat riippuvuudet aiheuttavat yleensä ongelmia prosessiin esimerkiksi ylimääräisten kustannusten tai tehottomuuden muodossa. Kuvan 8 esimerkistä ei löydy taaksepäin suuntautuvia riippuvuuksia elementtien väliltä. Jos matriisissa on täpliä diagonaalin yläpuolella, tarkoittaa se sitä, että aikaisemmin suoritettava elementti tarvitsee jonkin myöhemmin suoritettavan elementin dataa, jotta suoritustus voitaisiin viedä läpi. Tätä kutsutaan taaksepäin suuntautuvaksi riippuvuudeksi. Elementti E tarvitsee elementiltä F dataa, mutta elementti F syöttää dataa elementille E elementtien G ja H lisäksi. Tätä elementtien E ja F välistä suhdetta kutsutaan linkitettyksi (coupled) suhteeksi, jossa molemmat tarvitsevat toisiltaan dataa suoriutumiseensa (DSMweb 2015).

DSM-menetelmässä esitellään perinteisesti kolme kulmakiveä prosessin elementtien välisille suhteille. Näitä ovat *rinnakkainen* (parallel), *peräkkäinen* (sequential) ja *linkitetty* (coupled) suhde (ks. kuva 9). Kun prosessin elementtien välinen suhde on rinnakkainen, elementit eivät ole vuorovaikutuksessa keskenään. Esimerkiksi tilausmuutosprosessissa kaksi DSM:n mukaan rinnakkain olevaa toimintoa eivät ole riippuvaisia toisistaan tai toistensa toiminnasta. Jotta elementti B voidaan suorittaa (ks. kuva 9), ei elementti A:n suorittaminen tai sen data ole millään tavalla välttämätöntä. (Yassine 2015; DSMweb 2015.)

Peräkkäisten elementtien tapauksessa yksi elementti vaikuttaa toisen elementin käyttäytymiseen yksisuuntaisesti. Kun elementtien suhde on peräkkäinen, on elementti B riippuvainen elementti A:sta (ks. kuva 9). Kuvan 9 keskimmäisessä kuvassa elementti A tulee suorittaa ennen kuin elementti B:n suorittaminen on mahdollista, sillä elementti B:n ominaisuudet perustuvat elementti A:n ominaisuuksiin. (Yassine 2015; DSMweb 2015.)



Kuva 9. Elementtien väliset suhteet mallinnettuna (mukaiillen Yassine 2015).

Kun elementtien välinen suhde on linkittynyt, on elementtien vaikutusvirta kietoutunut toisiinsa. Tällöin elementti A vaikuttaa elementti B:hen ja päinvastoin (ks. kuva 9). Tämä on mahdollista silloin, kun elementti A:ta tai B:tä ei voida kumpaakaan määrittää ennen kuin tiedetään toisen elementin ominaisuudet. Linkittynyt suhde elementtien välillä aiheuttaa todennäköisesti ongelmia tutkimuskohteen prosessissa. (Yassine 2015; DSMweb 2015.)

3.2.2 DSM:n eri tasot

DSM-menetelmä voidaan jakaa neljään varsinaiseen tasoon: komponenttipohjaiseen tarkasteluun (tuote), ihmisperusteiseen tarkasteluun (organisaatio), toimintoperusteiseen tarkasteluun (prosessi) ja parametripohjaiseen tarkasteluun (alatasen prosessi). Komponenttitasolla DSM:llä tarkastellaan komponenttien välisiä suhteita. Ihmisperusteisella tasolla DSM:ää hyödynnetään organisaation eri yksiköiden välisien suhteiden analysoimisessa. Ihmisperusteista DSM:ää voidaan kutsua myös tiimipohjaiseksi DSM:ksi.

Toimintoperusteisessa tarkastelussa DSM auttaa tutkimaan prosessin toimintojen välisiä riippuvuussuhteita toimintaan kuuluvien panoksien ja toiminnasta syntyvien tuloksien kautta. Parametripohjaisella tasolla DSM:n avulla tutkitaan suunnittelun parametrien välisiä suhteita. (Browning 2001)

Tässä tutkimuksessa käytetään *tiimipohjaista DSM:ää* (Team-Based DSM), koska se soveltuu erinomaisesti tilausmuutosprosessissa kulkevan informaation tutkimiseen. Aikaisemmin tässä tutkimuksessa on todettu, että massaräätelöinnin aiheuttamat kustannukset ovat enimmäkseen massiivisen informaatiomäärän aiheuttamia kustannuksia (Piller 2004a: 5). Tiimipohjaisen DSM-mallinnuksen avulla pyritään selvittämään, onko tutkimuksen kohdeyrityksen tilausmuutosprosessissa itsessään jotain, mikä työllistää turhaan eri toimijoita ja siten aiheuttaa tehtaalle ylimääräisiä kustannuksia.

3.2.3 DSM:n haasteita

DSM on yleensä helppo ymmärtää, sillä se on varsin yksinkertainen menetelmä. Siitä huolimatta DSM:n rakentaminen tai ottaminen käyttöön ei ole todellisuudessa yksinkertaista tai helppoa, koska tutkimuskohteena oleva prosessi tai järjestelmä sisäisten elementtien kera täytyy todella ymmärtää syvällisesti, jotta hyödyllisen ja käyttökelpoisen DSM:n rakentaminen olisi mahdollista. Tarvittavan tiedon kerääminen tutkittavan prosessin elementeistä voi olla työlästä ja aikaa vievää, sillä yleensä elementtien toiminnasta parhaiten tietävät niistä vastaavat henkilöt. Tämä tulee olemaan haasteena myös tässä tutkimuksessa. Lisäksi organisaation sisäiset ongelmat tai puutteellinen tiedonkulkuprosessi saattaa aiheuttaa vaikeuksia DSM:n rakentamisessa. (Browning 2001.)

Lisäksi haasteita saattaa DSM:ssä tuoda muun muassa laajuusongelma. Tutkimuskohde saattaa muodostua jopa sadoista elementeistä, joista puolestaan täytyy muodostaa matriisi. Kymmenien tai satojen elementtien matriisia ei ole helppoa tulkita yhden ihmisen toimesta. Niinpä pahimmillaan matriisista ei ole mitään hyötyä sen liiallisen laajuuden vuoksi. Kirjallisuudessa usein suositellaankin osamatriisien muodostamista, mikäli elementtejä näyttää tulevan yli kymmenen. (Browning 2001.) Tähänkin tulee kiinnittää tämän tutkimuksen aikana huomiota siten, ettei tilausmuutosprosessin elementtejä muodostuisi liian suurta määrää.

Haasteistaan huolimatta DSM:n avulla voidaan sitä oikein hyödyntämällä esittää prosessin rakenne siten, että siitä voidaan havaita jokaisen toiminnallisen elementin suhteet

toisiinsa. Vaikka organisaatiosta löytyisi runsaasti teknistä osaamista, tulee organisaation ja sen prosessien rakenteiden olla suunniteltu huolellisesti ihmisten vuorovaikutuksen vuoksi. Tuotteiden, prosessien ja organisaatioiden rakenteiden ja niissä olevien ongelmien hahmottaminen helpottuu oikein rakennetun DSM:n avulla. (Browning 2001: 293; Almeida & Soares 2014.)

DSM:ssä painotetaan prosessin elementtien suoritusjärjestyksen ja elementtien riippuvuuden tarkastelun merkitystä. Prosesseissa jokin toiminto vaatii toisen toiminnon suorittamista aiemmin, kolmas toiminto taas vaatii neljännen toiminnon suorittamista samaan aikaan ja viides toiminto yhdistyy kuudennen toiminnon kanssa toisiinsa. Lisäksi modulaaristen tuotteiden kohdalla DSM:a pidetään yleisesti erityisen hyvänä ja hyödyllisenä menetelmänä. Organisaation sisältä saattaa löytyä epätehokkuutta, mikä aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Epätehokkuus johtuu usein sisäisistä toimintatavoista, jotka voidaan havaita DSM:n avulla. Parhaimmillaan DSM auttaa yritystä myös virtaviivaistamaan ja tehostamaan tiedonkulkua organisaation sisällä, mikä vähentää riskiä menettää aikaa ja rahaa. (Ulrich & Eppinger 2008: 335; Baldwin & Clark 2006: 186.)

3.3 Tilaus-toimitus- ja tilausmuutosprosessit kohdeyrityksessä

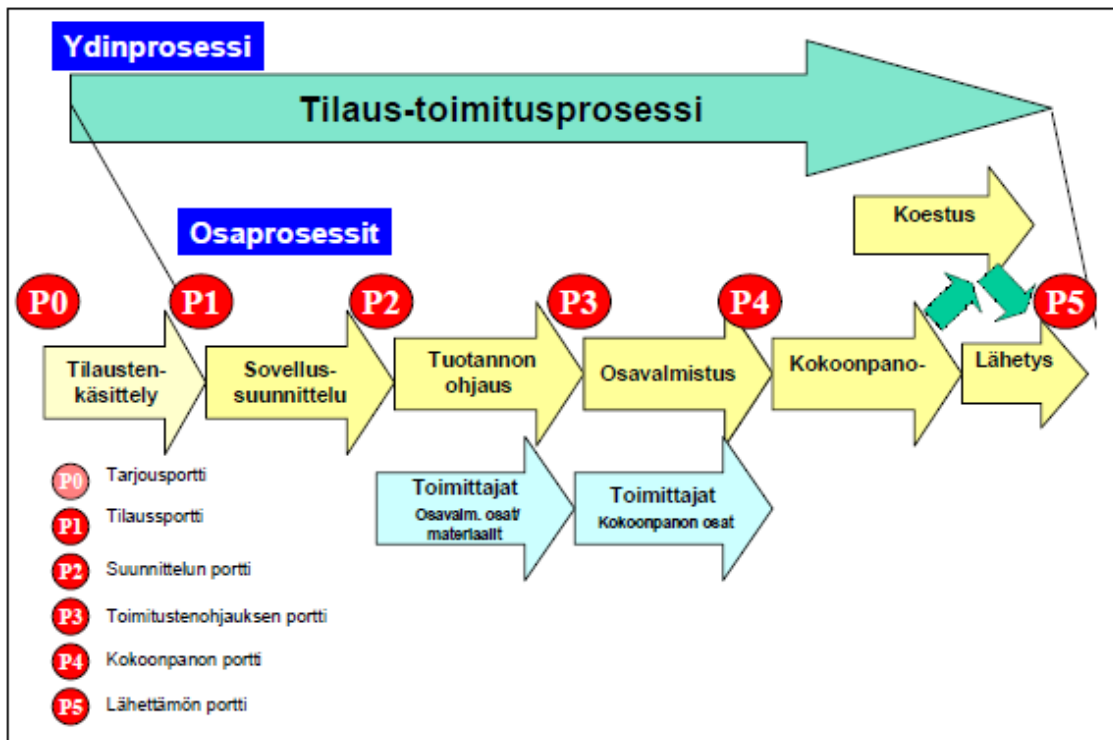
Tässä osiossa kuvataan ABB Oy Motors and Generators -yksikön tilaus-toimitusprosessi sekä tilausmuutosprosessi. Tässä tutkimuksessa pääpaino on tilausmuutosten kustannuksien ja hinnoittelun tutkimisessa. Prosessit kuvataan, jotta voidaan jaotella prosessien eri elementtejä varsinaisia tutkimusmenetelmiä varten, ja jotta saadaan lähtökohdat tilausmuutosten aiheuttamien kustannusten tekijöiden selvittämiseen.

3.3.1 Tilaus-toimitusprosessin kulku MTO- ja ETO-tilauksissa

Tilaus-toimitusprosessi alkaa ABB Oy Motors and Generators -yksikössä siitä, että loppuasiakas ottaa yhteyttä paikalliseen myyntiyhtiöön halutessaan tilata moottorin. Myyntiyhtiö syöttää tilauksen Order Management Systemsiin, eli OMS-järjestelmään. Yleensä ennen tilauksen syöttämistä myyntiyhtiö on saanut myynnistä (GSS, Global Sales Support) tarjouksen, jonka mukaan määräytyy muun muassa tuotteen hinta ja varianttikoodit. OMSista tilaus siirtyy SAP-toiminnanohjausjärjestelmään, joka on käytössä ABB Oy Motors and Generators -yksikössä. Tämän jälkeen tilauksenkäsittelijä käsittelee ja vahvistaa tilauksen SAPissa. SAPista vahvistus siirtyy automaattisesti myös OM-

Siin, josta myyntiyhtiö näkee vahvistetun tilauksen tiedot. Ennen kaupan vahvistamista tilauksenkäsittelijä voi käyttää kaupan suunnittelijalla (Order clearance), mikäli tilauksenkäsittelijä epäilee tilauksen vaativan teknistä tarkastusta esimerkiksi jonkin erikoisen varianttikoodin vuoksi. Viimeistään tämän jälkeen kauppa vahvistetaan, mikäli tilauksessa ei havaita puutteita. Joskus tilauksenkäsittely saattaa itse syöttää manuaalisesti kaupan OMSiin, jos myyntiyhtiöllä ei ole käytössä OMSia.

Kuvassa 10 on kuvattuna tilaus-toimitusprosessi ABB Oy Motors and Generators -yksikössä kokonaisuudessaan. Tilauksen vahvistamisen jälkeen on tiedossa tilauksen jäädytyspäivämäärä (FP, Freezing Point), jota ennen kauppaan on mahdollista tehdä muutoksia ilman ylimääräistä asiakkaalle tai myyntiyhtiölle kohdistuvaa veloitusta (ABB Oy 2014). FP päivämäärä siirtyy tilauksen vahvistamisen yhteydessä automaattisesti SAPista OMSiin myyntiyhtiön tietoon toimitusajan ohella. FP päivämäärä määräytyy järjestelmässä 1-10 päivää ennen suunnittelun alkamista. Sovellussuunnittelussa luodaan asiakkaan tilauksen mukaisen tuotteen tuotantorakenne (BOM, Bill of Material) (ks. kuva 10). Toimitustenohjaus eli tuotannonohjaus vapauttaa suunnittelun päätyttyä tilauksen tuotantoon oikealle tuotantolinjalle.



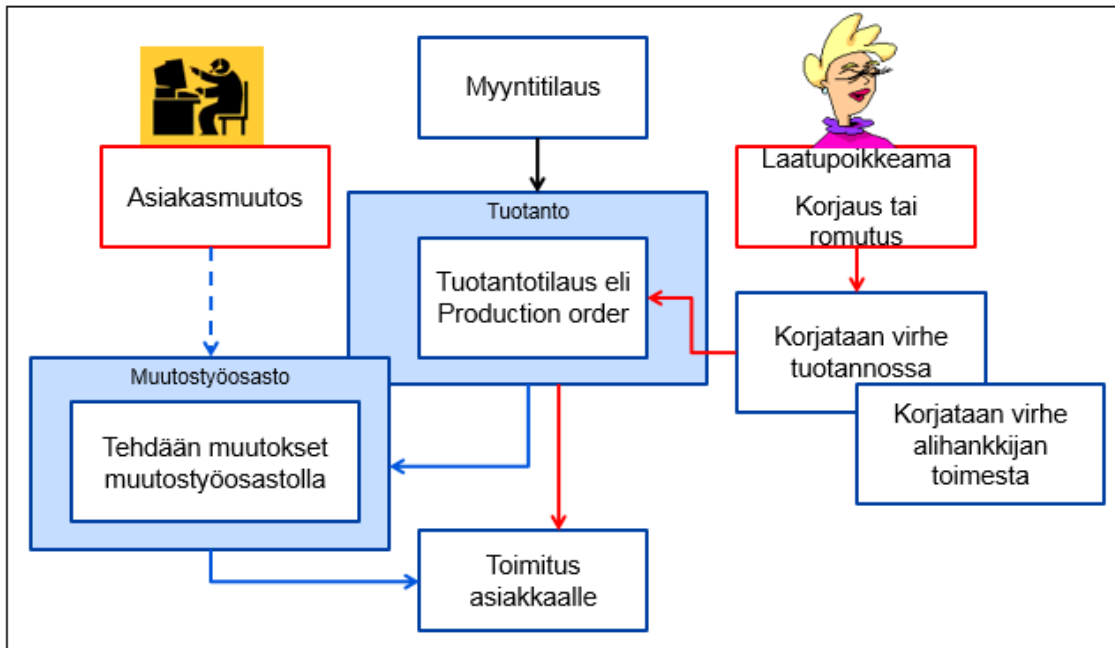
Kuva 10. Tilaus-toimitusprosessi ABB Oy Motors and Generators -yksikössä (ABB Oy 2006).

Tuotannossa valmistetaan ensin roottorit ja staattorit ennen kuin voidaan siirtyä kokoonpanovaiheeseen. Roottori- ja staattorilevyypakettien valmistaminen muodostuu käytännössä levyjen urituksesta ja pakettien ladonnasta, staattoripakettien käämimisestä, roottoreiden valusta, akseloinnista ja valurautaisten runkojen koneistuksesta. Kokoonpanovaiheessa staattoripaketti puristetaan runkoon, liitetään käämitys liitinalustaan, asennetaan roottori staattoriin, asennetaan laakerit ja laakerikilvet, rutiinitestataan, lopputäydennetään ja maalataan moottori. Osaksi tuotantoa kuuluu osto, joka varmistaa että tehtaan ulkopuolella valmistettavat komponentit saapuvat tehtaalle ajoissa kokoonpanon käytettäväksi. Lisäksi tuotantoon kuuluu myös sisäinen logistiikka, joka vastaa oston hankkimien komponenttien vastaanottamisesta ja kuljettamisesta tehtaan sisällä oikeaan paikkaan.

Tuotannon päätteeksi koekentällä tehdään vain asiakkaan erikseen tilaamat koestukset (ks. kuva 10). Jokaiseen moottoriin tehtävät rutiinikoestukset suoritetaan tuotantolinjalta. Lisäksi koekentällä tehdään laivaluokituslaitoksen sertifiointin hakeminen, mikäli sellainen on tilattu. Lähettämö on tilaus-toimitusprosessin lopussa vastuussa tilausten toimittamisesta eli ulkoisesta logistiikasta. Lähettämö pakkaa tuotteet lento- tai laivarahdin pakkausvaatimusten mukaisesti, mikäli tilaus sitä vaatii. Lisäksi tulli- ja vientiasiakirjojen valmistelu sekä laskutus kuuluvat lähettämön toimenkuvaan.

3.3.2 Sisäisen tilausmuutosprosessin kulku

ABB Oy Motors and Generators -yksikössä tilausmuutokset voidaan jakaa kahteen ryhmään: ulkoisiin eli asiakkaan pyytämiin tilausmuutoksiin ja sisäisiin eli laatuvirheistä johtuviin tilausmuutoksiin. Kuvassa 11 on esiteltynä nämä tilausmuutostyyppit ja tilausmuutosten suorituspaikat ABB Oy Motors and Generators -yksikössä. Laatuviheistä johtuvat muutokset tehdään tuotannossa ja asiakkaan halusta johtuvat muutokset suoritetaan yleensä erillisellä muutostyöosastolla. Ulkoiset muutostyöt lisäävät toimitusaikaa, kun taas sisäiset muutostyöt pyritään tekemään ilman asiakkaalla näkyvää toimitusaikamuutosta. Tässä tutkimuksessa keskitytään ainoastaan ulkoisiin tilausmuutoksiin, niiden kustannuksiin ja hinnoitteluun.

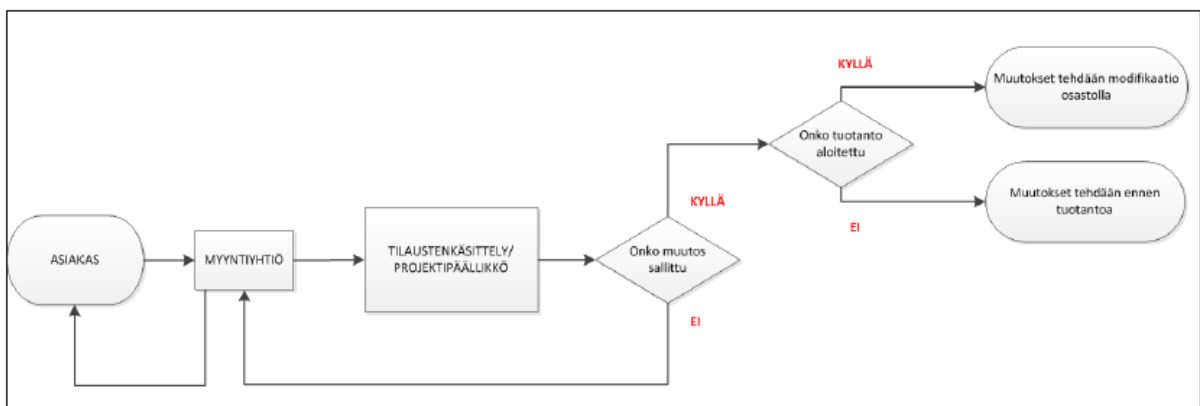


Kuva 11. Tilausmuutosten tyypit ja suorituspaikat (ABB Oy 2013).

Tilauksen vahvistuksen yhteydessä määrittyneeseen jäädytyspäivään eli FP-päivämäärään saakka asiakas voi muuttaa tilausta ilman ylimääräisiä kustannuksia. FP-päivän jälkeen muutokset yleensä vaikuttavat toimitusaikaan ja tuovat lisäkustannuksia. Joitain muutoksia ei ole mahdollista tai kannattavaa tehdä enää silloin, kun moottorin tuotanto on jo aloitettu. Esimerkiksi mikäli muutos vaatii moottorin rungon vaihtamista, ei tähän yleensä ryhdytä, vaan suositellaan kaupan perumista ja tuotteen tilaamista uudelleen. Rungon vaihtaminen tulisi yleensä kalliimmaksi kuin uuden moottorin tilaaminen.

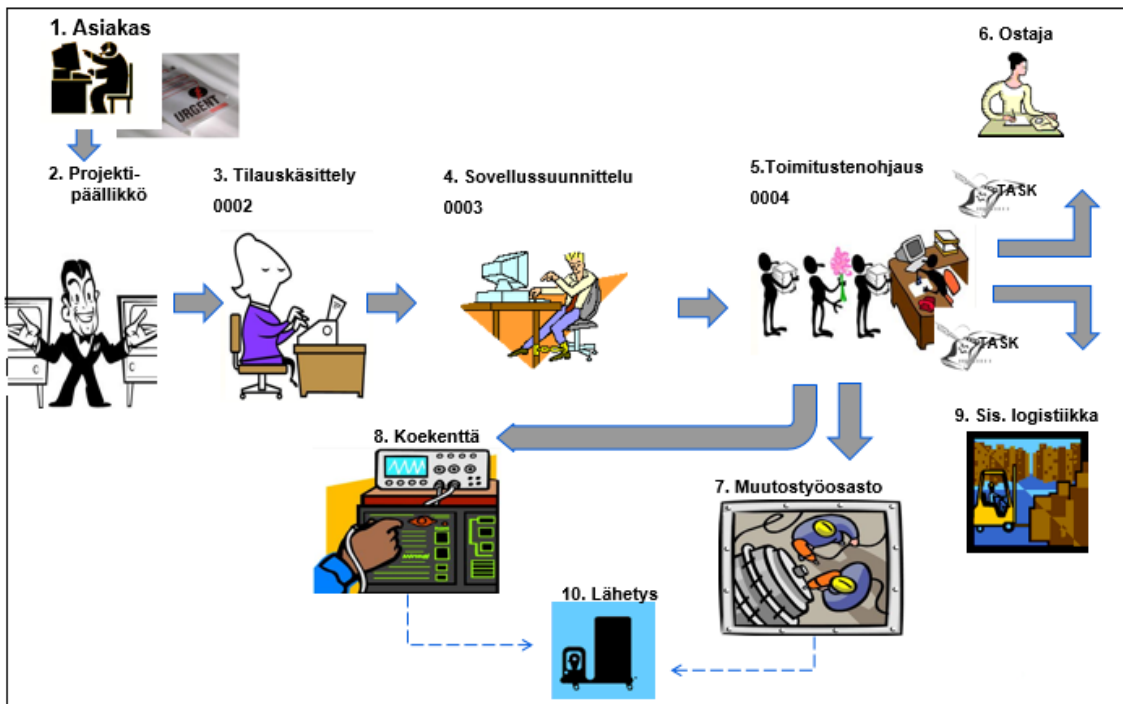
Ulkoinen tilausmuutos lähtee loppuasiakkaan yhteydenotosta myyntiyhtiöön (ks. kuva 12). Myyntiyhtiö luo muutospyyntön Lotus Notes-ohjelmalla Delivery Support -tiimin käytössä olevaan tietokantaan. Projektipäällikkö tai senior customer support specialist -tehtävänimikkeellä samassa työryhmässä työskentelevä henkilö ottaa muutospyyntön käsittelynsä. Kun muutospyyntö koskee teknistä tuotannon aikana tapahtuvaa muutosta, katsotaan yhteistyössä suunnittelijan kanssa, onko muutos mahdollinen vai ei (ks. kuva 12). Jos muutos ei ole mahdollinen, ilmoittaa Delivery Support -tiimin jäsen siitä myyntiyhtiöön, joka puolestaan tekee samoin asiakkaalle. Jos muutos on mahdollinen, arvioi Delivery Support -tiimin muutospyyntöä käsittelevä toimitusajan lisäyksen sekä

hinnan materiaalihintojen ja siihen menevän muutostyöajan perusteella. Tämän jälkeen kysytään myyntiyhtiöltä, haluaako asiakas edelleen muutoksen ehdotetuin toimitusaika- ja hintaehdoin. Jos haluaa, luodaan Delivery Support -tiimissä notifiikaatio (QN, Quality Notification) eli sisäinen palaute Z2-koodilla SAPissa. Z2-koodi tarkoittaa ulkoista tilausmuutosta. Jokaiselle muutokselle luotava notifiikaatio sisältää tarvittavan tiedon kyseisestä tilausmuutoksesta. Tilausmuutos osoitetaan suunnittelijoille, jotka puolestaan tekevät lopullisen päätöksen siitä, toteutetaanko muutos tuotantolinjalla vai muutostyöosastolla.



Kuva 12. Ulkoisen tilausmuutoksen prosessikuvaus (ABB Oy 2012).

SAPIin luotavien notifiikaatioiden avulla tilausmuutoksia päivystävät henkilöt pystyvät seuraamaan tilausmuutoksia. Tilakoodia vaihtamalla tilausmuutoksesta tehtyjä notifiikaatioita ja niiden sisältämää informaatiota pystytään siirtämään eri osastojen välillä. Suunnittelija ohjaa kesken tuotannon tapahtuvan tilausmuutoksen seurauksena luodun notifiikaation toimitustenohjaukseen, jossa luodaan erilaisia tilausmuutoksen aiheuttamia tehtäviä (tasks) tuotannon eri osastoille suoritettavaksi. Tilausmuutoksen prosessia ja tiedonkulkua prosessissa kokonaisuudessaan kuvaa hyvin kuva 13.



Kuva 13. Tiedonkulku ulkoisissa tilausmuutoksissa (ABB Oy 2013).

Alla on suoraan ABB Oy Motors and Generators -yksiköltä lainattu luettelo, jossa selitetään kuvan 13 muutostyöprosessin tehtävät kohta kohdalta. Kolmannen kohdan tieto on vanhaa, sillä nykyisin tilauksen käsittely ei juuri tee kaupanmuutoksia, vaan niistä vastaavat Delivery Support -tiimin spesialistit.

1. Asiakas / myyntiyhtiö pyytää muutoksen tilamaansa moottoriin (ennen FP tai jälkeen – sallitut muutokset).
2. Kaupan muutokset tulevat projektitiimin kautta (tai suoraan tilauksen käsittelyyn).
3. Tilauksen käsittely avaa Quality notifikaation ja kirjaa tehtävät muutokset.
4. Sovellussuunnittelu tekee kaupalle tarvittavat muutokset ja ohjeistaa muutosten tekemisen.
5. Toimitustenohjaus ohjaa moottorin muutostyöosastolle ja luo Rework orderin eli muutostyötilauksen.
6. Jos muutosta varten tarvitaan uusi osa, toimitustenohjaus lähettää ostoon taskin eli tehtävän QN kautta.
7. Asiakkaan tekemät kaupan muutokset tehdään muutostyöosastolla.
8. Asiakkaan pyytämät erilliset koestukset tehdään koekentällä.
9. Sisäinen logistiikka hoitaa tarvittavien osien siirron muutostyöosastolle.

10. Muutostöiden ja/tai koestuksen jälkeen, moottori on valmis lähetettäväksi.
(ABB Oy 2013.)

3.3.3 Moottorin rakenteeseen vaikuttavan tilausmuutoksen hinnoittelu kohdeyrityksessä

Tilausmuutospyyntöjä voi tulla tehtaalle ennen kuin tilaus on vahvistettu, vahvistamisen jälkeen mutta ennen FP-päivää, FP-päivän jälkeen mutta ennen suunnittelun alkua, suunnittelun jälkeen mutta ennen kaupan vapauttamista tuotantoon, kesken tuotannon tai tuotannon jälkeen. Kuten tutkimuksen ensimmäisessä pääluvussa jo mainittiin, tässä tutkimuksessa keskitytään kesken tuotannon tehtäviin teknisiin tilausmuutoksiin. Niiden hinnoittelu on kaikkein epäselvintä ja haastavinta, sillä todellisten kustannusten selvittäminen on monimutkaista ja aikaavievää.

Lähtökohtaisesti kesken tuotannon tuleva muutos pyritään hinnoitteluun todellisten kustannusten mukaisesti. Kustannuksiin luonnollisesti yleensä lisätään marginaali, koska tarkoitus ei ole tehdä tappiota muutostöillä. Ensin Delivery Support -tiimin jäsen katsoo yhdessä suunnittelijan kanssa vaihtuvat osat ja arvion siitä, miten kauan muutos kestää. Vaihtuvien komponenttien hinnan näkee SAPista. Muutostyön hinta muodostuu siis materiaalikustannuksista ja muutokseen käytetystä työajasta – teoriassa. Valitettavasti materiaalikustannuksia tai työaikaa ei aina pystytä kuitenkaan kaikkien muutos-tyyppien kohdalla selvittämään riittävän tarkasti vaihtuvien osien määrän, teknisen monimutkaisuuden tai kohtuuttoman työkuorman aiheuttaman ajanpuutteen vuoksi, jolloin Delivery Support -tiimin jäsen joutuu itse arvioimaan hinnan suurpiirteittäin. Tällöin ei voida olla varmoja, kattaako hinta tilausmuutoksesta tehtaalle aiheutuvat kustannukset kokonaan. Lisäksi joillekin hintamuutoksille on ABB Oy Motors and Generators -yksikössä olemassa valmis hinnoittelutaulukko.

Ongelmana muutostöiden hinnoittelussa on myös se, että myyntiyritykset eivät aina suostu hintoihin, vaan pyrkivät tinkimään muutostyöhintoja ehdotettua alemmas. Tästä seuraava väittely tuhlaa kaikkien aikaa. Joissain tapauksissa muutokset hinnoitellaan variantin hinnan mukaisesti kertoimella yksi. Tällöin myyntiyritykset hyväksyvät ehdotetut muutos hinnat yleensä vähän helpommin, mutta toisaalta tällöin ei todellakaan ole varmuutta siitä, kattaako hinta muutoksesta tehtaalle aiheutuvat todelliset kustannukset. Lisäksi ongelmaksi nousevat 999-varianttikoodin muutokset, jotka voivat periaatteessa olla mitä tahansa. 999-varianttikoodilla tulee aina olla tarjous, mutta jos se lisätään kesken tuo-

tannon, ei tällöin yleensä enää käännytä pyytämään tarjousta prosessin alkupäähän sijoittuvalta myynniltä, vaan arvioidaan hinta itse yhdessä suunnittelijan kanssa. Yleisesti ottaen muutostyöt tulisi pystyä hinnoittelemaan todellisten muutostyökustannusten mukaisesti jokaisen muutoksen kohdalla, mutta tämän tulisi käydä mahdollisimman vaivattomasti ja nopeasti koko ajan kasvavan työkuorman vuoksi.

4 CASE – TILAUSMUUTOSTEN KUSTANNUKSET JA HINNOITTELU ABB OY MOTORS AND GENERATORS -YKSIKÖSSÄ

Tutkimuksen neljännessä pääluvussa käsitellään ja tutkitaan tilausmuutosten kustannuksia ja hinnoittelua kohdeyrityksessä. Tämä pääluke muodostuu kolmesta osasta. Ensimmäisessä osiossa kuvataan tutkimusaineisto, sen käsittelyprosessi ja jaottelu. Lisäksi ensimmäisessä osiossa vastataan myös tutkimuksen ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Pääluvun toisessa osiossa tutkimusaineistoa käsitellään toimintolaskennan avulla, tuodaan esiin siitä vedettäviä johtopäätöksiä tilausmuutosten kustannusten ja hinnoittelun suhteen sekä vastataan toiseen tutkimuskysymykseen. Kolmannessa osiossa tutkitaan DSM-työkalun avulla kohdeyrityksen muutostyöprosessia ja pyritään siten selvittämään mahdolliset prosessin häiritteijät, jotka aiheuttavat suoria tai epäsuoria kustannuksia kohdeyritykselle. Lisäksi kolmannessa osiossa vastataan viimeiseen eli kolmannen tutkimuskysymykseen.

4.1 Tutkimusaineiston kerääminen ja jaottelu

Tämän määrällisen tutkimuksen tutkimusaineisto koostuu kesken tuotannon tehdyistä moottorin rakenteeseen vaikuttavista tilausmuutoksista, jotka myyntiyhtiö on pyytänyt tehdasta tekemään. Jokaisesta tehdystä tilausmuutoksesta on luotu notifikaatio SAP-toiminnanohjausjärjestelmään. Notifikaatiosta löytyy yleensä tarvittavat tiedot tilausmuutoksen tyypistä ja siitä veloitetusta hinnasta. Notifikaatioita tutkimalla pystyttiin erittelemään tilausmuutokset yksitellen Excel-taulukon omiin kategorioihinsa (ks. taulukko 1). Samalla jokaisen muutoksen kohdalla kirjattiin ylös veloitettu muutoshinta ja hinta, joka muutoksesta olisi tullut veloittaa kohdeyrityksen ohjeiden tai hinnaston mukaan. Tällä tavalla selviää, kuinka paljon muutostöitä on kohdeyrityksessä tehty muulla kuin ohjehinnalla virheen tai jonkin muun syyn seurauksena.

Tutkimusaineisto on kerätty 1.6.2014–31.5.2015 väliseltä ajalta kuudelta satunnaisesti valitulta kuukaudelta. Jokaiselta kuudelta kuukaudelta tilastointiin otettiin mukaan jokainen jäädytyspäivän jälkeen tehty ja moottorin tekniseen rakenteeseen vaikuttava tilausmuutos. Tilastoinnin aikahaarukka ei voinut olla valittua aikaisempi, koska muutostöiden hinnoitteluohjeistuksen tuli olla sama ja paikkansapitävä koko tutkitun ajankohdan ajan. Ajanjaksona yksi kokonainen vuosi on sopiva muun muassa sen vuoksi, että kuusi valittua kuukautta osuivat kukin eri vuodenajalle. Esimerkiksi pelkkien kesäkuu-

kausien valitseminen tutkimuskohteeksi olisi mahdollisesti vääristänyt tulosta, koska kesälomien aikaan perinteisesti kohdeyrityksessä tilausmuutoksia saapuu vähemmän kuin normaalisti.

Taulukosta 1 nähdään kesken tuotannon tehdyt tilausmuutokset kategorisoituna viiteen eri kategoriaan: sisään tulot, kilpimuutokset, pintakäsittely, kotelomuutokset ja muut muutokset. Kategoriat valittiin yleisimpien teknisten muutostyyppien mukaisesti. Taulukkoon 1 tilausmuutokset on erikseen eritelty sekä tilauskohtaisesti että moottorikohtaisesti omille riveilleen. Lisäksi 999-varianttikoodien määrä on tilastoituna erikseen kunkin kategorian kohdalla kauppamäärällisesti. Taulukon lopussa on erikseen tilastoituna sekä otettu muutoshinta että ohjehinta. Lisäksi muutostyöpyyntöjen ajankohta tilastoitiin: Tutkimusaineiston 334 tilausta koskeneesta tilausmuutospyynnöstä 82 saapui myyntiyhtiöstä ennen kuin tilausta oli vapautettu tuotantoon ja 252 pyyntöä vapauttamisen jälkeen.

Taulukko 1. Tilausmuutokset kohdeyrityksessä 1.6.2014 – 31.5.2015.

Tilastoja	Sisään- tulot	Kilpimuu- tokset	Pintakä- sittely	Kotelo- muutokset	Muut muutokset	Yhteensä
Muutoksia (tilausta):	57	135	25	17	100	334
Muutoksia (moottoria):	226	686	100	29	420	1461
VC+999 (ti- lausta):	31	0	0	4	35	70
Otettu muu- toshinta:	32 959 €	43 787 €	31 585 €	9 514 €	116 575 €	234 420 €
VnP/ohjehin- ta:	34 509 €	43 532 €	39 458 €	13 694 €	121 340 €	252 533 €

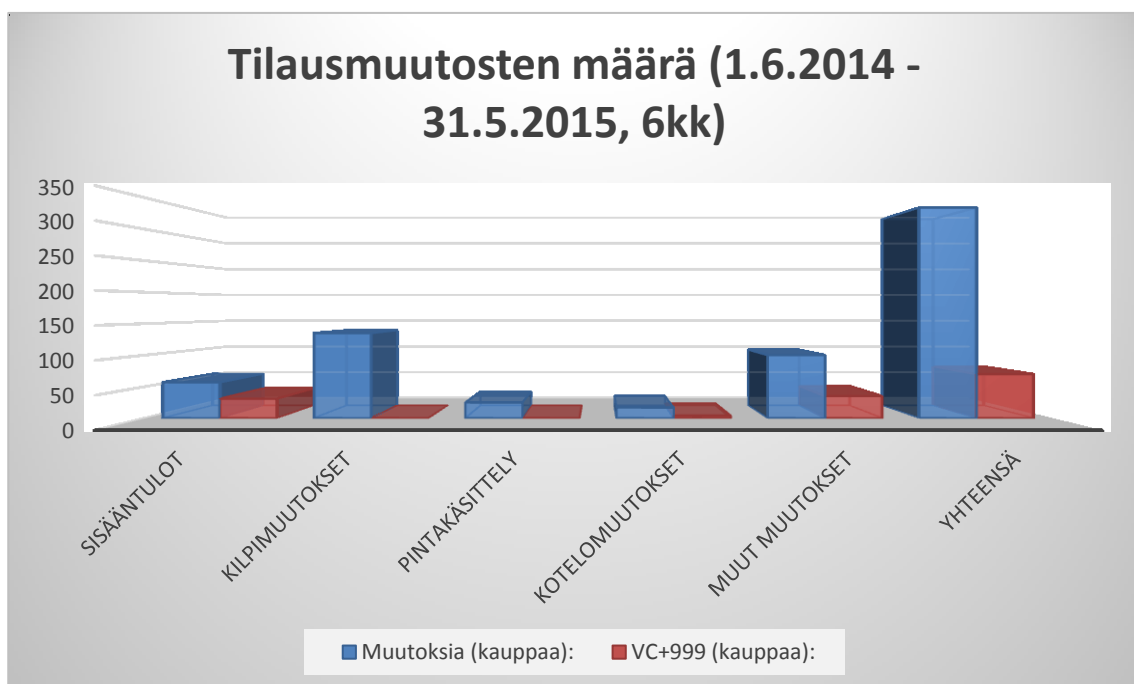
Tämän tutkimuksen ensimmäinen tutkimuskysymys oli seuraava:

Mitkä ovat kohdeyrityksen yleisimmät kesken tuotannon tehtävät ja moottorin rakennetta koskevat ulkoiset muutostyöpyynnöt?

Tutkimusaineiston keräämisen, jaottelun ja tarkastelemisen perusteella yleisimmät muutostyöpyynnöt koskevat kilpimuutoksia. Taulukosta 1 voidaan havaita kilpimuutoksia koskevien muutosten olevan sekä moottoreiden että tilausten määrien osalta yleisin

muutostyöpyyntö. Kilpimuutoksiin kuuluvat sekä arvokilpimuutokset että tagkilpimuutokset. Toiseksi useimmiten muutostyöpyynnöt koskevat muita teknisiä muutoksia, jotka on kategorisoitu taulukkoon 1 kohtaan muut muutokset. Muista muutoksista otettu muutoshinta on selvästi korkein tilastoitu hinta. Kolmanneksi yleisin muutostyöpyyntö koskee moottoreiden sisääntuloja.

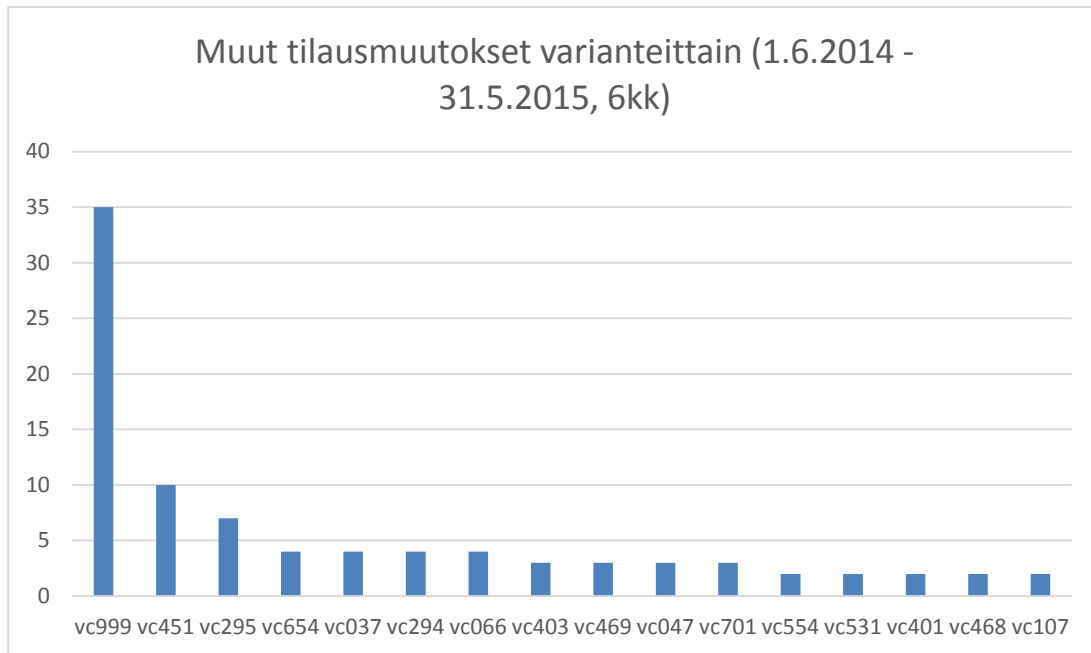
Kuvassa 14 on mallinnettu pylväinä teknisten tilausmuutosten määrät tilausmäärissä mitattuna kunkin kategorian osalta sekä 999-varianttikoodin osuus kussakin muutostyyppissä. 999-varianttikoodi on ongelmallinen sen vuoksi, että se voi olla periaatteessa mikä muutos tahansa ja sen vuoksi sitä on usein hankala hinnoitella. Jokaisen 999-varianttikoodia koskevan muutoksen kohdalla täytyy hinnoittelu useimmiten miettiä erikseen, sillä ohjehinnat tai hinnastot eivät yleensä niiden kohdalla päde kuin korkeintaan sovelletusti.



Kuva 14. Tilausmuutosten määrä kohdeyrityksessä.

Kuvassa 15 on erikseen eritelty ne varianttikoodit, joita yleisimmiksi muutospyyntöiksi havaitut muut muutokset koskevat. Kuvassa 15 näkyy ainoastaan ne varianttikoodit, joita koskevia muutospyyntöjä esiintyi tutkitun ajanjakson aikana vähintään kaksi. 999-varianttikoodi oli yleisin muihin muutoksiin kategorisoitu muutostyöpyyntö. Toiseksi

yleisin muu muutostyöpyyntö koski 451-varianttikoodia eli lämmityselementtiä ja kolmanneksi yleisin koski 295-varianttikoodia eli adapteria.



Kuva 15. Kohdeyrityksen muiden tilausmuutosten määrä varianttikooideittain.

Aikaisemmin tässä tutkimuksessa on jo teoriaosuudessa todettu, että erilaisia tuoteominaisuuksia voidaan yhdistellä massaräätälöinnissä lukuisilla erilaisilla tavoilla ja kombinaatioilla muodostamaan yksityiskohdiltaan ja ominaisuuksiltaan erilaisia tuotteita, joten siksi massaräätälöintiin luottavassa yrityksessä varianttien määrä on moninkertainen massatuotantoon verrattuna (Yeh & Wu 2005: 39). Niinpä myös ABB Oy Motors and Generators -yksikössä erilaisia varianttikooideja ja moottorityyppäjä on todella runsaasti, mikä tarkoittaa samalla sitä, että erilaisia muutostyöpyyntöjä on lähes yhtä monta. Siksi tässä tutkimuksessa ei ole realistisesti mahdollista keskittyä yksityiskohtaisesti jokaiseen mahdolliseen muutostyöpyyntöön ja niiden hinnoitteluun erikseen, vaan on suoritettava kategorisoinnin kautta jaottelu yleisimpiin eli eniten työllistäviin muutostyöpyyntöihin. Samalla selvitetään myös rahallisesti merkittävimmät muutostyöpyyntöt. Lisäksi Uskosen ja Tenhiälän (2012) tutkimuksen mukaan muutostyöpyyntöjä ei tulisi käsitellä yhtenä kokonaisuutena, sillä eri muutostöillä on erilaiset kustannukset ja erilainen osuus muutostöiden aiheuttamasta työkuormasta. Suhteellisesti pieni osa muu-

tostöistä voi aiheuttaa suuren osan muutostöiden kustannuksista. Myös tällä voidaan perustella kategorisointi muutostyypeittäin.

4.2 Yleisimpien tilausmuutospyyntöjen kustannusten laskeminen toimintolaskennan avulla

Aikaisemmin tässä tutkimuksessa on käynyt ilmi, että massaräätälöidyssä tuotannossa tuotevariaatioita ja sitä kautta myös mahdollisia tilausmuutosvariaatioita on todella runsaasti, minkä vuoksi niiden kustannusten seuranta ja hallinta on todella haastavaa. Siksi massaräätälöidyssä tuotannossa muutostöiden hinnoittelu saattaa jäädä todellisia tehtaalle aiheutuvia kustannuksia alhaisemmaksi. (Heiskala ym. 2007: 3-13; Ahoniemi ym. 2007: 23–24, 52.) Tämä on ongelmallista, sillä kuten tässä tutkimuksessa on jo aiemmin selvinnyt, liiketoimintaa ei tulisi harjoittaa tappiollisesti säännöllisesti pitkällä aikavälillä, vaan ainoastaan poikkeustapauksissa (Lahtinen, Isoviita & Hytönen 1995: 153–154). Jos tilausmuutoksia tehdään jatkuvasti alle niistä aiheutuvien todellisten kustannusten, vaikuttaa se suoraan tuotteista saataviin katteisiin niitä laskevasti. Siksi on tärkeää olla tietoinen tilausmuutosten aiheuttamista todellisista kustannuksista sekä itse tilausmuutosprosessin mahdollisista heikkouksista.

Tässä alaluvussa suoritetaan toimintolaskenta edellisessä alaluvussa selvinneille yleisimmille tilausmuutoksille. Yleisimmät tekniset jäädytyspäivän jälkeen tulleet tilausmuutospyyntö olivat muut muutokset, kilpimuutokset ja sisääntulomuutokset. Muista muutoksista valitaan tarkasteltavaksi yleisin eli 451-varianttikoodia koskevat muutokset. Koska 999-varianttikoodin kustannuksia ei voida määrittellä riittävän säännönmukaisesti, sitä ei oteta mukaan tämän tutkimuksen tarkasteluun. Pintakäsittelyn muutokset ovat suhteellisesti arvokkaita muutospyyntöjen määrään nähden, kuten edellisen alaluvun taulukosta 1 nähdään, mutta niitä ei valita tarkastelun kohteeksi tähän tutkimukseen, koska pintakäsittelylle on jo olemassa varsin selkeä muutoshinnoitteluohje eivätkä ne ole kuitenkaan yleisimpiä muutostöitä. Tämän osion toimintolaskennan data perustuu tutkijan omaan työkokemukseen kohdeyrityksessä, kohdeyritykseltä saatuihin kirjallisiin lähteisiin sekä epävirallisiin keskusteluihin tehtaan eri toimijoiden kanssa.

Taulukossa 2 on kuvattu kohdeyrityksen kilpimuutosprosessi kesken tuotannon. Siitä nähdään prosessin suorittajat, suorittajien suorittama toiminto sekä toiminnon ottama työaika, kun on kyseessä yhden moottorin kilpimuutos. ABB Oy Motors and Generators

-yksiköllä on sopimus kilpien valmistamisesta sekä toimittamisesta tehtaaseen siihen erikoistuneen yrityksen kanssa.

Taulukko 2. Kohdeyrityksen kilpimuutosprosessi kesken tuotannon.

Suorittaja	Kilpimuutosprosessi kesken tuotannon	Työaika
Delivery Support	1. Tekee muutoksen järjestelmissä, luo notifikaation.	15 min
Suunnittelu	2. Tekee muutoksen kilpien rakenteelle ja tilaa uuden kilven linjalle tai lähettämöön.	15 min
Toimitus-tenohjaus	3. Ilmoittaa työnjohtajalle vanhojen kilpien poistamisesta.	5 min
Kilpivalmistaja	4. Kilven valmistus.	Ei merkitystä
Kilpivalmistaja	5. Kilven toimitus valmistuslinjalle tai lähettämöön.	Ei merkitystä
Tuotanto	6. Vaihtaa kilven.	15 min

Taulukossa 3 on esitetty kaapeleiden sisääntulon muutosprosessi kesken tuotannon. Siitä näkee samat asiat kuin taulukosta 2, mutta luonnollisesti sisääntulojen muutosprosessin näkökulmasta. Yhden koneen muutostyöaika tuotannossa vaihtelee puolen tunnin ja tunnin väliltä riippuen moottorityypistä. M3JP-koneelle muutos vie aikaa tyypillisesti tunnin verran.

Taulukko 3. Kaapeleiden sisääntulon muutosprosessi kesken tuotannon.

Suorittaja	Kaapeleiden sisääntulon muutosprosessi kesken tuotannon	Työ-aika
Delivery Support	1. Kysyy suunnittelusta, onko muutos mahdollinen, ilmoittaa siitä myyntiyhtiölle ja tekee muutoksen järjestelmissä, luo notifi- kation.	30 min
Suunnittelu	2. Listaa vaihtuvat ja lisättävät komponentit, ohjaa notifi- kation toimitustenohjaukseen.	15 min
Toimitus- tenohjaus	3. Avaa reworkin ja sen vaatimat tehtävät tehtaalle.	15 min
Osto	4. Tilaa hyllyille sieltä puuttuvat ja muutoksen vaatimat kom- ponentit.	15 min
Sis. Logis- tiikka	5. Toimittaa tuotteen rework-osastolle.	15 min
Tuotanto	6. Tekee muutokset moottoreille.	30 min - 60 min
Sis. Logis- tiikka	7. Kuljettaa tuotteen lähettämöön.	15 min

Taulukossa 4 on esitetty lämmityselementin lisäämisen tai poistamisen muutostyöprosessi samaan tapaan kuin kaksi edellä mainittua muutostyötä. Taulukosta 4 huomataan, että lämmityselementin lisääminen moottorille muutostyönä kestää tavallisesti jopa kolme tuntia.

Taulukko 4. Lämmityselementin muutosprosessi kesken tuotannon.

Suorittaja	VC+451 - lämmityselementin muutosprosessi kesken tuotannon	Työ aika
Delivery Support	1. Kysyy suunnittelusta, onko muutos mahdollinen ja tekee muutoksen sapissa ja OMSissa, luo notifikaation suunnitteluun.	30 min
Suunnittelu	2. Listaa vaihtuvat ja lisättävät komponentit, ohjaa notifikaation toimitustenohjaukseen.	15 min
Toimitustenohjaus	3. Avaa reworkin ja sen vaatimat tehtävät tehtaalle.	15 min
Osto	4. Tilaa hyllyille sieltä puuttuvat ja muutoksen vaatimat komponentit.	15 min
Sis. Logistiikka	5. Toimittaa tuotteen rework-osastolle.	15 min
Tuotanto	6. Tekee muutokset moottoreille.	180 min
Sis. Logistiikka	7. Kuljettaa tuotteen lähettämöön.	15 min

Taulukossa 5 on esitetty ja suoritettu toimintolaskenta yhden kilven muutoksesta kesken tuotannon. Taulukkoa tulee lukea vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. Kustannustekijät kertovat sen, mistä laskelman kustannukset muodostuvat. Palkoissa isompi luku on toimihenkilöistä yritykselle aiheutunut keskimääräinen kustannus ja pienempi luku on työntekijöiden vastaava. Erillisen kilpivalmistajan kanssa tehty kilpisopimus on huomioitu ja sen avulla on laskettu yhden kilpimuutoksen osuus kertomalla vuosittainen kilpikustannus kilpimuutosten osuudella tuotettavien moottoreiden kokonaismäärästä ja jaettuna niiden tulo kilpimuutosten moottorikohtaisella määrällä vuodessa. Lisäksi materiaalikuluihin lisätään hukkaan menevän jo valmistetun kilven osuus vähentämällä kilpivalmistajan sopimukseen menevästä kokonaiskustannuksesta kilpimuutosten osuus ja jakamalla se vuosittain valmistettavien moottoreiden määrällä. Kohdeyrityksen kanssa on sovittu, ettei tässä tutkimuksessa oteta huomioon kiinteitä kustannuksia, kuten sähkö-, lämmitys- ja vesikuluja tai koneista aiheutuvia poistoja, koska kun tuotanto on pitkälle asiakaskohtaisesti räätälöity, toimintoperusteisessa hinnoittelussa haasteena on kustannusten kohdistaminen eri toiminnoille ja yksikkökustannusten tarkka selvittäminen (Laitinen 2007: 157; Sipilä 2003: 58; Alhola & Lauslahti 2000: 231). Laskentaprosessi haluttiin pitää mahdollisimman yksinkertaisena ja toteutettavissa olevana. Sama pätee kaikissa tämän alaosion toimintolaskennoissa.

Taulukko 5. Toimintolaskenta yhden kilven muutoksesta kesken tuotannon.

Kustannustekijät:	Resurssit:	Resurssikohdistimet:	Toiminnot:	Toimintokohdistimet:	Laskentakohde:
Palkat: 25€/h tai 21€/h	Delivery Support - tiimiläinen, palkka 25€/h	Työaika: 0,25 h	Delivery Support - tiimin asiakaspalvelu	0,25h x 25€ = 6,25€	Prosessi: Kesken tuotannon tapahtuva kilpimuutos
Kiinteitä kustannuksia ei huomioida	Suunnittelija, palkka 25€/h	Työaika: 0,25 h	Suunnittelijan tehtävät	0,25h x 25€ = 6,25€	Ajan kustannus: 19,83€
Poistoja ei huomioida	Toimitustenohjaaja, palkka 25€/h	Työaika: 0,083 h	Toimituksenohjauksen tehtävät	0,083h x 25€ = 2,075€	Materiaalikustannukset:
Kilpivalmistaja: 279 319x0,03 /1 500 + (279 319 – 8379)/50 000	Kilpivalmistaja: Materiaalit 5,59€ + 5,42€	Työajalla ei merkitystä	Uuden kilven valmistus ja toimitus sekä vanhan kilven osuus	Kilpivalmistaja: 5,59€ + 5,42€ = 11,01€	Kilpivalmistajasopimuksesta yhden kilven osuus: 11,01€
	Tuotannon työntekijä, palkka 21€/h	Työaika: 0,25 h	Muutoksen toteuttaminen	0,25h x 21€ = 5,25€	Toimintokustannus yhteensä: <u>30,84€</u>

Taulukon 5 toimintolaskenta jatkuu siten, että resursseissa on määritelty suorittajat, jotka toimivat muutosprosessissa. Suorittajille on kohdistettu kustannustekijät edellisestä sarakkeesta. Resurssikohdistimiin on otettu mukaan työaika, joka kultakin suorittajalta menee toiminnon tekemiseen. Työajat löytyvät taulukosta 2. Toimintojen kohdassa on eritelty suorittajan tekemä toiminto muutostyöprosessissa. Toimintokohdistimessa lasketaan resurssikohdistimen työaikojen ja kustannustekijöiden palkkojen välinen tulo, joka pystytään näin kohdistamaan toiminnoille toimintokohtaisesti. Kilpivalmistajan osalta toimintokohdistimen luku on laskettu kiinteästä kustannuksesta moottorikohtaisesti, joten ajalla ei ole merkitystä. Viimeisessä sarakkeessa on eritelty laskentakohde, toimintoon käytetyn ajan kustannus, materiaalikustannukset sekä niiden summa eli toimintokustannukset yhteensä. Yhden kesken tuotannon tehtävän kilpimuutoksen todelliseksi kustannukseksi saatiin siis 30,84€. Ohjehinta kohdeyrityksessä on 100€, joten hinnoittelu vaikuttaisi olevan kunnossa tämän muutoksen kohdalla.

Taulukossa 6 on esitetty vastaavanlainen toimintolaskenta kaapeleiden sisääntuloon liittyvistä muutoksista yhdelle moottorille kesken tuotannon, kun tuotanto on jo niin pitkällä, että muutos joudutaan tekemään muutostyönä. Tässä laskenta on tehty muutoksista, jotka liittyvät kaapeleiden sisääntulopuolen vaihtamiseen eli esimerkiksi 022-varianttikoodiin. Kyseiset muutokset havaittiin erittäin yleisiksi muutoksiksi. Toinen erittäin yleinen kaapeleiden sisääntuloon liittyvä muutos oli läpiviennin kokojen muutokset, mutta koska kyseisiä muutoksia pyydetään yleensä aina 999-varianttikoodilla, ei muutoksen toimintokustannusta tässä tutkimuksessa lasketa. Taulukon 6 toimintolaskenta on suoritettu samalla ajatuksella kuin taulukossa 5. Resurssikohdistimet ja toimintokohdistimet kohdistetaan kunkin muutosprosessissa toimivan suorittajan toimintoon. Lopulta viimeisessä osassa laskentakohteessa toimintojen kustannukset yhdistetään ja saadaan todellinen kustannus. Sisääntulojen paikan muutoksessa varsinaisia materiaalikustannuksia ei synny, sillä komponentteja ei täydy muutoksen seurauksena lisätä tai poistaa eikä muutoksessa esiinny hukkaa. Toimintokustannus vaihtelee sen mukaan, millaiseen moottoriin ollaan muutosta tekemässä. Esimerkiksi M3JP-koneelle muutos vie tunnin verran aikaa ja muille tyypeille puoli tuntia. Ohjehinta tälle muutokselle on 100€ muutettua moottoria kohden, eli ainakaan tappiollisesti tätä muutostyötä ei suoriteta tällä ohjeistuksella.

Taulukko 6. Toimintolaskenta yhden moottorin sisääntulon muutoksesta kesken tuotannon.

Kustannustekijät:	Resurssit:	Resursikohdistimet:	Toiminnot:	Toimintokohdistimet:	Laskentakohde:
Palkat: 25€/h tai 21€/h	Delivery Support - tiimiläinen, palkka 25€/h	Työaika: 0,5 h	Delivery Support-tiimin asiakaspalvelu	0,5h x 25€ = 12,5€	Prosessi: Muutos kaapeleiden sisääntuloon kesken tuotannon
Kiinteitä kustannuksia ei huomioida	Suunnittelija, palkka 25€/h	Työaika: 0,25 h	Suunnittelijan suunnittelu	0,25h x 25€ = 6,25€	Ajan kustannus: 52,25€ / 62,75€
Poistoja ei huomioida	Toimitustenohjaaja, palkka 25€/h	Työaika: 0,25 h	Toimituksenohjauksen tehtävät	0,25h x 25€ = 6,25€	Materiaalikustannukset:
Materiaalikustannukset	Osto, palkka 25€/h	Työaika: 0,25 h	Puuttuvan komponentin tilaaminen	0,25h x 25€ = 6,25€	-
	Sisäinen logistiikka, palkka 21€/h	Työaika: 0,5 h	Moottorin kuljetus	0,5h x 21€ = 10,50€	Toimintokustannus yhteensä:
	Tuotannon työntekijä, palkka 21€/h	Työaika: 0,5-1 h	Muutoksen toteuttaminen	0,5-1h x 21€ = 10,50€/21€	<u>52,25€ / 62,75€</u>

Taulukossa 7 on suoritettu toimintolaskenta lämmityselementin lisäämiselle tai poistamiselle kesken tuotannon. Laskenta on suoritettu samaan tapaan kuin kahden edellisen taulukon toimintolaskennassa. Muutos tehdään tässäkin yhdelle moottorille muutostyönä, jolloin tuotanto on jo niin pitkällä, ettei muutos enää ehtinyt tehtäväksi normaalin tuotantoprosessin aikana. Taulukon 7 viimeiseltä sarakkeelta nähdään muutosprosessin viemän ajan kustannus sekä materiaalikustannukset, joita muutos vaatii, on sitten kyseessä lämmityselementin poistamisesta tai lisäämisestä. Materiaalikustannus määräytyy sen mukana, minkä kokoiselle moottorille muutos tehdään. Isolle moottorille materiaalikustannus saattaa olla 32,49€ ja pienelle vain 7,03€. Kustannus sisältää sekä elementin että mukaan liimattavan tarran veloituksen. Kohdeyrityksen ohjehinta tälle muutokselle on 250€-400€ riippuen siitä, minkä kokoiselle moottorille muutosta ollaan tekemässä. Toimintolaskennassa saatujen todellisten kustannusten perusteella ohjehinta

on yrityksen näkökulmasta tämän muutoksen osalta kohdillaan, sillä katetta kertyy näin hinnoiteltuna varsin hyvin.

Taulukko 7. Toimintolaskenta lämmityselementin muuttamisesta kesken tuotannon.

Kustannus-tekijät:	Resurssit:	Resurssi-kohdistimet:	Toiminnot:	Toiminto-kohdistimet:	Laskenta-kohde:
Palkat: 25€/h tai 21€/h	Delivery Support - tiimiläinen, palkka 25€/h	Työaika: 0,5 h	Delivery Support - tiimin asiakaspalvelu	0,5 h x 25€ = 12,5 €	Prosessi: VC+451 lämmityselementin muutos kesken tuotannon
Kiinteitä kustannuksia ei huomioida	Suunnittelija, palkka 25€/h	Työaika: 0,25 h	Suunnittelijan suunnittelu	0,25 h x 25€ = 6,25€	Ajan kustannus: 104,75 €
Poistoja ei huomioida	Toimitustenohjaaja, palkka 25€/h	Työaika: 0,25 h	Toimitustenohjauksen tehtävät	0,25 h x 25€ = 6,25€	Materiaalikustannukset:
Materiaalikustannukset	Osto, palkka 25€/h	Työaika: 0,25 h	Puuttuvan komponentin tilaaminen	0,25 h x 25€ = 6,25€	7,03€ / 9,99€ / 12,33€ / 32,49€
	Sisäinen logistiikka, palkka 21€/h	Työaika: 0,5 h	Moottorin kuljetus	0,5 h x 21 € = 10,50 €	Toimintokustannus yhteensä: <u>111,78€ tai 114,74€</u>
	Tuotannon työntekijä, palkka 21€/h	Työaika: 3 h	Muutoksen toteuttaminen	3 h x 21€ = 63 €	<u>tai 117,08€ tai 137,24€</u>

Toinen tutkimuskysymys oli seuraava:

Mitkä tekijät määrittävät kohdeyrityksen yleisimpien muutostöiden kustannukset?

Edellisessä alaluvussa vastattiin ensimmäiseen tutkimuskysymykseen. Vastauksesta selvisivät yleisimmät kesken tuotannon tulevat moottorin tekniseen rakenteeseen vaikuttavat muutostyöpyynnöt eli muutostyypit kohdeyrityksessä. Näitä ovat siis kilpimuu- tokset, sisääntulomuutokset sekä 451-varianttikoodin eli lämmityselementin muutokset.

Näiden osalta toimintolaskenta suoritettiin ja siitä tehtävien päätelmien avulla voidaan vastata toiseen tutkimuskysymykseen.

Yleisimpien muutostöiden kustannukset määräytyvät kolmen tekijän mukaan: *muutostyyppin, tuotannon vaiheen ja muutettavan tuotteen* mukaan. Muutostyypeillä tarkoitetaan esimerkiksi kilpimuutoksia, kaapeleiden sisääntuloihin liittyviä muutoksia, kotelo- muutoksia ja lämmityselementtien muutoksia. Taulukoista 2-7 nähdään, että työaika riippuu siitä, minkälaisesta muutostyypistä on kysymys. Lämmityselementin muuttamisessa kesken tuotannon itse fyysinen muutostyö kestää kolme tuntia, kun taas sisääntulomuutos kestää vain puolesta tunnista tuntiin. Toimistotyöajat vaihtelevat myös muutostyyppin mukaan. Kilpimuutoksella Delivery Support -tiimin ja toimitustenohjauksen käyttämä työaika on pienempi kuin kahdella muulla tutkitulla muutostyyppillä. Muutostyyppi siis määrittelee muutokseen käytettävän työajan, mikä taas määrittelee sen, miten monen tunnin edestä yrityksen on maksettava palkkoja kunkin muutostyön kohdalla. Aikakustannusten lisäksi muutostyyppi vaikuttaa myös materiaalikustannuksiin, sillä kullakin muutostyyppillä on omat materiaalikustannukset. Kilpimuutoksissa materiaalikustannukset on sidottu kilpivalmistajan kanssa tehtyyn sopimukseen, kun taas lämmityselementin muutoksessa materiaalikustannukset ovat riippuvaisia komponentin hinnasta.

Toinen määrittävä tekijä on tuotannon vaihe, jolloin muutos toteutetaan. Pahimmassa tapauksessa muutos toteutetaan vasta tuotantoprosessin lopussa (Tiihonen 1999: 46). Kuten teoriaosuudessa jo todettiin, mitä myöhemmin tilausmuutospyyntö saapuu myyntiyhtiöltä tehtaalle, sitä suuremmat kustannukset tilausmuutoksesta todennäköisesti aiheutuu. Tämä voidaan todeta esimerkiksi taulukosta 5 pääättelemällä. Jos kilpimuutos suoritetaan jäädytyspäivän jälkeen mutta ennen suunnittelua tai edes ennen kaupan vapauttamista tuotantoon, jää toimitustenohjauksen, kilpivalmistajan ja tuotannon työosuudet muutoksessa kokonaan pois, sillä Delivery Support -tiimin jäsen ja suunnittelija ehtivät päivittämään kilven muuttuneet tiedot kaupan rakenteelle ennen muiden vaiheiden alkamista. Yhden kilven muutostyökustannus on taulukossa 5 tehdyn toimintolaskennan mukaan 12,50€, kun muutospyyntö suoritetaan ennen kuin kauppa on vapautettu tuotantoon, kun taas kesken tuotannon tehty kilpimuutos kustantaa 30,84€ kilpeä kohden. Sama pätee muissakin muutoksissa. Materiaalikustannuksiin tuotannon vaihe vaikuttaa lämmityselementtiä poistettaessa siten, että ennen moottorin vapauttamista tuotantoon materiaalikustannuksia ei tarvitse ottaa huomioon, mutta vapauttamisen jälkeen kannattaa, sillä komponenttien varaaminen tuotantolinjalle on jo alkanut. Kilpi-

muutoksissa tuotannon vaihe vaikuttaa materiaalikustannuksiin, sillä kilpivalmistajalta joudutaan tilaamaan uusi kilpi, mikäli kilpi joudutaan vaihtamaan muutostyönä kesken tuotannon. Ennen moottorin vapauttamista tuotantoon materiaalikustannuksia ei tarvitse ottaa huomioon kilpimuutoksissa. Sisääntulomuutoksissa ei varsinaisia materiaalikus-tannuksia ole tässä tutkimuksessa huomioitu.

Kolmas tekijä, joka määrittää kohdeyrityksen yleisimpien muutostöiden kustannuksia, on tuote, jolle muutostyö tehdään. Esimerkiksi taulukosta 6 huomataan, että sisääntulo-muutokseen menevä työaika kestää M3JP-koneille tunnin verran ja muille koneille vain puoli tuntia. Eli työajan kustannus määräytyy sen mukaan, millaista tuotetta muutos koskee: 52,25€ moottoria kohden muille kuin M3JP-moottoreille ja 62,75€ M3JP-moottoreille. Toinen esimerkki otetaan taulukosta 7, jossa lämmityselementin materiaa-likustannukset määräytyvät sen mukaan, minkä kokoiseen moottoriin muutosta ollaan tekemässä. Jos on kyse aivan pienestä moottorista, ovat materiaalikustannukset ainoas-taan 7,03€, kun taas isojen runkokokojen kohdalla voivat kustannukset nousta aina 32,49€ saakka. Niinpä sekä tuotteen tyyppi että koko määrittelevät muutostyöstä aiheu-tuvia kustannuksia. Kilpimuutoksissa tuotteen tyyppillä tai koolla ei ole merkitystä kus-tannusten kannalta.

Kokonaisuudessaan edellä tehtyjen toimintolaskentojen perusteella yleisimpien muutos-töiden ohjehinnat ovat varsin hyvin kohdillaan suhteessa niiden todellisiin kustannuk-siin varsinkin, kun ottaa huomioon sen, että toimintolaskenta on suoritettu kunkin muu-toksen kohdalla pahimmalle mahdolliselle skenaariolle, mikä tarkoittaa muutostyön suorittamista jälkityönä tuotannon jälkeen. Tämä tapaus on kustannuksien osalta kallein vaihtoehto tehtaan kannalta muutostyön toteuttamiseen, sillä se vie eniten henkilökun-nan työaikaan niin toimistossa kuin tehtaalla. Toimintolaskennan tuloksista voidaan huomata kilpimuutoksen vievän ajallisesti vähintään 20€ edestä tehtaan työaikaan kesken tuotannon tehtävien muutosten kohdalla, sisääntulomuutoksen vähintään 50€ edestä ja lämmityselementin muutoksen noin 100€ edestä. Tämän tutkimuksen teoriaosuudessa mainittiin, että tilausmuutokset vaikuttavat ja työllistävät monia eri osastoja, kuten suunnittelua, ostoa ja tuotantoa, ja siten henkilötyötuntimäärä kokonaisuudessaan kas-vaa massaräätälöinnin aiheuttamien tilausmuutosten vuoksi (Hvolby & Barfod 1998: 268). Muutostyön viemä työaika on pois muusta operatiivisesta toiminnasta niiden osal-ta, joita muutostyö työllistää, mitä ei ole ollenkaan huomioitu tämän osion toimintolas-kennoissa.

Aiemmin tässä tutkimuksessa on käynyt ilmi, että asiakkaasta ihan pieneltä tuntuva tilausmuutos työllistää useaa ihmistä, kun muutos vaatii myös jonkin toisen rakenteellisen osan muuttamisen tai yksityiskohdan tarkistamisen tuotteessa (Peltonen, Martio & Sulonen 2002: 71). Pelkästään yksittäinen kesken tuotannon tapahtuva kilpimuutos työllistää vähintään viittä ihmistä, kun otetaan huomioon kilpivalmistajan osuus prosessissa. Pieneltäkin tuntuva muutos vie yllättävän paljon resursseja ja siksi se tulisi hinnoitella sen aiheuttamien kustannusten mukaisesti katteineen.

4.3 Kohdeyrityksen tilausmuutosprosessin analysoiminen DSM-työkalulla

Tutkimuksessa on käynyt jo teoriaosuudessa ilmi, että kykyä muuttaa tilausta voidaan pitää toimintana, joka ei tuo suoraan lisäarvoa tuotteelle tai palvelulle. Tällainen toiminta pitää usein sisällään niin sanottuja piilotettuja kustannuksia, joita tulisi luonnollisesti välttää. Tilausmuutosten tekeminen vaikuttaa suoraan tuotannon toiminnoissa suoritettavien tapahtumien lukumäärään, kun tilausmuutokset pakottavat järjestelemään toimintoja uudelleen, eli perumaan joitain jo suunniteltuja toimintoja ja vaihtamaan toisien toimintojen aikatauluja. Tämä lisää tuotannon yleiskustannuksia. (Miller & Vollmann 1985.) Eli koska tilausmuutokset lisäävät tuotannon yleiskustannuksia ja sisältävät piilokustannuksia, kannattaa tilausmuutosten suorittamisen tehokkuuteen ja sujuvuuteen panostaa.

ABB Oy Motors and Generators -yksikön tilausmuutosprosessi saattaa sisältää tehottomuutta ja siten aiheuttaa itsessään tarpeettomia kustannuksia tehtaalle. Tällaisia kustannuksia kutsutaan usein toiminnan tehottomuuden kustannuksiksi (Rajala, Tammi & Meklin 2008: 59). Tässä alaluvussa tutkitaan DSM-työkalun avulla, sisältääkö kohdeyrityksen muutostyöprosessi ylimääräisiä kustannuksia aiheuttavaa tehottomuutta.

Tässä tutkimuksessa hyödynnetään tiimipohjaista DSM-työkalua, koska tiimipohjainen DSM-työkalu keskittyy prosessissa olevaan informaatiovirtaan ja paljastaa sen eri kohdissa piilevät mahdolliset tehottomuudet. Aiemmin teoriaosuudessa nousi esille, että suuren informaatiomäärän hallitseminen on haaste, mutta samalla se on nykyään edellytys kustannustehokkaan, asiakaskohtaisen ja massaräätälöidyn tuotannon onnistumiselle (Piller 2004a: 5-6). Informaatiovirran nopeus ja sujuvuus ovat oleellinen osa muutostöistä tehtaalle aiheutuvia kustannuksia. Uskosen ja Tenhiälän (2012) mukaan mitä nopeampi muutostyöprosessi on, sitä alhaisemmat ovat niistä aiheutuneet kustannukset.

Sujuvan ja nopean tiedonkulun kautta toimiva prosessi antaa hyvän lähtökohdan tilausmuutoksista tehtaalle aiheutuvien kustannusten minimoimiseen.

Taulukko 8. Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen muutostyöprosessista yleisellä tasolla.

Muutostyöprosessi	A:	B:	C:	D:	E:	F:	G:	H:	I:
A: Myyntiyhtiö	A	X	X						
B: Delivery Support	X	B	X						
C: Sovellussuunnittelu	X	X	C						
D: Toimitustenohjaus		X	X	D					
E: Osto				X	E				
F: Muutostyöosasto	X	X	X	X	X	F			
G: Koekenttä	X	X		X			G	X	
H: Sisäinen logistiikka				X		X	X	H	X
I: Lähettämö			X					X	I

Taulukossa 8 on kuvattu tiimipohjainen DSM muutostyöprosessista yleisellä tasolla kohdeyrityksessä. Yleinen taso tarkoittaa tässä sitä, ettei muutostyön ajankohtaa tai -tyyppiä ole otettu matriisissa merkittävästi huomioon. X-kirjaimet taulukossa kuvaavat tiedonkulkua ja riippuvuussuhteita prosessissa, kuten tiimipohjaisessa DSM:ssa tavallisesti on tapana. Vasemmalle riveille on merkitty osastot, joita muutostyöt prosessina koskevat kohdeyrityksessä. Samat osastot ovat myös taulukon yläreunassa sekä keskellä diagonaalissa. Prosessi alkaa sillä, että myyntiyhtiö luo tilausmuutospyynnön, jonka Delivery Support -tiimi ottaa käsittelyyn. Myyntiyhtiön syöttämästä muutostyöpyynnöstä ovat riippuvaisia sekä Delivery Support -tiimi, sovellussuunnittelu, itse muutostyöosasto että koekenttä. Siksi A:n alapuolella on näiden osastojen kohdalla kirjain X. Delivery Support -tiimi varmistaa sovellussuunnittelusta onko muutostyö mahdollista toteuttaa. Niinpä B syöttää dataa C:lle. Sovellussuunnittelu vahvistaa takaisin Delivery Support -tiimin jäsenelle, jos muutos on mahdollinen. Sen vuoksi diagonaalissa olevan B:n oikealla puolella on myös X-kirjain. Tämän jälkeen Delivery Support -tiimi puolestaan vahvistaa myyntiyhtiölle muutostyön hinnan ja muut vaikutukset, joihin myyntiyhtiö joko suostuu tai ei. Siten A on riippuvainen B:stä ja C:stä, eli sen oikealla puolella on X-kirjaimet. Jos myyntiyhtiö suostuu ehtoihin, Delivery Support -tiimi luo notifikaa-tion sovellussuunnitteluun C. Sieltä informaatio jatkaa kulkuaan toimitustenohjaukseen D, joka laittaa muutoksen vaatimia tehtäviä ostoon, muutostyöosastolle, koekentälle ja/tai sisäiseen logistiikkaan riippuen siitä, millaisesta muutostyöstä on kysymys ja mis-

sä vaiheessa tuotantoa moottori on menossa muutospyyntöhetkellä. Siten D syöttää tietoa moneen paikkaan. Prosessin lopussa sisäinen logistiikka joutuu vaihtelemaan edestakaisin tietoa eri osastojen välillä moottoreiden kuljettamisesta eri paikkaan, mikäli muutostyö tulee siinä vaiheessa, että moottori on esimerkiksi jo lähettämässä tai koekentällä.

Linkittynyt suhde elementtien välillä aiheuttaa todennäköisesti ongelmia tutkimuskohteen prosessissa (Yassine 2015; DSMweb 2015). Taulukon 2 DSM:ssa ongelmallisia eli linkittyneitä suhteita löytyy prosessin alusta A:n ja B:n, B:n ja C:n sekä A:n ja C:n väliltä. Toinen vastaava löytyy prosessin lopusta koekentän G, sisäisen logistiikan H ja lähettämön I väliltä. Suurin osa taulukon 8 elementtien välisistä riippuvuuksista on joko peräkkäisiä tai rinnakkaisia suhteita. Kuten aiemmin tutkimuksessa on käynyt ilmi, DSM-menetelmässä taaksepäin suuntautuvat riippuvuudet aiheuttavat yleensä ongelmia prosessiin esimerkiksi ylimääräisten kustannusten tai tehottomuuden muodossa (DSMweb 2015). Mutta taulukon 8 DSM:sta ei löydy runsaasti taaksepäin suuntautuvia riippuvuuksia, eli matriisin jakavan diagonaalilin oikealla puolella ei ole juurikaan X-kirjaimia. Tämä kertoo siitä, että kohdeyrityksen muutostyöprosessissa ei tiedonkulullisessa mielessä ole runsaasti tehottomuutta.

Taulukon 9 matriisissa on mukana huomattavasti vähemmän elementteinä toimivia osastoja kuin taulukon 8 matriisissa, koska muutostyöprosessiin osallistuu vain muutama osasto, kun muutospyyntö saapuu ja muutos tehdään jäädytyspäivän jälkeen mutta ennen kuin moottori on vapautettu tuotantoon. Tässä tapauksessa Delivery Support -tiimin ei yleensä tarvitse varmistaa suunnittelulta muutoksesta mitään, sillä kohdeyrityksen ohjeet tai OMS-järjestelmä yleensä kertovat, mikäli muutos ei ole mahdollinen. Siten matriisiin ainoa linkittynyt suhde on myyntiyhtiön ja Delivery Support -tiimin välillä, kun Delivery Support -tiimi joutuu yleensä varmistamaan myyntiyhtiöltä suostumuksen muutoksen hinta- ja toimitusaikavaikutuksiin.

Taulukko 9. Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen muutostyöprosessista yleisellä tasolla ennen vapautusta tuotantoon.

Muutostyöprosessi	A:	B:	C:	D:
A: Myyntiyhtiö	A	X		
B: Delivery Support	X	B		
C: Sovellussuunnittelu		X	C	
D: Toimitustenohjaus		X	X	D

Taulukon 10 matriisissa kuvataan muutostyöprosessia, kun muutos joudutaan tekemään tuotannon jälkeen. Kuten taulukon 8 matriisissa, tässäkin linkittyneet suhteet painottuvat prosessin alkuun, kun myyntiyhtiö, Delivery Support -tiimi ja sovellussuunnittelu joutuvat vaihtamaan edestakaisin tietoa muutoksen suorittamisesta ja sen vaikutuksista. Lisäksi sisäisestä logistiikasta on moni osasto riippuvainen, sillä riippuen missä vaiheessa tuotantoa muutospyyntö vastaanotetaan ja suoritetaan, joutuu moottoria mahdollisesti kuljettamaan tehtaalla edestakaisin eri osastojen välillä.

Taulukko 10. Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen muutostyöprosessista yleisellä tasolla tuotannon jälkeen (rework).

Muutostyöprosessi	A:	B:	C:	D:	E:	F:	G:	H:	I:
A: Myyntiyhtiö	A	X	X						
B: Delivery Support	X	B	X						
C: Sovellussuunnittelu	X	X	C						
D: Toimitustenohjaus		X	X	D					
E: Sisäinen logistiikka				X	E	X	X	X	X
F: Osto				X		F			
G: Muutostyöosasto				X	X	X	G		
H: Koekenttä				X	X			H	
I: Lähettämö				X	X				I

Taulukon 11 matriisi kuvaa kilpimuutosprosessia, jossa kilvet toimitetaan linjalle kesken tuotannon. Prosessi on informaatiovirran osalta varsin sujuva ja tehokas, sillä matriisissa ei ole muita kuin rinnakkaisia tai peräkkäisiä elementtien välisiä suhteita.

Taulukko 11. Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen kilpimuutosprosessista (kilvet linjalle).

Kilpimuutosprosessi	A:	B:	C:	D:	E:	F:
A: Myyntiyhtiö	A					
B: Delivery Support	X	B				
C: Sovellussuunnittelu		X	C			
D: Toimitustenohjaus			X	D		
E: Kilpivalmistaja			X		E	
F: Tuotantolinja				X	X	F

Taulukon 12 matriisissa kuvataan kilpimuutosprosessia, jossa kilvet toimitetaan lähettämöön, koska moottori on myös jo siellä. Matriisi osoittaa, että informaatiovirran osalta prosessi on sujuva ja tehokas, sillä elementtien välillä on ainoastaan peräkkäisiä suhteita.

Taulukko 12. Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen kilpimuutosprosessista (kilvet lähettämöön).

Kilpimuutosprosessi	A:	B:	C:	D:	E:
A: Myyntiyhtiö	A				
B: Delivery Support	X	B			
C: Sovellussuunnittelu		X	C		
D: Kilpivalmistaja			X	D	
E: Lähettämö				X	E

Taulukon 13 matriisissa on kuvattu sisääntulojen ja 451-varianttikoodin eli lämpöelementtien muutostyöprosessi tuotannon jälkeen. Molempien kohdalla Delivery Support -tiimi joutuu yleensä ensinnäkin varmistamaan suunnittelusta, onko muutos ylipäättään mahdollinen, sekä myyntiyhtiöstä sen, suostuvatko asiakas ja myyntiyhtiö muutoksen aiheuttamiin vaikutuksiin toimitusajan ja hinnan suhteen. Siksi näiden välinen suhde on matriisissa linkittynyt. Toinen linkittynyt suhde on jälleen sisäisellä logistiikalla muutostyöosaston ja lähettämön kanssa, koska moottoria täytyy mahdollisesti kuljettaa edestakaisin lähettämön ja muutostyöosaston välillä, mikäli muutospyyntö saapuu myyntiyhtiöstä tehtaalte vasta siinä vaiheessa, kun moottori on jo lähettämössä.

Taulukko 13. Tiimipohjainen DSM kohdeyrityksen moottoreiden sisääntulojen ja VC+451 muutostyöprosessista tuotannon jälkeen (rework).

Sisääntulon ja VC+451 muutosprosessit	A:	B:	C:	D:	E:	F:	G:	H:
A: Myyntiyhtiö	A	X	X					
B: Delivery Support	X	B	X					
C: Sovellussuunnittelu		X	C					
D: Toimitustenohjaus		X	X	D				
E: Osto				X	E			
F: Sisäinen logistiikka				X	X	F	X	X
G: Muutostyöosasto				X		X	G	
H: Lähettämö				X		X		H:

Tämän tutkimuksen tiimipohjaisia DSM:a luodessa otettiin huomioon informaatiovirran kulkusuunta ja riippuvuussuhteet. Tiedonvaihto suoritetaan muutostyöprosessissa lähes aina sähköisesti joko kohdeyrityksen järjestelmien tai sähköpostin välityksellä. Tiedonvaihto kahden elementin välillä on yksisuuntaista, mikäli kahden elementin välinen suhde matriisissa on peräkkäinen. Linkittyneissä suhteissa informaatiovirta kulkee kumpaankin suuntaan, mikä hidastaa prosessia. Aika on rahaa myös muutostyöprosessin tapauksessa.

Tässä tutkimuksessa ei tarvitse tai edes kannata erikseen käyttää DSM-analyysitapoja hajottamaan tai pilkkomaan matriiseja, sillä tutkimuksessa muodostetuissa matriiseissa on olennaista säilyttää prosessin toimintojen suoritusjärjestys. Lisäksi matriiseissa esiintyi niin vähän runsaasti taaksepäin suuntautuvaa riippuvuutta elementtien välillä, että siten ongelmakohtat on helppo hahmottaa ilman voimakkaiden analyysimenetelmien kuten klusteroinnin tai sekvensoinnin käyttämistä, jotka tavallisesti ovat DSM-työkalun käyttämisen yhteydessä varsin tyypillisiä.

Tämän tutkimuksen kolmas tutkimuskysymys oli seuraava:

Miten kohdeyrityksen muutostyöprosessi itsessään vaikuttaa muutostöiden kustannuksiin?

Tilausmuutosprosessin tiedonkulun tehokkuutta on tutkittu tässä alaluvussa DSM-työkalun avulla. Taulukoiden 8, 9, 10 ja 13 matriiseista huomataan tilausmuutosprosessin merkittävimpien tehottomuuksien löytyvän prosessin alusta, sillä matriisien alusta löytyy eniten linkittyneitä suhteita prosessin tekijöiden väliltä. Kohdeyrityksen tilausmuutosprosessin merkittävin hidastava ja tehottomuutta aiheuttava tekijä on myyntiyhtiön, Delivery Support -tiimin ja sovellussuunnittelun välinen vaihe prosessin alussa. Kun myyntiyhtiö avaa tilausmuutospyynnön, joutuu Delivery Support -tiimi yleensä ensin varmistamaan kesken tuotannon tehtäviin muutoksiin sovellussuunnittelusta sen, onko muutos teknisesti mahdollista toteuttaa. Sen jälkeen prosessi vaatii jälleen myyntiyhtiöltä impulssia, sillä sen tulee hyväksyä muutostyön hinta- ja toimitusaikavaikutukset Delivery Support -tiimille. Usein myyntiyhtiö joutuu vielä kysymään loppuasiakkaalta asti ehtoihin suostumisesta. Vasta suostumisen jälkeen Delivery Support -tiimi tekee kaupanmuutoksen ja luo notifiaktion sovellussuunnitteluun, josta muutosprosessi jatkaa tiedonkulun osalta suoraviivaisesti eteenpäin. Eli prosessin heikkoutena on se, että alun monessa eri vaiheessa vaaditaan liian monta eri välikättä ja varmistajaa, minkä

seurauksena prosessissa joudutaan palaamaan taaksepäin. Taulukoissa 11 ja 12 kuvattu kilpimuutosprosessi ei sisällä vastaavaa heikkoutta, sillä Delivery Support -tiimi voi tehdä muutoksen suoraviivaisesti ilman varmistamisia.

Muutostyöprosessin alun tehottomuus informaatiovirran osalta aiheuttaa sen, ettei muutostyötä päästä kohdeyrityksessä toteuttamaan niin pian kuin olisi toivottavaa. Tutkimuksessa on aiemmin todettu: Sitä suuremmat kustannukset tilausmuutoksesta todennäköisesti aiheutuu, mitä myöhemmin tilausmuutospyyntö saapuu tehtaalle ja itse muutos toteutetaan. Eli aika on rahaa. Ensinnäkin olisi tärkeää, että myyntiyhtiö avaisi muutostyöpyynnön mahdollisimman pian sen jälkeen, kun se on siitä tietoinen. Toiseksi olisi olennaista, että Delivery Support -tiimi ottaisi tilausmuutospyynnön käsittelyyn niin nopeasti kuin mahdollista, jotta tilausmuutoksen toteuttaminen aiheuttaisi mahdollisimman vähän kustannuksia tehtaalle. Kolmanneksi olisi tärkeää, että sovellussuunnittelun tuki tilausmuutosten teknisen puolen osalta olisi nopeaa ja avointa. Ja viimeiseksi olisi olennaista, että myyntiyhtiö suostuisi nopeasti tilausmuutoksen ehtoihin.

Vastaukseksi kolmanteen tutkimuskysymykseen voidaan todeta, että kohdeyrityksen tilausmuutosprosessin tehottomasti toimiva alkuvaihe myyntiyhtiöstä Delivery Support -tiimin kautta sovellussuunnitteluun kasvattaa tilausmuutosten kustannuksia tässä alaluovassa DSM-työkalulla luotujen matriisien perusteella. Näitä kustannuksia voidaan kutsua myös piilokustannuksiksi ja ne ilmenevät muutoksissa muun muassa myöhemmin aloitettavina muutostöinä verrattuna siihen, että tilausmuutospyyntö olisi voitu käsitellä prosessin alussa tehokkaammin ja siten varsinainen muutostyö toteuttaa aikaisemmassa vaiheessa tuotantoa. Lisäksi työaikaan liittyvät kustannukset kasvavat, kun nykyinen tilausmuutosprosessi työllistää samoja henkilöitä useaan otteeseen: Myyntiyhtiö joutuu sekä luomaan tilausmuutospyynnön että hyväksymään tilausmuutoksen ehdot erillisillä kerroilla. Delivery Support -tiimi puolestaan tutkii ja hinnoittelee tilausmuutoksen, kysyy siitä sovellussuunnittelusta, varmistaa muutoksen ehtoihin suostumisen myyntiyhtiöstä ja toteuttaa tilausmuutoksen järjestelmissä sekä lopulta luo notifikaation muutoksesta eteenpäin suunnitteluun.

Olennaista on siis kiinnittää huomiota informaatiovirran sujuvuuteen sekä siihen, missä vaiheessa tuotantoprosessia tilausmuutospyyntö saapuu ja miten nopeasti siihen reagoidaan. Kuten taulukosta 9 nähdään, kun muutostyö tehdään ennen moottorin vapautusta tuotantoon, on prosessi informaationvirran osalta tehokkaampi kuin tuotannon aikana tehtäviä muutoksia kuvaavien matriisien muutostyöprosessit taulukoissa 10–13. Tämän

kertoo sekä taulukon 9 prosessissa olevien toimijoiden vähäinen määrä sekä se, että ainoastaan myyntiyhtiön ja Delivery Support -tiimin välillä on linkittynyt suhde, eli ainoastaan Delivery Support -tiimi joutuu välittämään tietoa prosessissa taaksepäin, kun muutostyöpyyntö saapuu ennen tilauksen vapauttamista tuotantoon. Kuten teoriaosuudessa jo todettiin, että mitä lähempänä tuotantoprosessin loppua muutos suoritetaan, sitä enemmän siitä aiheutuu kustannuksia (Tiihonen 1999: 46).

Taulukon 10 matriisi sisältää myös muutosprosessin myöhemmässä vaiheessa taaksepäin suuntautuvaa riippuvuutta, kun osto, muutostyöosasto, testikenttä ja lähettämö ovat riippuvaisia sisäisestä logistiikasta. Tämä riippuvuus nähdään kuitenkin välttämättömänä joustokykyinä massaräätälöintiä harjoittavassa tehtaassa, jossa tilausmuutos pyritään toteuttamaan missä vaiheessa tuotantoa tahansa. Siksi sitä ei nähdä ongelmana vaan edellytyksenä muutostöiden toteuttamiselle.

Tilausmuutosprosessin heikkoudet nousevat vielä esiin uudestaan tutkimuksen viidennessä pääluvussa. Tuolloin pohditaan myös vaihtoehtoisia ratkaisuja sille, miten prosessi voitaisiin toteuttaa kohdeyrityksessä nykyistä paremmin etenkin prosessin alussa sijaitsevien heikkouksien osalta.

5 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen toisessa pääluvussa ilmeni, että toimiva vaatimustenhallinta luo edellytykset kustannustehokkaalle toiminnalle ja ratkaisuille sekä mahdollistaa toiminnanvapauden kullekin työvaiheelle prosessissa (Kosola 2013: 2). Tilausmuutosten toteuttaminen on merkittävä osa vaatimustenhallintaa, sillä tilausmuutosten kautta voidaan vastata entistä tehokkaammin ja joustavammin asiakkaiden vaatimuksiin. Kyvystä vastata asiakkaiden vaihteleviin vaatimuksiin on tullut merkittävä kilpailuetu useissa moderneissa teollisuusyrityksissä (Wong, Arlbjørn, Hvolby & Johansen 2006). Muutostöitä hinnoiteltaessa tulisi kuitenkin ottaa huomioon niiden aiheuttamat kustannukset, mikä ei ole aina yksinkertaista. Kuten aikaisemmin tässä tutkimuksessa on selvinnyt, tilausmuutosten tiedetään aiheuttavan kustannuksia, joita on vaikea määritellä etukäteen, ja sen vuoksi niitä on myös hankala laskuttaa asiakkailta todellisten kustannusten mukaisesti (Uskonen & Tenhiälä 2012). Monet yritykset suostuvat liian usein ja helposti asiakkaan muutosvaatimuksiin eivätkä hinnoitele tilausmuutoksia lähellekään niiden aiheuttamien todellisten kustannusten mukaisesti tai pakota asiakasta valitsemaan mahdollisten vaihtoehtojen väliltä (Hvolby & Barfod 1998: 268). Muun muassa näiden seikkojen sekä kohdeyrityksessä ilmenneiden tilausmuutoshinnoitteluun liittyvien epäselvyyksien vuoksi tähän tutkimukseen on ryhdytty.

Tutkimuksen viides pääluke muodostuu neljästä alaluvusta. Ensimmäisessä alaluvussa käydään läpi, mitä neljännessä osassa käytetyt tutkimustyökalut paljastivat tutkimuskohteesta, eli muutostöistä sekä niiden kustannuksista ja hinnoittelusta. Alaluvussa paneudutaan tutkimuksen tuloksiin. Toisessa alaluvussa syvennytään tilausmuutosten toteuttamisen teoreettisiin elementteihin sekä siihen, miten tutkimustyökaluilla saavutetut tutkimustulokset ja niistä vedettävät johtopäätökset näyttäytyvät tutkimuksen toisessa pääluvussa esiin tuotujen aikaisempien tutkimusten ja teorioiden näkökulmasta. Kolmannessa alaluvussa annetaan tutkimustulosten ja teorioiden pohjalta kehitysehdotuksia kohdeyritykselle tilausmuutoksiin, niiden kustannuksiin ja hinnoitteluun sekä koko muutostyöprosessiin liittyen. Lopuksi neljännessä alaluvussa arvioidaan yleisesti tämän tutkimuksen onnistumista, tavoitteiden saavuttamista ja jatkotutkimusmahdollisuuksia sekä perustellaan muutostöihin panostamisen merkitystä.

5.1 Tutkimustulokset

Neljännessä pääluvussa vastattiin seuraaviin tutkimuskysymyksiin tutkimustyökalujen avulla:

1. Mitkä ovat kohdeyrityksen yleisimmät kesken tuotannon tehtävät moottorin rakennetta koskevat ulkoiset muutostyöpyynnöt?
2. Mitkä tekijät määrittävät kohdeyrityksen yleisimpien muutostöiden kustannukset?
3. Miten kohdeyrityksen muutostyöprosessi itsessään vaikuttaa muutostöiden kustannuksiin?

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastaus selvisi kohdeyritykseltä saatua tilausmuutoshistoriaa tutkimalla. Yleisimmiksi kesken tuotannon tehtäviksi rakenteeseen vaikuttaviksi tilausmuutoksiksi selvisivät kilpimuutokset, kaapeleiden sisääntulomuutokset sekä muista muutoksista lämmityselementin muutokset. Vastauksen löytäminen tähän tutkimuskysymykseen oli kysymyksen suoraviivaisen luonteen vuoksi varsin mutkaton. Tarkasteltavaksi ajanjaksoksi päätettiin sattumanvaraisesti kuuden kuukauden mittainen ajanjakso 1.6.2014 – 31.5.2015 väliseltä ajalta, millä taattiin riittävän iso otos ja tilausmuutosten hinnoitteluohjeiden ajantasaisuus. Luonnollisesti jonkin toisen ajanjakson valitseminen saattaisi vaikuttaa jonkin verran tutkimustulokseen, mutta ei merkittävästi, sillä yleisimmät tilausmuutokset vastasivat varsin hyvin niistä olemassa olevaa ennakkokäsitystä.

Toiseen tutkimuskysymykseen vastattiin toimintolaskennan avulla. Yleisimmistä muutostöistä suoritettujen toimintolaskentojen avulla selvisi, että kohdeyrityksen yleisimpien muutostöiden kustannukset määräytyvät kolmen tekijän mukaan: muutostyyppin, tuotannon vaiheen ja muutettavan tuotteen mukaan. Seuraavan sivun taulukossa 14 on yhteenvedona koottu yleisimmät tilausmuutokset sekä niiden kustannuksiin vaikuttavat tekijät. Taulukosta selviää, mihin kustannuksiin mikin tekijä vaikuttaa eli aikakustannuksiin, materiaalikustannuksiin, molempiin vai ei kumpaankaan. Kilpimuutos, sisääntulomuutos ja 451-varianttikoodin muutos eli lämmityselementti ovat itsessään jo muutostyyppejä, eli siksi muutostyyppi tekijänä vaikuttaa jokaisen edellä mainitun kohdalla sekä aika- että materiaalikustannuksiin.

Taulukko 14. Tilausmuutosten kustannuksiin vaikuttavat tekijät kohdeyrityksessä.

Tekijät →	Muutostyyppi	Tuotannon vaihe	Muutettava tuote
Kilpimuutos	aika- & materiaali-kustannukset	aika- & materiaali-kustannukset	-
Sisääntulomuutos	aika- & materiaali-kustannukset	aikakustannukset	aikakustannukset
VC+451-muutos	aika- & materiaali-kustannukset	aika- & materiaali-kustannukset	materiaalikustannukset

Tuotannon vaihe, eli missä tuotannon vaiheessa muutostyöpyyntö suoritetaan, vaikuttaa jokaisen taulukossa 14 olevan muutostyyppin kohdalla aikakustannuksiin. Sisääntulomuutoksissa tuotannon vaihe ei vaikuta materiaalikustannuksiin tässä tutkimuksessa, koska sisääntulomuutokset määriteltiin koskevan ainoastaan yleisimmiksi havaittuja eli sisääntulojen sijaintia koskevia muutoksia, mikä ei sisällä varsinaisia materiaalikustannuksia. Muutettava tuote, eli toisin sanottuna muutettavan tuotteen tyyppi tai koko, vaikuttaa sisääntulomuutoksien kohdalla muutostyöstä aiheutuviin aikakustannuksiin ja lämmityselementtien muutosten kohdalla muutostyöstä aiheutuviin materiaalikustannuksiin.

Yhteenvedon todetaan, että muutostöiden kustannuksia määrittävät tekijät toteuttavat suurimmassa osassa moottorin rakennetta koskevista tapauksista samaa kaavaa. Mitä myöhemmässä vaiheessa tilaus-toimitusprosessia mikä tahansa moottorin rakennetta koskeva tilausmuutos suoritetaan, sitä suuremmat kustannukset siitä todennäköisesti aiheutuu. Tuotannon vaihe siis vaikuttaa aina aikakustannuksiin. Muutostyyppi vaikuttaa aina sekä aika- että materiaalikustannuksiin, sillä se määrittää sen, millaisesta muutoksesta on lopulta kysymys. Muutettava tuote tekijänä tarkoittaa sitä, että muutoksesta pitää tarkastella tuotekohtaisesti. Sen aiheuttamat kustannukset voivat vaihdella isostikin eri tuotekokojen ja -tyyppien välillä.

Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastattiin DSM-työkalun avulla. Muutostyöprosessista tuotannon eri vaiheissa muodostettiin matriiseja, joita tulkittiin ja joista tehtiin johdopäätöksiä. Niistä selvisi, että erityisesti kohdeyrityksen tilausmuutosprosessin alusta myyntiyhtiön, Delivery Support -tiimin ja sovellussuunnittelun työvaiheista prosessissa löytyy tehottomuutta, joka lisää tarpeettomasti tilausmuutoksista tehtaalle aiheutuvia kustannuksia. Kustannukset saattavat ilmetä sekä aika- että materiaalikustannuksina. Prosessin alun tehottomuus lisää muutostöiden toteuttamiseen kuluvaa toimistotyön

määrää sekä aiheuttaa sen, että varsinainen muutostyön suorittaminen tapahtuu myöhemmin kuin olisi ihanteellista, mikä aiheuttaa sekä ylimääräisiä aika- että materiaalikustannuksia, jotka olisivat mahdollisesti olleet tehokkaammalla toiminnalla vältettävissä.

Oleennaista on siis kiinnittää huomiota informaatiovirran sujuvuuteen sekä siihen, missä vaiheessa tuotantoprosessia tilausmuutospyyntö saapuu ja miten nopeasti siihen reagoidaan. Informaatiovirta on sitä tehokkaampi kohdeyrityksen muutostyöprosessissa, mitä aikaisemmassa vaiheessa tilaus-toimitusprosessia muutospyyntö saapuu ja mitä nopeammin siihen reagoidaan, sillä muutostyöprosessin toteuttaminen vaatii sitä enemmän osallistujia ja työtä, mitä myöhemmin se toteutetaan. Tämä käy ilmi neljännen pääluvun DSM-taulukoista.

5.2 Tilausmuutosten toteuttamisen vaatimukset ja tutkimustulosten näyttäytyminen teorioiden näkökulmasta

Tutkimuksen toisessa pääluvussa käytiin läpi tutkimuksen teoriapohja. Tässä alaluvussa nostetaan esiin teorioiden pohjalta muutostöiden toteuttamisen kannalta tärkeimpiä elementtejä massaräätälöintiin erikoistuneessa tehtaassa. Lisäksi alaluvussa tutkitaan miten tutkimustulokset näyttäytyvät teorioiden näkökulmasta, eli tukevatko teoriat tulosta vai eivät.

Toisen pääluvun teorioista nousee vahvimmin esiin kolme oleellista elementtiä edesautamaan muutostöiden toteuttamista massaräätälöintiin erikoistuneessa tehtaassa: joustavuus eli joustokyky, kustannustehokkuus ja modulaarisuus. Näihin kolmeen ominaisuuteen olisi tärkeä pyrkiä luodakseen parhaan mahdollisen pohjan tilausmuutosten toteuttamiselle, mutta samalla niiden saavuttaminen luo omat haasteensa yrityksessä. Jo teoriaosuudessa todettiin, että tilaus-toimitusprosessin toiminnot eivät voi olla samanaikaisesti sekä erityisen tehokkaita että erityisen joustavia (Chopra & Meindl 2010: 44–45). Tämä onkin massaräätälöintiä harjoittavan tehtaan yksi haasteista. Muutostöiden kannalta avain on löytää sopivasti molempia, sekä joustavuutta että tehokkuutta prosesseihin ja toimintatapoihin.

Prosessien ja toimintatapojen joustavuus ei yksinomaan riitä. Kuten jo teoriaosuudessa selvisi, vain joustavien tuotantojärjestelmien avulla massaräätälöinnillä voi tuottaa laa-

jan valikoiman erilaisia tuotteita, ja samalla näiden tuotantojärjestelmien tulisi kyetä käsittelemään suurta joukkoa erilaisia tuoterakenteita ja näiden yhdistelmiä (Ahoniemi ym. 2007: 16). Laaja tuotevalikoima tuo kuitenkin omat haasteensa, sillä se vaatii tehtaan henkilökunnalta paljon syvälle menevää tuotetuntemusta. Tuotetuntemuksen tulee olla riittävän hyvää ammattitaitoisen palvelun ja toiminnan takaamiseksi.

Joustavuuden saavuttaminen ei ole kuitenkaan yksinkertaista edes massaräätälöintiin erikoistuneessa tehtaassa. Tutkimuksen teoriaosuudessa kävi ilmi, että oleellista massaräätälöinnissä on monien eri ominaisuuksien yhtäaikaisuus, eli tuotannon volyymien tulisi olla suuria, tuotantoprosessin tulisi olla kustannustehokas ja samalla yrityksen pitäisi kyetä riittävän tehokkaasti ja joustavasti reagoimaan asiakkaiden jatkuvasti muuttuviin vaatimuksiin (Tu, Vonderembse & Ragu-Nathan 2001: 201). Muutostyöprosessiin ja niiden kustannuksiin panostaminen edesauttaa joustavuutta, sillä tilausmuutosten toteuttaminen toimii yhtenä osana asiakkaiden vaatimuksiin vastaamista.

Yhtenä massaräätälöinnin toteuttamisen ulottuvuutena kustannustehokkuus on samalla myös yksi tärkeimmistä elementeistä muutostöiden onnistuneen toteuttamisen kannalta massaräätälöinnin tuotantotapaan nojaavassa tehtaassa. Tämän tutkimuksen toisen pääluvun teoriaosuudessa selvisi, että massaräätälöinnissä asiakaskohtaisten tuotteiden valmistamisen ei tule juurikaan nostaa valmistuskustannuksia, vaan kustannukset vastaavat suurin piirtein normaalin massatuotannon kustannuksia (Piller 2004a: 2-3). Eli yhtenä massaräätälöinnin ensisijaisena tavoitteena on pyrkimys kustannustehokkuuteen. Samaan kustannustehokkuuteen tulisi pyrkiä myös muutostöiden osalta.

Toisaalta kustannustehokkuudella on omat rajansa, ja siten kaikki ei ole mahdollista sen suhteen. Teoriaosuudessa kävi ilmi, että ihanteellisessa tilanteessa tilaukset kirjattaisiin asiakkaalta aina täydellisinä ja virheettöminä sellaisenaan ilman, että niiden tarvitsisi erikseen käydä läpi tilauksenkäsittelyä tai ilman, että niihin tarvitsisi tehdä muutoksia myöhemmin kesken tuotannon (Peltonen 1998; Sakki 2003: 41–42). Tuskin koskaan päästään siihen tilanteeseen kustannustehokkuuden osalta, että tilausmuutoksia ei esiinny ollenkaan. Niinpä tilausmuutosprosessin sujuvuuteen ja kannattavuuteen kannattaa panostaa. Tilausmuutoksilla voi yrittää jopa tehdä bisnestä.

Teoriaosuuden mukaan kolmas muutostöiden toteuttamista helpottava elementti massaräätälöintiin erikoistuneessa tehtaassa on modulaarisuus. Modulaarisuudessa on teorioiden mukaan oleellista, että pientä komponenttimäärää vaihtamalla tai muokkaamalla

kyettäisiin muuttamaan luotettavasti ja vakaasti koko lopputuotetta (Blecker & Friedrich 2007). Niinpä modulaarisuuden avulla muutostöiden toteuttaminen helpottuu ja niiden aiheuttamat kustannukset pienentyvät. Tätä väitettä tukee myös Uskosen ja Tenhiälän (2012) tutkimus, jonka mukaan mitä modulaarisempi tuote on, sitä alhaisemmat ovat muutostöiden kustannukset. Lisäksi teorialuvussa myös todettiin, että tuotantoprosessin modulaarisuus vähentää muutostöiden aiheuttamia kustannuksia merkittävästi, koska modulaarisissa tuotantoprosesseissa muutostyö vaikuttaa pienempään määrään resursseja kuin ei-modulaarisissa tuotantoprosesseissa (Uskonen & Tenhiälä 2012).

Modulaarisuuden etujen puolesta puhuvat myös muut jo teoriaosuudessa mainitut teorit. Asiakkaiden tarpeet tuotteensa suhteen muuttuvat usein asiakassuhteen aikana, joskus jopa kesken tuotteen valmistuksen (Siems & Walcher, 2010). Tällöin tuotteen modulaarisuus on tärkeä ominaisuus tuotannon joustokyvyn ja ylipäätään muutoksen mahdollistamisen kannalta, sillä useinkaan yhden moduulin muutokset eivät välttämättä vaikuta muihin moduuleihin (Ahoniemi ym. 2007: 40).

Massaräätälöinti tuotantotapana MTO- ja ETO-ympäristöissä ei ole kuitenkaan haasteeton, kuten tutkimuksen teoriaosuudessa kävi ilmi. Asiakaskohtaisesti valmistettavat tuotteet aiheuttavat enemmän kustannuksia yritykselle kuin standardit vakiotuotteet (Heiskala ym. 2007: 3-13). MTO- ja ETO-tuotantoympäristöissä toimiva ja tuotteita valmistava yritys kykenee vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin asiakaskohtaisesti räätälöidyillä tuotteilla, mutta samalla yritys kärsii pidempien toimitusaikojen aiheuttamista kustannuksista, jotka ovat räätälöinnin seuraus MTO- ja ETO-tuotantotavoissa (Holmström, Hoover, Louhiluoto & Vasara 2000). Samanlaisia haasteita kokee myös kohdeyritys. Kesken tuotannon tulevien tilausmuutospyyntöjen toteuttaminen on osa tätä haastetta vastata asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin, mutta samalla tilausmuutosten toteuttaminen työllistää tehdasta, vaikeuttaa sovittujen toimitusaikojen pitämistä ja tuo lisäkustannuksia tehtaalle. Tilausmuutosten toteuttaminen ei tuo mukanaan siis ainoastaan rahallisia haasteita.

Teoriaosuudessa paljastui, että MTO-ympäristössä minkä tahansa tilaus-toimitusprosessissa ilmenevän epävarmuutta tuovan tekijän aiheuttamat negatiiviset vaikutukset ja seuraukset ovat yleensä merkittävämpiä kuin MTS-ympäristössä (Koh, Gunasekaran & Saad 2005). Tilausmuutos kesken tuotannon on yksi esimerkki epävarmuutta tuovasta tekijästä, mikä todella luo epävarmuutta tilaus-toimitusprosessiin, mikäli tilausmuutosprosessi ei ole riittävän toimiva. Varastotuotteiden valmistaminen on

yksinkertaista mutta jäykkää. Koska MTS-ympäristössä tilausmuutokset eivät ole yleensä mahdollisia toteuttaa ainakaan samalla tavalla kuin MTO- ja ETO-ympäristöissä, tulee kykyyn toteuttaa tilausmuutoksia kesken tuotannon panostaa, sillä se on suora kilpailuetu esimerkiksi MTS-tuotantoympäristöissä toimiviin tehtaisiin nähden.

Kuten tutkimuksessa on aiemmin todettu ja päätelty, sitä suuremmat kustannukset tilausmuutoksesta todennäköisesti aiheutuu, mitä myöhemmin tilausmuutospyyntö saapuu tehtaalle ja itse muutos toteutetaan. Tätä näkemystä tukevat myös Chick (1999) ja Riley ym. (2005), joiden mukaan tilausmuutoksen aiheuttamat haitat ovat yritykselle sitä pahemmat, mitä myöhemmässä vaiheessa projektia muutos toteutetaan. Teoria tukee tämän tutkimuksen tuloksia, joista yhden mukaan ajankohdan vaikutus tilausmuutosten kustannuksiin on ilmeinen: Mitä myöhemmin muutostyö toteutetaan, sitä suuremmat kustannukset siitä aiheutuu tehtaalle. Tähän johtopäätökseen päästiin sekä toimintolaskennan että DSM-työkalun avulla, mikä tarkoittaa sitä, että sekä muutostyöprosessin tehottomuudesta aiheutuvat kustannukset että muut materiaali- ja työaikakustannukset kasvavat, mitä myöhemmin tilausmuutos toteutetaan tilaus-toimitusprosessin aikana.

Uskosen ja Tenhiälän (2012) tutkimustulos tukee vahvasti myös tämän tutkimuksen tuloksia. Erityisesti toimintolaskennassa saavutetut tulokset ovat linjassa Uskosen ja Tenhiälän (2012) tutkimuksen kanssa, sillä senkin mukaan muutostöiden aiheuttamat kustannukset muodostuvat kolmesta tekijästä: muutostyön ajankohdasta, muutostyön tyypistä ja muutostyön kohteena olevasta tuotteesta. Lisäksi Uskosen ja Tenhiälän (2012) tutkimustulos on samoilla linjoilla myös tässä tutkimuksessa DSM-työkalulla saavutettujen tulosten kanssa. Heidän mukaansa mitä nopeampi muutostyöprosessi on, sitä alhaisemmat ovat muutostyökustannukset kokonaisuudessaan. Uskosen ja Tenhiälän (2012) tutkimus painottaa nopean tiedonvaihdon tärkeyttä prosesseissa, sillä heidän mukaan jokainen tuotannonaikaiseen tilausmuutokseen käytetty päivä kasvattaa keskimäärin noin 10 % tilausmuutoksen kustannuksia. Informaatiovirran sujuvuuden merkitys tarpeettomien tilausmuutostilauksien lisääjänä oli myös tämän tutkimuksen yksi tärkeimmistä DSM-työkalun pohjalta tehdyistä johtopäätöksistä.

5.3 Kehitysehdotukset kohdeyritykselle

Tämän tutkimuksen yhtenä tavoitteena on kehittää ja viedä eteenpäin kohdeyrityksen toimintaa muutostyöprosessin sekä muutostöiden kustannustietoisuuden ja hinnoittelun

suhteen. Tarkoitus ei ollut niin sanotusti keksiä pyörää uudelleen, vaan pienempääkin kehitysaskelta pidetään riittävänä. Tutkimuksen toisessa pääluvussa todettiin, että prosessin kehittämisessä yksittäiset parannukset saattavat olla esimerkiksi ohjeiden, menettely- ja työskentelytapojen uudistamista, järkevämpien, loogisempien ja tehokkaampien toimintatapojen tai työkalujen käyttöönottoa tai toimintatapojen virtaviivaistamista (Lecklin 2002: 152–169).

Tutkimuksen teoriaosuudessa kävi ilmi, että asiakasintegraation mukaan massaräätälöinnissä on tarkoitus kerätä asiakaskohtaista informaatiota asiakkaista räätälöintiprosessin aikana eli silloin, kun asiakkaan tilaamia tuotteita yksilöllistetään kunkin asiakkaan tarpeiden mukaisiksi. Prosessista kerätty asiakasinformaatio auttaa luomaan kestävä suhteen yrityksen ja asiakkaan välille. (Piller 2004a: 2-3.) Tämä teoria tukee käsitystä siitä, miten tilaus-toimitusprosessin alkuvaiheeseen eli myyntihetkeen ja tilauksen syöttämiseen tulisi kiinnittää entistä tarkempaa huomiota, mikä edesauttaisi välttämään tarpeettomia tilausmuutoksia ja niiden aiheuttamia kustannuksia. Virheiden välttäminen ja todellisten asiakastarpeiden selvittäminen olisi erittäin oleellista juuri myyntihetkellä, koska silloin tehdyt virheet kostautuvat moninkertaisina kustannuksina myöhemmässä vaiheessa tilaus-toimitusprosessia.

Massaräätälöinnin etuja ei pidä kuitenkaan unohtaa. Yksi eduista on joustavuus eli kyky toteuttaa tilausmuutoksia kesken tuotannon, mihin tulee panostaa, koska tilausmuutoksista tuskin koskaan päästään kokonaan eroon tehtiin myyntihetkellä tapahtuva asiakkaan tarvekartoitus kuinka huolellisesti tahansa. Asiakas pitää lähes poikkeuksetta räätälöityä tuotetta arvokkaampana kuin standardia perustuotetta, vaikka standardituote olisi kuinka hyvä tai laadukas tahansa (Piller 2004b). Aiemmin tutkimuksessa selvisi, että räätälöintivaihe eli valmistettavan tuotteen muuttaminen asiakaskohtaiseksi olisi olennaista kyetä toteuttamaan vasta mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa tuotantoa, sillä tällä tavalla yleensä seurauksena on sekä tuotantokustannusten pieneneminen että tuotantoaikojen lyheneminen (Jørgensen 2010; Alfnes & Skjelstad 2010). Kohdeyrityksensäkin kannattaisi panostaa siihen, että tuotteiden asiakaskohtainen räätälöinti pyrittäisiin toteuttamaan mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa tuotantoa. Esimerkiksi moottoreiden kilvet kannattaisi leimata ja kiinnittää moottoreihin vasta lähettämöissä, mikä sekä helpottaisi kilpimuutoksien tekemistä että mahdollistaisi niiden tekemisen nykyistä myöhemmin ilman tarvetta vaihtaa kilpiä fyysisesti moottoriin.

Teoriaosuudessa Chickin (1999) ja Rileyn ym. (2005) mukaan tilausmuutoksen aiheuttamat haitat ovat yritykselle sitä pahemmat, mitä myöhemmässä vaiheessa projektia muutos toteutetaan. Tämäkin teoria tukee tuotteiden mahdollisimman myöhäistä asiakas kohtaista räätälöintiä. Toisaalta myös jonkinlainen varianttikoodikohtainen jäädytyspäiväjärjestelmä voisi olla toimiva, mikä tarkoittaisi useamman jäädytyspäivän järjestelmää. Tässä toimintamallissa joitain muutoksia olisi mahdollista toteuttaa ilman lisäkustannuksia vain aikaisessa vaiheessa tilaus-toimitusprosessia, kun taas toisia muutoksia voitaisiin toteuttaa ilman lisäkustannuksia myös myöhemmin. Tämä tosin vaatisi ainakin sen, että tuotantoprosessi olisi nykyistä läpinäkyvämpi myyntiyhtiöihin saakka.

Usean jäädytyspäivän järjestelmää tukee myös teoriaosuudessa ilmennyt Uskosen ja Tenhiälän (2012) tutkimus, jonka mukaan alle 10 % muutoksista aiheuttaa noin puolet muutostyökustannuksista, minkä seurauksena olisi järkevä kategorisoida muutostyöt halpoihin ja kalliisiin muutostyötyyppeihin ja ottaa käyttöön useamman kuin yhden jäädytyspäivän (FP) järjestelmä. Yhden jäädytyspäivän käyttäminen vähentää tasapuolisesti sekä kaikkien muutostöiden kokonaiskustannuksia että koettua reagointikykyä muutostöihin, mutta useamman jäädytyspäivän käyttäminen erityyppisten tilausmuutosten kohdalla vähentää muutostöiden kokonaiskustannuksia suhteellisesti enemmän kuin koettua reagointikykyä muutostöiden suorittamiseen. Usean jäädytyspäivän systeemissä aikaisin jäädytyspäivä olisi tilausmuutoksilla, jotka aiheuttavat kustannuksia tuotantoprosessin alkuvaiheessa, ja myöhäisin jäädytyspäivä olisi muutostöillä, jotka aiheuttavat kustannuksia tehtaalle vasta tuotantoprosessin loppuvaiheessa. Useamman jäädytyspäivän systeemi olisi Uskosen ja Tenhiälän (2012) mukaan sekä kustannustehokas että riittävän reagointikykyinen massaräätälöidyssä MTO-tuotannossa.

Aiemmin tässä tutkimuksessa on useaan kertaan käynyt ilmi, että liian usein yritykset hyväksyvät tuotteen asiakaslähtöiset muutokset ilman vastarintaa, vaikka se tarkoittaisi tuotteen muokkausta kesken tuotannon (rework) tai jo tilattujen tai tuotettujen komponenttien heittämistä pois (Hvolby & Barfod 1998). Varsin usein asiakkaan muutospyyntöihin kuitenkin suostutaan hyvän asiakaspalvelun nimissä (Uskonen & Tenhiälä 2012). Lisäksi Ahoniemen ym. (2007: 23) mukaan massaräätelöinnin kustannukset saattavat kasvaa liian suuriksi, mikäli annetaan asiakkaan tarpeille liian suuri painoarvo ja aletaan valmistaa kaikkea, mitä asiakas haluaa. Nämä teoriat tukevat näkemystä, jonka mukaan muutostöiden osalta tulisi asettaa riittävän selkeät ja helposti saatavilla olevat rajat. Rajojen tulisi määrittää nykyistä paremmin, mitä muutoksia voidaan toteuttaa ja mitä ei. Rajojen selkeyttäminen helpottaisi Delivery Support -tiimin työtä ja säästäisi aikaa.

Kesken tuotannon tapahtuvien tilausmuutosten hinnoittelu tulisi pitää mahdollisimman selkeänä Delivery Support -tiimin työskentelyn helpottamiseksi. Tällä hetkellä käytössä oleva varianttikoodien ohjeistojen ja kertoimen yksi käyttäminen on työntekoa helpottava hinnoitteluohje. Lisäksi monissa muutostöissä niiden hinnoitleminen tämän ohjeen mukaan ei tarkoita automaattisesti muutostyön toteuttamista tappiollisesti tehtaan kannalta, kuten tämän tutkimuksen toimintolaskennoista huomataan. Riippumatta moottorin koosta tai tyypistä, yhdestäkään muutostyöstä ei koskaan tulisi ottaa moottorikohtaisesti alle 100€ muutostyöhintaa, mikäli halutaan tehdä muutostöitä kannattavasti. Tämä pätee varsinkin silloin, kun muutostyö joudutaan toteuttamaan moottorin tuotantoon vapauttamisen jälkeen. Kuten tämän tutkimuksen toimintolaskennoista kävi ilmi, pelkästään muutostyön vaatimat toimistotyöajan kustannukset ovat yleensä 20–100€/moottori riippuen muutostyypistä. Tuohon ei ole edes vielä laskettu mukaan haluttua katetta saati mahdollisia materiaalikustannuksia. Poikkeuksena toimikoot kilpimuuтокset, joiden nykyinen ohjehintaa (60€/tilausrivi + 40€ x moottorien määrä) toimii, sillä yhden kilven muutoskustannus ei nouse 30€ korkeammaksi.

Mitä enemmän Delivery Support -tiimillä on käytettävissä toimintaa selkeyttäviä ja yhteisesti myyntiyhtiöiden kanssa sovittuja ohjeita ja käytäntöjä, sitä helpompi tiimin on työskennellä ja vedota tehokkuutta hidastavissa kiistatilanteissa sovittuihin säädöksiin. Muutostöiden hinnoitteluun liittyviä ohjeistuksia luodessa tulisi ottaa huomioon tässä tutkimuksessa ilmi tulleet muutostöiden kustannuksiin vaikuttavat tekijät: muutostyyppi, tuotannon vaihe ja muutettava tuote. Jokainen tekijä vaikuttaa omalla tavallaan muutostyökustannuksiin.

Neljännessä luvussa DSM-työkalulla selvinneet heikkoudet tilausmuutosprosessin alussa liittyivät tehottomaan informaatiovirtaan myyntiyhtiön, Delivery Support -tiimin ja sovellussuunnittelun välillä. Prosessi toimisi tehokkaimmin, mikäli myyntiyhtiöltä saapunut tilausmuutospyyntö etenisi suoraviivaisesti Delivery Support -tiimin kautta sovellussuunnitteluun ja siitä eteenpäin ilman, että prosessissa täytyisi palata ainuttakaan kertaa taaksepäin tai tarvitsisi odotella impulssia prosessissa jo aikaisemmin toimineelta toimijalta.

Tilausmuutoksen tekeminen prosessin alussa vaatii kolmenlaista osaamista: SAP-tekniistä osaamista muutoksen toteuttamiseen järjestelmissä, kaupallista ja tuotteellista osaamista muutostyön hinnoitlemiseen ja muutoksen lisäämisen toimitusajan lisäämiseen sekä suunnittelijan tekniistä osaamista sen arvioimiseen, onko muutos ylipäättään

teknisesti mahdollista ja järkevää toteuttaa. Delivery Support -tiimin perinteisin ongelma on, ettei tiimissä useinkaan osata itse riittävän varmasti sanoa, onko muutos mahdollista toteuttaa vai ei. Tällöin sitä on kysyttävä suunnittelijalta, mikä vie myös hänen työaikaan ja samalla hidastaa prosessia. Tähän voisi ratkaisuna olla Delivery Support -tiimin insinööriosaimisen lisääminen lisäämällä insinöörien osuutta tiimissä määrällisesti tai suunnittelijoiden ja Delivery Support -tiimin välisen yhteistyön lähentäminen esimerkiksi työskentelemällä samoissa tiloissa. Toisaalta prosessia voitaisiin muuttaa myös siten, että suunnittelijoille opetettaisiin kaupanmuutosten kaupalliset ja SAP-tekniset vaatimukset, eli kaupanmuutosten tekeminen kokonaisuudessaan. Tällöin suunnittelija voisi tehdä kaupanmuutoksen itse aina pyyntöön vastaamisesta toimitustenohjauksen osuuteen saakka ja siten luoda notifikaation muutoksen aiheuttamien rakenne- ja osamuutoksien kera toimitustenohjaukseen. Tosin tässä saattaa tulla vastaan jo suhteellisen tehokkuuden raja, sillä yhden henkilön ei välttämättä kannatta tehdä liian montaa vaihetta prosessissa, vaan on järkevä jossain määrin jakaa tehtäviä vahvuuksien ja ydinosaamisalueiden mukaan.

Tilausmuutosprosessia hidastaa myös se, että Delivery Support -tiimi joutuu odottelemaan myyntiyhtiön ja loppuasiakkaan suostumista tilausmuutoksen ehtoihin, eli sen aiheuttamiin muutoksiin moottorin hinnassa ja toimitusajassa. Monissa tapauksissa olisi prosessin nopeuden kannalta parasta, että tilausmuutospyyntöä luodessa myyntiyhtiö olisi jo valmiiksi tietoinen muutostyön aiheuttamista lisäkustannuksista ja siten Delivery Support -tiimin ei täytyisi erikseen varmistaa myyntiyhtiöltä ehtoihin suostumista. Tämä vaatisi nykyistä parempaa muutostyöhinnointelun ohjeistusta läpi myyntiyhtiöiden ja toisaalta myös nykyistä parempaa tehtaan tuotannon läpinäkyvyyttä, jotta myyntiyhtiöissä oltaisiin paremmin tietoisia siitä, missä vaiheessa tuotantoa moottorit ovat menossa.

Yleisesti ottaen muutostöiden hinnoittelu kohdeyrityksessä kannattaa pitää mahdollisimman selkeänä, jotta toimistotehokkuutta saadaan parannettua. Tämä kulkisi linjassa kohdeyrityksen yleisen strategian kanssa. Nykyinen hinnoitteluohjeistus on hyvä alku, mutta esimerkiksi 999-varianttikoodien kohdalla siitä ei ole paljoakaan apua. Läpinäkyvyyttä tehtaan ja myyntiyhtiön välillä tulisi parantaa, mikä lisäisi samalla tietoisuutta myyntiyhtiöissä. Tämä puolestaan sekä edesauttaisi vähentämään muutostöiden aiheuttamaa työmäärää tehtaassa siirtämällä vastuuta muutostöiden hinnoittelun suhteen osittain myyntiyhtiöön että tehostaisi itse muutostyöprosessia, kun ei välttämättä joka kerta tarvitsisi kysyä ja odottaa myyntiyhtiön vahvistusta muutostyön ehtoihin suostumisesta.

Lisäksi läpinäkyvyyden parantamisen kautta tehtaan Delivery Support -tiimissä muutostöiden kustannuksia pystyttäisiin perustelemaan nykyistä paremmin. Siten työaikaa vieviltä kiistatilanteilta myyntiyhtiön ja tehtaan välillä vältyttäisiin entistä useammin.

5.4 Tutkimuksen onnistuminen ja jatkotutkimusmahdollisuudet

Tutkimuksen ensimmäisessä pääluvussa ilmeni, että tutkimuksen tavoitteena oli tutkia ja analysoida ABB Oy Motors and Generators -yksikön muutostöiden kustannuksia ja muutostyöprosessia yksikössä kokonaisuudessaan sekä selvittää juurisyitä sille, mistä muutostöiden tehtaalle aiheutuvat todelliset kustannukset muodostuvat. Teorioiden ja tutkimustyökalujen avulla kolmeen tutkimuskysymykseen annetut vastaukset takaavat sen, että lopulta tutkimuksessa päästiin tavoitteeseen. Tulokset tyydyttävät tutkijaa, joka tietää tämän tutkimusprosessin jälkeen entistä enemmän muutostöiden kustannuksista ja ymmärtää entistä paremmin kohdeyrityksen muutostyöprosessista sekä muun muassa massaräätälöinnin vaatimuksista. Lisäksi teoriat ja aiemmat tutkimukset tukevat saavutettuja tutkimustuloksia.

Teoriaosuudessa todettiin, että jos kannattavuus on heikolla tasolla, kiinnitetään organisaatiossa yleensä erityisen tarkkaa huomiota kustannuksiin (Sakki 2009: 37). Eli myös muutostöiden aiheuttamista kustannuksista kannattaa olla tietoinen. Nykyään markkinoiden määrätessä hinnoittelua pakottaa tämä samalla yrityksiä etsimään yhä luovempia keinoja alentamaan omia kustannuksia suoritteissaan, kuten esimerkiksi tilaus-toimitusprosesseissaan. Jos kustannukset alentuvat, jää yritykselle aikaisempaa isompi voittokate tuotteen hinnasta. Niinpä muun muassa tämän vuoksi on tärkeää, että esimerkiksi tilausmuutokset hinnoitellaan todellisten kustannusten mukaisesti, jotta yritys ei aiheuta toimenpiteestä itselle tarpeettomia lisäkustannuksia. Muutostöistä seuranneet lisäkustannukset saattavat aiheuttaa muutoksia tuotteiden hinnoittelussa, mikä taas vaikuttaa tuotteiden kysyntään sekä yrityksen liiketoiminnallisten ja taloudellisten tavoitteiden saavuttamiseen.

Tutkimuksen teoriaosuudessa kävi ilmi, että tuotteen tai palvelun valmistamisesta aiheutuvat kustannukset muodostavat tuotteen tai palvelun hinnoittelulle alarajan, jota ei tulisi tuotetta tai palvelua hinnoitellessa alittaa säännöllisesti pitkällä aikavälillä, koska yritys ei saa mitään taloudellista hyötyä toiminnastaan kyseisen tuotteen tai palvelun kohdalla (Lahtinen, Isoviita & Hytönen 1995: 153–154). Tämän vuoksi myöskään muu-

tostöitä ei tulisi hinnoitella säännöllisesti liian alhaisiksi. Tämän edellytyksenä on, että muutostöiden aiheuttamista todellisista kustannuksista ollaan tietoisia.

Teoriaosuus tutkimuksessa paljasti, että prosessin tehokkuuden tasolla tai tehottoman prosessin yritykselle aiheuttamalla kustannuksilla ei ole asiakkaalle suoranaisesti mitään merkitystä kuin siinä tapauksessa, jos ne aiheuttavat laatuhaittoja asiakkaiden tilaamiin tuotteisiin (Lecklin 2002, 160–161). Eli asiakas ei varsinaisesti suostu maksamaan siitä, että yrityksellä olisi kustannustehokkaammat prosessit tuotteiden tai palveluiden tuottamiseksi. Niinpä tehottomuuden ja sen aiheuttamien kustannusten minimoiminen on hyvin pitkälti yrityksestä itsestä kiinni ja yrityksen omaksi parhaaksi. Niinpä yrityksen sisällä vaaditaan oma-aloitteisuutta, jotta esimerkiksi muutostyöprosessista saataisiin nykyistä tehokkaampi.

Tämä tutkimus ei ratkaise tyhjentävästi kohdeyrityksen tai tämän aihealueen ongelmia. Lisäksi tutkimukselle löytyy jatkotutkimusmahdollisuuksia. Kohdeyrityksessä tutkimusta aihealueesta voisi jatkaa esimerkiksi syventymällä 999-varianttikoodeihin liittyvien muutoksien kustannuksiin tai testimuutoksien kustannuksiin. Lisäksi tässä tutkimuksessa tulleita kehitysehdotuksia, kuten esimerkiksi useamman jäädytyspäivämäärän käyttöä, olisi hyödyllistä tutkia pidemmälle kohdeyrityksessä SAP-järjestelmän näkökulmasta.

6 YHTEENVETO

Tässä pro gradu -tutkielmassa on tutkittu ja analysoitu ABB Oy Motors and Generators -yksikön kesken tuotannon tapahtuvien ja moottorin rakenteeseen vaikuttavien muutostöiden aiheuttamia kustannuksia ja muutostyöprosessia yksikössä kokonaisuudessaan sekä selvitetty juurisyytä sille, mistä tekijöistä muutostöiden tehtaalle aiheutuvat todelliset kustannukset muodostuvat. Tähän tutkimukseen ryhdyttiin, koska kohdeyrityksessä muutostöiden hinnoittelu on toiminut epävarmuutta ja kiistatilanteita lisäävänä tekijänä jo pidemmän aikaa. Tutkimus suoritettiin yrityksen ja etenkin muutostöiden parissa työskentelevän Delivery Support -tiimin näkökulmasta, jossa tutkimuksen tekijä on työskennellyt jo muutaman vuoden ajan.

Tutkimus suoritettiin määrällisenä tutkimuksena. Tutkimuksen tutkimusstrategiana toimi tapaustutkimus, sillä sen tavoitteena oli lisätä ymmärrystä tutkittavasta tapauksesta ja olosuhteista. Lisäksi tutkimuksen tutkimusotteena toimi konstruktiiivinen tutkimus, koska tutkimuksessa pyrittiin ratkaisemaan reaali maailman ongelma hyödyntämällä teoreettista viitekehystä. Tiivis teorian ja käytännön välinen vuoropuhelu on tyypillistä konstruktiiivisessa tutkimuksessa, mikä ilmeni vahvasti myös tässä tutkimuksessa.

Tutkimuksen ensimmäisessä pääluvussa esiteltiin tutkimuksen aihe, ongelmat, tavoitteet, tutkimuskysymykset, tutkimuksen rajat ja rakenne. Toisesta luvusta alkaen käytiin läpi laajasti erilaisia teorioita tutkimuksen aihealueen ympäriltä. Teoriat alustavat ja luovat pohjaa varsinaiselle tutkimusaiheelle eli muutostöiden kustannuksille ja hinnoittelulle. Teorioiden kautta pyrittiin luomaan kuva siitä, mitä massaräätälöityyn tuotantoon luottavassa yrityksessä tilausmuutosten tehokas toteuttaminen vaatii.

Kolmannessa pääluvussa esiteltiin myöhemmin tutkimuksen neljännessä pääluvussa hyödynnettävät työkalut eli toimintolaskenta ja Design Structure Matrix -menetelmä. Lisäksi kolmannessa pääluvussa käytiin läpi tilaus-toimitusprosessin, tilausmuutosprosessin ja tilausmuutosten hinnoittelun kulku kohdeyrityksessä, jotta lukijalle muodostuisi selkeä kuva kohdeyrityksen toimintatavoista aihealueen osalta.

Neljännessä pääluvussa suoritettiin varsinainen tutkimuksen empiirinen osuus tutkimusaineistoa tutkimalla ja kategorisoimalla sekä tutkimustyökaluja käyttämällä. Lopulta tutkimusaineiston ja työkalujen käytöstä tehtävien johtopäätösten perusteella pystyttiin vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Viidennessä pääluvussa tutkimuskysymysten vasta-

usten ja tutkimuksessa aiemmin esillä olleiden teorioiden pohjalta pystyttiin tekemään entistä pidemmälle vietyjä johtopäätöksiä sekä toiminnan parannusehdotuksia kohdeyritykselle.

Tutkimus osoitti kohdeyrityksen yleisimmät moottorin rakenteeseen liittyvät ja kesken tuotannon saapuvat tilausmuutokset. Tutkimuksen tilastollinen pätevyys ei ole täydellisellä tasolla, mutta se on riittävä tämän tutkimuksen toteuttamiseksi. Tutkimus osoitti, että kohdeyrityksen yleisimpien tilausmuutosten kustannuksiin vaikuttavat muutostyyppi, tuotannon vaihe ja muutettava tuote. Lisäksi tutkimuksessa selvisi, että kohdeyrityksen tilausmuutosprosessin alkuvaiheessa myyntiyhtiön, Delivery Support -tiimin ja sovellussuunnittelun välillä esiintyy tehottomuutta informaatiovirran osalta, mikä puolestaan lisää tilausmuutoksista kohdeyritykselle aiheutuvia piilokustannuksia.

Nykyinen kohdeyrityksen tilausmuutosten hinnoitteluohje on ainakin yleisimpien tilausmuutosten osalta kannattava. Mutta tilausmuutosprosessia tulisi kehittää, jotta tilausmuutosten tehtaalle aiheuttamien ylimääräisten ja tarpeettomien piilokustannusten määrää voitaisiin rajoittaa. Ratkaisuina ongelmiin voisi toimia esimerkiksi entistä tarkempi asiakastarpeiden selvittäminen myyntihetkellä, muutostyyppikohtainen jäädytyspäiväjärjestelmä, myyntiyhtiölle saakka entistä läpinäkyvämpi tuotantoprosessi tuotannon aikatauluineen, tarkempien rajojen sopiminen tilausmuutosten hinnoittelusta ja tilausmuutoksista, joita ei toteuteta sekä mahdollinen tiimirakenteen ja tehtävien vastuualueiden uudelleen järjestäminen muutostyöprosessin alussa.

Asiakaslähtöisyyden on oltava kaiken perusta, sillä asiakkaiden tarpeiden kartoittaminen ja niihin vastaaminen parhaalla mahdollisella tavalla on muutostöiden suorittamisen perimmäinen syy. Muutostöitä toteutettaessa on kuitenkin huomioitava ja määritettävä rajat sille, mitä muutostöitä kannattaa toteuttaa ja mitä ei. Rajat muodostuvat teknisistä ominaisuuksista, muutostöiden aiheuttamista kustannuksista ja muista haitoista, joita muutostöiden toteuttaminen tehtaalle aiheuttaa. Muutostöiden toteuttaminen kuitenkin työllistää tehtaalla useita eri osastoja etenkin, jos muutostyö suoritetaan moottorin varsinaisen valmistusprosessin jälkeen. Tällöin muutostöiden tehtaalle aiheuttamat kustannukset ovat suurimmillaan, jolloin muutostyöt tulisi hinnoitella kustannusten mukaisesti ja mieluiten isolla katteella. Muutostöillä voi nimittäin tehdä bisnestä.

LÄHDELUETTELO

- ABB (2015). ABB Suomessa [online]. [Viitattu 2.10.2015] Saatavilla World Wide Webistä: <URL: <http://www.abb.fi>>.
- ABB Oy (2006). Motors Ohjeet: 04. Tilaus-toimitusprosessi FIMOT0096. *Lotus Notes-tietokanta*. [Viitattu 24.11.2015].
- ABB Oy (2012). Tilausmuutokset tilaus-toimitusprosessissa. Case: Abb Oy, Moottorit ja Generaattorit (Pasi Thomasson). Toimeksianto ABB Oy Motors and Generators – yksikölle. Centria Ammattikorkeakoulu. Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
- ABB Oy (2013). SAP Training materials: Kaupan muutokset – ulkoiset. *Ohje Dokumentit SharePoint-portaalissa*. [Viitattu 24.11.2015].
- ABB Oy (2014). Motors Ohjeet: Asiakkaalta tulevien kaupan muutosten hallinta Motorissa FIMOT0723. *Lotus Notes-tietokanta*. [Viitattu 24.11.2015].
- Ahoniemi, Lea, Markus Mertanen, Marko Mäkipää, Matti Sievänen, Petri Suomala & Mikko Ruohonen (2007). *Massaräätälöinnillä kilpailukykyä*. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy. 108 s. ISBN 978-951-817-949-1.
- Alfnes, Erlend & Lars Skjelstad (2010). How to implement a mass customization strategy: Guidelines for manufacturing companies. Teoksessa: *Handbook of Research in Mass Customization and Personalization*. Frank Piller & Mitchell Tseng. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 44-64.
- Alhola K. & S. Lauslahti (2000). *Laskentatoimi ja kannattavuuden hallinta*. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- Alhola K. (1998). *Toimintolaskenta: Perusteet ja käytäntö*. Juva: WSOY.
- Alhola, K. (2008). *Toimintolaskenta: Perusteet ja käytäntö*. 4. uudistettu painos. Helsinki: WSOYpro.

- Almeida, M. V. & A. L. Soares (2014). Knowledge sharing in project-based organizations: overcoming the informational limbo. *International Journal of Information Management*. 34, 770–779.
- Avlonitis, G. & K. Indounas (2006). Pricing practices of service organizations. *Journal of Services Marketing*. 20:5, 346–356.
- Baker, M. W. (1994). Understanding Activity-Based Costing. *Industrial Management*. 36:2, 28-30.
- Baldwin, C. Y. & K. B. Clark (2006). *Modularity in the design of complex engineering systems: Complex Engineered Systems*. 175-205.
- Bhimani, A., C.T. Horngren, S.M. Datar & G. Foster (2008). *Management and Cost Accounting*. 4. painos. Prentice Hall.
- Blecker, Thorsten & Gerhard Friedrich (2007). Guest Editorial: Mass Customization Manufacturing Systems. *Engineering Management, IEEE Transactions*. 54:1, 4-11.
- Brimson, J.A. (1992). *Toimintolaskenta. Activity-based Accounting*. Jyväskylä: Gummeruksen Kirjapaino Oy.
- Browning, T. R. (2001). Applying the Design structure matrix to system decomposition and integration problems: a review and new directions. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 48:3, 292-306.
- Caron, Franco & Antonello Fiore (1995). ‘Engineer to order’ companies: how to integrate manufacturing and innovative processes. *International Journals of Project Management*. 13:5, 313–319.
- Cheng B. H. C. & Atlee J.M. (2007). Research Directions in Requirements Engineering. *International Conference on Software Engineering, Future of Software Engineering (FOSE'07), IEEE Computer Society* [online] [9.10.2015] 285–303. Saatavissa: <http://ieeexplore.ieee.org.proxy.tritonia.fi/stamp/stamp.jsp?arnumber=4221627&tag=1>.

- Chick, D. (1999). The time value of project change. *Cost Engineering*. 41:6, 27–31.
- Chopra, Sunil. & Peter Meindl. (2010). *Supply Chain Management. Strategy, Planning and Operation*. 4. painos. 528 s.
- CMMI Product Team (2010). CMMI for Development, Version 1.3. *Improving processes for developing better products and services*. [online]. [Viitattu 9.10.2015] Saatavilla World Wide Webistä: <http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr033.pdf>
- Cooper, R. & R.S. Kaplan (1988). Measure Costs Right: Make the Right Decision. *Harvard business review*. 66:5, 96-103.
- Da Silveira, Giovanni, Denis Borenstein & Flávio S. Fogliatto (2001). Mass customization: Literature review and research directions. *International Journal of Production Economics*. 72:1, 1–13.
- Davood, A. & Y. Hassan (2007). Why ABC is not widely implemented. *International journal of business research*. 7, 93–98.
- DMSweb (2015). DSMweb.org [online]. [Viitattu 18.11.2015] Saatavilla World Wide Webistä: <URL: <http://www.dsmweb.org>>.
- Drury, C. (2004). *Management and Cost Accounting*. 6. painos. Thomson.
- Eppinger, S.D. & T. R. Browning (2012). *Design Structure Matrix Methods and Applications*. MIT Press.
- Erixon, G. (1998). *Modular Function Deployment – A Method for Product Modularisation*. Tukholman KTH Yliopisto. The Royal Institute of Technology. Väitöskirja.
- Goebel, D. J., G. W. Marshall & W. B. Locander (1998). Activity-Based Costing: Accounting for a Market Orientation. *Journal of Marketing*. 27, 497–510.
- Gosselin, M. (2006). A review of activity-based costing: technique, implementation, and consequences. *Handbooks of Management Accounting Research*. 2, 641-671.

- Grigore, A. M., D. E. Nicole & C. G. Giju (2010). Evaluation of Costcenter Operations Using ABC Method. *Internal Auditing & Risk Management*. 19:3, 56-64.
- Gunduz, M. & A.S. Hanna (2005). Benchmarking change order impacts on productivity for electrical and mechanical projects. *Building and Environment*. 40:8, 1068–1075.
- Hanna, A.S., R. Camlic, P.A. Peterson & M.J. Lee (2006). Cumulative effect of project changes for electrical and mechanical construction. *Journal of Construction Engineering and Management*. 132:5, 545–547.
- Hannus, J. (1993). *Prosessijohtaminen: Ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky*. Espoo: HM&V Research Oy.
- Heiskala, Mikko, Juha Tihonen, Kaija-Stiina Paloheimo & Timo Soininen (2007). Mass Customization with Configurable Products and Configurators: A review of Benefits and Challenges. Teoksessa: *Mass Customization Information Systems in Business*. 1–32. Toim. Thorsten Blecker & Gerhard Friedrich. Hershey: Information Science Reference. ISBN 978–1–59904–039–4.
- Hill, T., (2000). *Manufacturing Strategy: Text and Cases*. 3. painos. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Hirsjärvi, Sirkka, Pirkko Remes & Paula Sajavaara (2007). *Tutki ja kirjoita*. 13. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi. 448 s. ISBN-13: 978–951–26–5635-6.
- Holmström, J., W.E. Hoover, P. Louhiluoto & A. Vasara (2000). The other end of the supply chain. *McKinsey Quarterly*. 37 (1): 63–71.
- Hurley, Jeremiah (2000). Teoksessa: *Handbook of Health Economics*. Culyer, Anthony J. & Joseph P. Newhouse. 1. painos. Elsevier.
- Hvolby, Hans-Henrik & Ari Barfod (1998). *Modelling Customer Order Process* [online]. Design for Integration in Manufacturing. Proceedings of the 13'th IPS Research Seminar, Denmark 1998. p. 267–275. [Viitattu 1.10.2015] Saatavilla

World Wide Webistä:
 <URL:http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fciteseerx.ist.psu.edu%2Fviewdoc%2Fdownload%3Fdoi%3D10.1.1.203.4135%26rep%3Drep1%26type%3Dpdf&ei=bj8GUdNYpvrhBMbOgfAL&usg=AFQjCNFWpRGMWXXxPI43G1PzC4HJu29uEg&bvm=bv.41524429,d.bGE>. ISBN 87–89867–60–2.

Jyrkkiö, E. & V. Riistama (2004). *Laskentatoimi päätöksenteon apuna*. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Jyrkkiö, E. & V. Riistama (2006). *Laskentatoimi päätöksenteon apuna*. Werner Söderström.

Jørgensen, Kaj A. (2010). Product family modeling: working with multiple abstraction levels. Teoksessa: *Handbook of Research in Mass Customization and Personalization*. Frank Piller & Mitchell Tseng. World Scientific Publishing. 319-337.

Kallunki, J. & H. Silvola (2008) The effect of organizational life cycle stage on the use of activity-based costing. *Management Accounting Research*. 19:1, 62-79.

Karimaa, Erkki (2004). *Osaaminen on malleissa – Kunnan järjestelmien ja prosessien mallit*. 2. painos. Helsinki: Suomen Kuntaliitto. ISBN 951-755893-7.

Karrus K. E. (1998). *Logistiikka*. 3.painos, Helsinki, WSOY. 419 s.

Kennedy, T. & J. Affleck-Graves (2001). The impact of activity-based costing techniques on firm performance. *Journal of Management Accounting Research*. 13, 19-45.

Kiiskinen Satu, Anssi Linkoaho & Riku Santala (2002). *Prosessien johtaminen ja ulkoistaminen*. Porvoo: WS Bookwell Oy. 202 s. ISBN 951–0–27418–6.

Koh, S.C.L., A. Gunasekaran & S.M. Saad (2005). A business model for uncertainty management. *Benchmarking: An International Journal*. 12:4, 383-400.

- Kosola, Jyri (2013). *Vaatimustenhallinnan opas* [Verkkodokumentti]. Maanpuolustuskorkeakoulu, Sotatekniikan laitos. Tampere: Juvenes Print, 2013. [Viitattu 9.10.2015]. ISBN 978-951-25-2454-9.
- Kotler, P. & K.L. Keller (2006). *Marketing Management. Analysis, Planning and Implementation*. 12. painos. Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall. 729 s.
- Kumar, Ashok (2004). Mass Customization: Metrics and Modularity. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*. 16: 4, 287-311.
- Kvist, H.H., S. Arhoma, K. Järvelin & J. Räikkönen (1995). *Asiakasprosessit - Miten parannat tulosta prosesseja kehittämällä?* Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 174 s.
- Laamanen, K. & Tinnilä, M. (1998). *Prosessijohtamisen käsitteet*. 2. painos. Helsinki: Metallisteollisuuden Kustannus Oy. MET-julkaisuja. 6/98. 56 s.
- Laamanen, K. (2001). *Johda liiketoimintaa prosessien verkkona*. Keuruu: Suomen Laatu keskus Koulutuspalvelut. 300 s.
- Laamanen, Kai & Markku Tinnilä (2009). *Prosessijohtamisen käsitteet. Terms and Concepts in Business Process Management*. 4. uudistettu painos. Espoo: Teknologiainfo Teknova Oy. 156 s. ISBN 978-952-238-000-5.
- Lahtinen J., A. Isoviita & K. Hytönen (1995). *Markkinoinnin kilpailukeinot*. Kokkola: KP Paino.
- Laine, Markus, Jarkko Bamberg & Pekka Jokinen (2007). *Tapaustutkimuksen taito*. 1. painos. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press. 300 s. ISBN: 978-952-495-032-9.
- Laitinen, E. (2007). *Kilpailukykyä hinnoittelulla*. Talentum. 346 s.
- Lecklin, Olli (2002). *Laatu yrityksen menestystekijänä*. 4. painos. Jyväskylä: Talentum Media Oy. 464 s. ISBN 952-14-0519-8.

- Leffingwell, Dean & Don Widrig (2000). *Managing Software Requirements. A Unified Approach*. 6th ed. Indianapolis: Addison-Wesley.
- Lumijärvi, O., S. Kiiskinen & T. Särkilahti (1995). *Toimintolaskenta käytännössä*. Helsinki: WSOY.
- Lysons K. & Farrington B. (2006). *Purchasing and Supply Chain Management*. 7th ed. Prentice Hall. Pearson Education. 709 s.
- Marting, E. (1976). *Hinnanasetanta*. Helsinki: Weilin+Göös. 261 s.
- Martinsuo, Miia & Marja Blomqvist (2010). *Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä* [online]. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. ISBN 978-952-15-2508-7. [12.10.2015]. Saatavilla: https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/6825/prosessien_mallintaminen.pdf?sequence=1.
- Metodix (2015). Konstruktiivinen tutkimusote [online]. [Viitattu 6.10.2015] Saatavilla World Wide Webistä: <https://metodix.wordpress.com/2014/05/19/lukka-konstruktiivinen-tutkimusote/>
- Miller, J.G. & T.E. Vollmann (1985). The hidden factory. *Harvard Business Review*. 63:5, 142–150.
- Moselhi, O. (2003). Estimating the cost of change orders. *Cost Engineering*. 45:8, 24–29.
- Neilimo K. & E. Uusi-Rauva (1999). *Johdon laskentatoimi*. 2. painos. Helsinki: Oy Edita Ab. 338 s.
- Neilimo, K. & E. Uusi-Rauva (2001). *Johdon laskentatoimi*. 3. painos. Helsinki: Oy Edita Ab. 312 s.
- Neilimo, K. & E. Uusi-Rauva (2002). *Johdon laskentatoimi*. 4. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

- Näsi, Salme (2006). *Laskentatoimi muutoksessa ja liiketoimintaosaamishaasteissa*. [verkkodokumentti]. [viitattu 9.11.2015]. Saatavissa: http://www.edu.fi/download/116235_liiketoimintaosaaminen_nasi.pdf
Oy.
- Pellinen, J. (2003). *Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu*. Helsinki: Talentum. 300 s. ISBN: 952-14-0616-X.
- Pellinen, Jukka (2006). *Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu*. 2. painos. Talentum. 319 s.
- Peltonen, A. (1998). *Tuottava tehdas*. [online] [viitattu 30.10.2015]. Saatavissa: <http://www.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html>.
- Peltonen, Hannu, Asko Martio & Reijo Sulonen (2002). *PDM Tuotetiedon hallinta*. Helsinki: Edita Publishing Oy. ISBN 951-826-664-6.
- Petersen, Thomas Ditlev (2007). *Product Configuration in ETO Companies*. Mass Customization Information Systems in Business. 59-76. Toim. Thorsten Blecker & Gerhard Friedrich. Hershey: Information Science Reference. ISBN 978-1-59904-039-4.
- Pike, R. H., M. E. Tayles & N. N. A. Mansor (2011). Activity-based costing user satisfaction and type of system: A research note. *The British Accounting Review*. 43:1, 65-72.
- Piller, Frank T. (2004a). Mass Customization: A short introduction and some myths of the concept. Teoksessa: *The First Finnish Mass Customization and Personalization (MPC) Forum*. Marko Mäkipää & Mikko Ruohonen. Tampere: Tampere University of Technology and University of Tampere. 90 s.
- Piller, Frank T. (2004b). Mass Customization: Reflections on the State of the Concept. *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems* [online] 16 [Viitattu 22.11.2015], 313-334.

- Pohl, Klaus (1997). Requirements Engineerin: An Overview. *Encyclopedia of Computer Science and Technology*. 36: 21. New York: Marcel Dekker.
- Puolitaival, Niina. (2013). *Tilausmuutosten ehkäiseminen ja niiden käsittelyn tehostaminen*. Vaasan yliopisto. Tuotantotalouden laitos. Pro gradu –tutkielma.
- Rajala, Tuija, Jari Tammi & Pentti Meklin (2008). *Kilpailutuksen näkyvät ja näkymättömät kustannukset*. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy. 172 s.
- Riistama, V. & E. Jyrkkiö (1995). *Operatiivinen laskentatoimi*. Helsinki: WSOY.
- Riistama, V. & E. Jyrkkiö (1996). *Operatiivinen laskentatoimi*. Helsinki: WSOY.
- Riley, D.R., B.E. Diller & D. Kerr (2005). Effects of delivery systems on change order size and frequency in mechanical construction. *Journal of Construction Engineering and Management*. 131: 953-962.
- Sakki, Jouni (2003). *Tilaus-toimitusketjun hallinta*. 6. painos. Espoo: Jouni Sakki.
- Sakki, Jouni (2009). *Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B – Vähemmällä enemmän*. Vantaa: Jouni Sakki Oy. 221 s.
- Schindehutte, M. & M. Morris (2001). Pricing as entrepreneurial behavior. *Business Horizons*. 44: 4, 41–48.
- Shamsuzzoha, AHM (2010). *Modular Product Development for Mass Customization* [online]. [Viitattu 27.10.2015] Saatavilla World Wide Webistä: <URL: http://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-297-7.pdf>.
- Siems, Florian & Dominik Walcher (2010). Modularity as a base for efficient life event cycle management. Teoksessa: *Handbook of Research in Mass Customization and Personalization*. Frank Piller & Mitchell Tseng. World Scientific Publishing Co. 263–274.
- Sipilä, J. (2003). *Palvelujen hinnoittelu*. Porvoo: WS Bookwell Oy. 501 s.

- Stenzel, C. & J. Stenzel (2003). *Essentials of Cost Management*. New Jersey: Wiley & Sons, Inc. Hoboken.
- Suomala P., O. Manninen & J. Lyly-Yrjänäinen (2011). *Laskentatoimi johtamisen tukena*. 1. painos. Helsinki: Edita Prima. 336 s.
- Tavcar, D. & J. Duhovnik (2005). Engineering change management in individual and mass production. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. 21: 205-215.
- Tiihonen, J., T. Soininen, T. Männistö & R. Sulonen (1996). *State-of-the-practice in product configuration – a survey of 10 cases in the Finnish industry* [online]. [Viitattu 27.10.2015] Saatavilla World Wide Webistä: <URL: http://reference.kfupm.edu.sa/content/s/t/state_of_the_practice_in_product_configuration_2409629.pdf>.
- Tiihonen, Juha & Timo Soininen (1997). *Product Configurators – Information System Support for Configurable Products* [online]. [Viitattu 27.10.2015] Saatavilla World Wide Webistä: <URL: <http://www.soberit.hut.fi/pdmg/config/celsart.pdf>>.
- Tiihonen, Juha (1999). *Kansallinen konfigurointikartoitus – asiakaskotainen muuntelu suomalaisessa teollisuudessa* [online]. [Viitattu 21.10.2015]. Saatavilla World Wide Webistä: <URL: <http://www.soberit.hut.fi/pdmg/papers/Tiih99Kan.pdf>>.
- Tu, Qiang, Mark A. Vonderembse & T. S. Ragu-Nathan (2001). The impact of time-based manufacturing practices on mass customization and value to customer. *Journal of Operations Management*. 19:2, 201–217.
- Turner, J. Rodney (2008). *The Handbook of Project-based Management: Leading Strategic Change in Organizations*. 3. painos. Mcgraw-hill. 452 s.
- Turney, P. B.B. (2002). *Toimintolaskenta: Avain tuottavampaan toimintaan*. Helsinki: WS Bookwell Oy.
- Turney, P.B.B. (1990). What is the Scope of Activity-Based-Costing? *Journal of Cost Management for the Manufacturing Industry*. 3:4, 40–42.

- Ulrich, K. T. & S. D. Eppinger (2008). *Product design and development*. Boston: McGraw-Hill. 368 s.
- Uskonen, Jukka & Antti Tenhiälä (2012). The price of responsiveness: Cost analysis of change orders in make-to-order manufacturing. *International Journal of Production Economics*. 135:1, 420-429.
- Vakkuri, Jarmo (2009). Teorioiden monet tulkinnat julkissektorin tehokkuudessa. Teoksessa: *Paras mahdollinen julkishallinto? Tehokkuuden monet tulkinnat*. Jarmo Vakkuri. Helsinki: Gaudeamus.
- Wang, B., F. Madani, X. Wang, L. Wang & C. White (2014). *Planning and Roadmapping Technological Innovations*. 274 s.
- Vehmanen, P. & K. Koskinen (1997). *Tehokas kustannushallinta*. Porvoo: WSOY.
- Wieggers, K. E. (2003). *Software requirements : practical techniques for gathering and managing requirements throughout the product development cycle*. 2. painos. Redmond: Microsoft Press. 517 s.
- Vollmann, Thomas E., William L. Berry, D. Clay Whybark & F. Robert Jacobs (2005). *Manufacturing Planning and Control Systems for Supply Chain Management*. 5. painos. New York: McGraw-Hill. 598 s.
- Wong, Chee Yew, Jan Stentoft Arlbjørn, Hans-Henrik Hvolby & John Johansen (2006). Assessing responsiveness of a volatile and seasonal supply chain: A case study. *International Journal of Production Economics* [online] 104 [1.10.2015], 709–721. Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/S0925527305000186/1-s2.0-S0925527305000186-main.pdf?_tid=e7351c88-683a-11e5-98ef-00000aacb35e&acdnat=1443703970_e39b599e802c11e5260df3381eb24df1
- Vrijhoef, R. & L. Koskela (2000). The four roles of supply chain management in construction. *European Journal of Purchasing & Supply Management*. 6: 169–178.

- Yassine, Ali A. (2015). An Introduction to Modeling and Analyzing Complex Product Development Processes Using the Design Structure Matrix (DSM) Method. *Product Development Research Laboratory*. 1-17.
- Yeh, Jinn-yi & Tai-hsi Wu (2005). Solutions for product configuration management: An empirical study. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*. 19:1, 39–47.