

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Konetekniikan osasto

Kati Sarinko

**ASIAKASKOHTAISESTI MUUNNELTAVIEN TUOTTEIDEN
MASSARÄÄTÄLÖINTI, KONFIGUROINTI JA MODULOINTI**

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten Espoossa 5.10.1999

Työn valvoja: Professori Kalevi Aaltonen

Työn ohjaaja: Tutkija, TkL Juha Tiihonen

TEKNILLINEN KORKEAKOULU**DIPLOMITYÖN TIIVISTELMÄ****Tekijä:** Kati Sarinko**Työn nimi:** ASIAKASKOHTAISESTI MUUNNELTAVIEN
TUOTTEIDEN MASSARÄÄTÄLÖINTI, KONFIGUROINTI JA
MODULOINTI**Päivämäärä:** 5.10.1999**Sivumäärä:** 87**Osasto:** Konetekniikan osasto**Professori:** Kon-15 Konepajatekniikka**Työn valvoja:** Professori Kalevi Aaltonen**Työn ohjaaja:** Tutkija, TkL Juha Tiihonen

Tässä työssä käsitellään asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden massaräätälöintiä, konfigurointia ja modulointia. Tavoitteena on selvittää massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin käsitteet ja keskeisimmät periaatteet aikaisemmin julkaistun tiedon perusteella ja esittää massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin välinen yhteys. Erillisessä esimerkkiprojektissa tarkastellaan KCI Konecranesin sähkösuunnittelun moduolointiperiaatetta.

Massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi ovat keinoja hallita asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteita kannattavasti. Konfigurointi on tehokas massaräätälöinnin toteutustapa ja modulaarinen tuotearkkitehtuuri mahdollistaa tuotteen jakamisen konfiguroitaviin osiin.

Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden tarjoaminen ei ole pelkästään tuotekehityksen, suunnittelun ja myynnin asia, vaan sen tulisi olla osana koko yrityksen toimintaa. Tietojärjestelmien vankka tuki on edellytyksenä toimintatavalle. Tulevaisuudessa tietojärjestelmät tulevat kehittymään asiakaskohtaisten tuotteiden hallinnassa.

KCI Konecranesin moduolointiperiaatteen tarkastelussa arvioidaan moduolointiperiaatteen moduuliryhmä- ja moduulijakoa, kannattaako moduolointiperiaatteen suunnittelu ja ylläpito sekä miten periaate suhtautuu tulevaisuuden muutoksiin.

Moduolointiperiaate tulisi määritellä ja dokumentoida hyvin. Periaatteen laajuus aiheuttaa ongelmia ylläpidolle. Ylläpitoon ja suunnitteluun menevä aika ei saa olla suurempi, kuin vanhalla tavalla suunniteltaessa. Moduloinnin kannattavuuteen vaikuttaa takaisinmaksuajan pituus sekä virheiden määrän väheneminen. Tulevaisuudessa muutoksia tulee aiheuttamaan tietojärjestelmien kehittyminen, uudet tuotteet tai uusien teknologioiden käyttöönotto.

Avainsanat: Massaräätälöinti, konfigurointi, modulointi, moduuli

HELSINKI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**ABSTRACT OF THE MASTER'S THESIS****Author:** Kati Sarinko**Title of the thesis:** MASS CUSTOMIZATION, CONFIGURATION AND MODULARIZATION OF CUSTOMER SPECIFIC PRODUCTS**Date:** 5.10.1999**Number of pages:** 87**Department:** Department of Mechanical Engineering**Professorship:** Kon-15 Production Engineering**Supervisor:** Professor Kalevi Aaltonen**Instructor:** Juha Tiihonen

This master's thesis investigates mass customization, configuration and modularization of customer specific products. The goal was to clarify the principles of mass customization, configuration and modularization and to detail the connection between these issues. A case study considers the modularization of electrical design of KCI Konecranes.

Mass customization, configuration and modularization are means to manage customer specific products cost effectively. Configuration is an effective method of implementation of mass customization. Modular product architecture enables configuration by making it possible to create customer specific product individuals by combining modules.

Offering of customer specific product effects all processes in the enterprise. IT infrastructure is acting as a backbone to this approach. The next generations of IT systems will have improved support of customer specific products.

The goals of the KCI Konecranes case study were to assess the appropriateness of the KCI's modularization principle, and to evaluate its cost-effectiveness considering its design and maintenance effort and direct savings in customer specific design. An additional objective was to analyze how these principles could be adapted to upcoming changes.

It is important to define and document the principle of modularization. The extent of the principle at KCI Konecranes creates maintenance problems. The time required by the design, maintenance and application of the modular system must not exceed the time required by designing in the traditional way. The profitability of modularization depends on the period of repayment and reduction of errors. In the near future changes will be made due to development of IT systems, new products and the implementation of new technology.

Keywords: Mass Customization, configuration, modularization, module

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Teknillisen korkeakoulun TAI tutkimuslaitoksen PDM-ryhmässä. Työn valvojana on toiminut professori Kalevi Aaltonen ja ohjaajana tutkija, tekniikan lisensiaatti Juha Tiihonen. Työn aihe liittyy TEKESin rahoittamaan KONSTA projektiin.

Haluan kiittää Kalevi Aaltosta, Juha Tiihosta, Hannu Jyväsjärveä sekä TAI tutkimuslaitoksen PDM-ryhmän henkilöitä hyvistä neuvoista ja vilpittömästä kannustuksesta työn tekemisen eri vaiheiden aikana.

Kiitos aviomiehelleni Pasille kärsivällisyydestä sekä tuesta, jota olen opintojeni loppuunsaattamisessa saanut.

Kirkkonummella 5.10.1999

Kati Sarinko

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1	JOHDANTO	8
1.1	Lähtökohdat työlle	8
1.2	Teoriaosan ja analyysikappaleen tavoitteet	8
1.3	Esimerkkiprojekti ja sen tavoitteet	9
1.3.1	Yritysesittely	9
1.3.2	KONSTA	11
1.4	Työn rakenne	12
2	MASSARÄÄTÄLÖINTI, KONFIGUROINTI JA MODULOINTI.....	13
2.1	MASSARÄÄTÄLÖINTI.....	13
2.1.1	Keskeiset periaatteet ja sisältö	13
2.1.2	Edellytykset ja vaatimukset massaräätälöinnille.....	14
2.1.3	Siirtyminen massaräätälöintiin	15
2.1.4	Tuotteiden ja palvelujen massaräätälöinti.....	16
2.1.5	Massaräätälöinnin hyödyt ja haitat.....	22
2.2	KONFIGUROINTI	23
2.2.1	Konfiguroitavan tuotteen määrittely	24
2.2.2	Sytä asiakasmuunteluun	25
2.2.3	Konfigurointimallit	26
2.2.4	Prosessit.....	27
2.2.5	Konfiguraattorit	29
2.2.6	Konfiguroitavan tuotteen etuja ja ongelmia.....	31
2.3	MODULOINTI.....	32
2.3.1	Sytä modulointiin.....	33

2.3.2	Moduulityyppejä.....	34
2.3.3	Modulaarisuuden tyyppinä.....	36
2.3.4	Edellytykset moduloinnille	38
2.3.5	Moduloinnin toteuttaminen	39
2.3.6	Modulaarisen tuoterakenteen vaikutukset.....	45
3	MASSARÄÄTÄLÖINNIN, KONFIGUROINNIN JA MODULOINNIN ANALYYSINTI	47
3.1	Kommentteja teoriaosuuteen.....	47
3.1.1	Massaräätälöinti.....	47
3.1.2	Konfigurointi.....	48
3.1.3	Modulointi	52
3.2	Massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin välinen yhteys	54
3.2.1	Konfigurointi osana massaräätälöintiä.....	55
3.2.2	Modulointi osana konfigurointia	58
3.2.3	Modulointi osana massaräätälöintiä	59
3.3	Asiakas	59
3.3.1	Lähtökohtana asiakasnäkökulma	59
3.3.2	Asiakaskohtaisuuden tärkeyden merkitys	60
3.3.3	Asiakaskohtaisuus osana koko yritystä	61
3.4	Asiakaskohtaisuuden kannattavuuden arviointi	62
3.5	Tietojärjestelmien tarjoama tuki	64
3.6	Johtopäätökset ja suositukset	66
4	ESIMERKKIPROJEKTI: KCI Konecranesin modulointiperiaatteen tarkastelu	68
4.1	Projektin sisältö	68
4.1.1	Lähtötilanne	69
4.1.2	KCI:n sähkösuunnittelua tukevat tietojärjestelmät	70
4.2	KCI:n tavoitteet modulointiperiaatteelle	70
4.3	KCI:n modulointiperiaatteen tarkastelu	71
4.3.1	Modulointiperiaatteen moduuliryhmä- ja moduulijaon arviointi. 71	
4.3.2	Kannattaako modulointiperiaatteen suunnitteleminen ja ylläpito 77	
4.3.3	Modulointiperiaatteen suhtautuminen tulevaisuuden muutoksiin80	

5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	83
6	YHTEENVETO.....	86
	LÄHDELUETTELO	88

1 JOHDANTO

1.1 Lähtökohdat työlle

Yhdeksänkymmentäluvulla yritysten välinen kasvava kilpailu on saanut monet yritykset miettimään kehittämiskeinoja, joiden avulla voidaan vastata kilpailuun ja tarjota asiakkaille heidän tarpeiden mukaisia tuotteita ja palveluja kustannuksia kuitenkaan nostamatta.

Yrityksissä on viime vuosina alettu tiedostaa asiakkaan ja asiakassuhteen säilyttämisen tärkeys ja merkitys kannattavuudelle. Yritykset haluavat palvella asiakkaitaan paremmin ja tarjota tuotteita, joita asiakaskunta haluaa. Useilla aloilla on viime vuosina siirrytty tarjoamaan asiakaskohtaisesti muunneltavia tuotteita ja palveluita. Huonosti hallittuna asiakaskohtaisesti muunneltavia tuotteita tarjoamalla voidaan kuitenkin menettää kilpailuetu korkeiden hintojen ja pitkien toimitusaikojen myötä. Tämän takia yritykset ovat kiinnostuneet tarjoamaan asiakaskohtaisia tuotteita kannattavasti. Massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi ovat keinoja tarjota kannattavasti asiakaskohtaisia tuotteita.

1.2 Teoriaosan ja analyysikappaleen tavoitteet

Tavoitteena työn teoriaosuudessa eli kappaleessa 2 on selvittää massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin käsitteet ja niiden keskeisimmät periaatteet aikaisemmin julkaistun tiedon perusteella. Pääpaino teoriaosuudessa on tarkastella yrityksen toimintatavan muutosta tuotekehityksen ja markkinoinnin kannalta ja selvittää asiakaskohtaisesti muunneltaviin tuotteisiin siirtymisen etuja ja haittoja eri toimintamalleilla.

Analyysikappaleessa (kappale 3) esitetään massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin välinen yhteys ja tarkastellaan asiakaskohtaisuuden merkitystä yritykselle, arvioidaan asiakaskohtaisuuden kannattavuutta sekä määritellään asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden tarjontaan vaikuttavia tekijöitä.

1.3 Esimerkkiprojekti ja sen tavoitteet

Esimerkkiprojektissa on tarkoituksena tutustua KCI Konecranesin nostureiden sähkötekniisten osien moduulointiperiaatteeseen ja tutkia sen soveltuvuutta tulevaisuuden haasteisiin. Moduulointiperiaatetta on tarkoitus tarkastella kolmen eri aihepiirin suhteen; tarkastellaan moduulointiperiaatteen moduuliryhmä- ja moduulijakoa, kannattaako moduulointiperiaatteen suunnitteleminen ja ylläpito ja kuinka moduulointiperiaate suhtautuu tuleviin muutoksiin. Tarkastelu suoritetaan yleisellä tasolla ja lähinnä pyritään esittämään tärkeimpiä tekijöitä, joita tulee ottaa huomioon ja jotka vaikuttavat oleellisesti valittuun moduulointiperiaatteeseen.

Esimerkkiprojektin alussa selvitetään lähtökohdat ja syyt, miksi KCI:lla on lähdetty toteuttamaan modulaarista tuoterakennetta ja tavoitteet, joihin moduloinnilla pyritään.

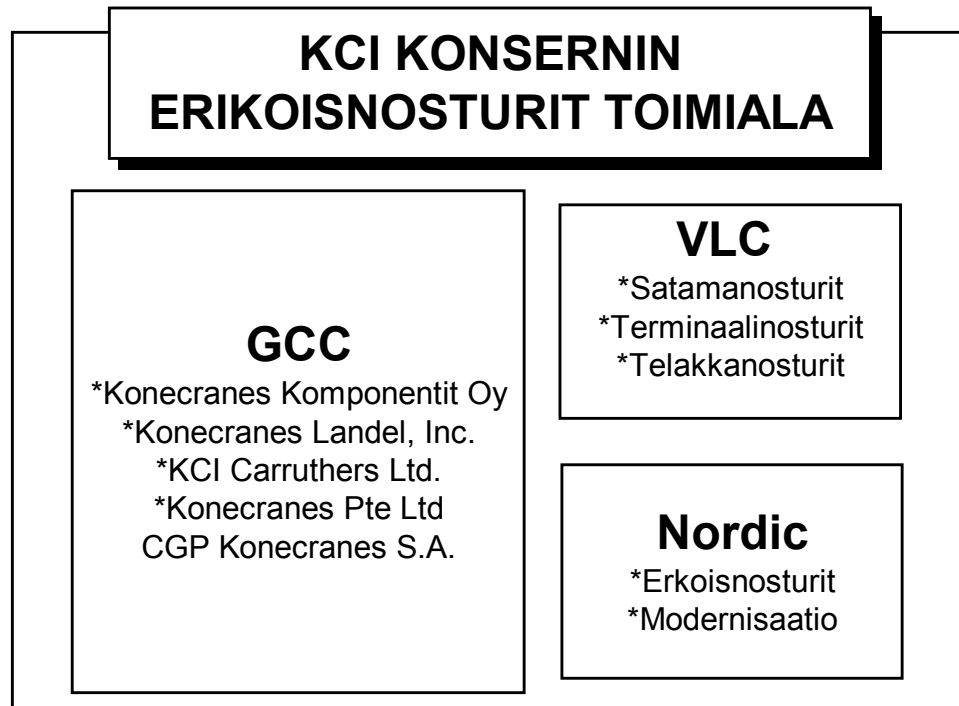
Työmenetelmänä on tiimityö TAI tutkimuslaitoksen, TTKK:n Koneensuunnittelun ja KCI:n välillä. Projektissa on mukana TAI:lta itseni lisäksi tutkija Juha Tiuhonen ja TTKK:lta tutkija Antti Pulkkinen. KCI:lta vastuuhenkilönä ja projektin toteuttajana on sähkösuunnittelija Hannu Jyväsjärvi.

1.3.1 Yritysesittely

KCI Konecranes on maailman johtava nostureiden kunnossapitopalveluiden tuottaja sekä raskaiden prosessinostureiden valmistaja. Standardinostureiden ja komponenttien valmistajana KCI on yksi suurimmista. Lisäksi KCI toimittaa erilaisia erikoisnostureita, kuten telakkanostureita.

KCI yhtiön toiminta on jaettu liiketoiminta-alueisiin: kunnossapitopalvelut, standardinosturit ja erikoisnosturit. KCI:lla on vahva markkina-asema eri alojen nostolaitteiden toimittajana ja myös maantieteellisesti tasaisesti jakautuneet markkinat. Tämä takaa kysynnän tasaisuuden eri alojen tai maiden suhdannevaihteluista huolimatta.

Tässä työssä tarkoituksena on perehtyä Konecranes Komponentit Oy:n moduolointiperiaatteeseen. Konecranes Komponentit kuuluu osana KCI Konecranesin erikoisnosturit toimialaan ja sen sisällä toimivaan Global Grane Company (GCC) yrityksiin. GCC:n yritykset muodostavat maailmanlaajuisen yritysverkon. Konecranes Komponentit toimittaa komponentteja ja suunnittelua tai kokonaisnostureita GCC:n sekä muille KCI:n yrityksille. Muut GCC:n yritykset ovat Konecranes Landel Yhdysvalloista, KCI Carruthers Iso-Britanniasta, Konecranes Pte Singaporesta ja CGB Konecranes Ranskasta. Lisäksi Konecranes Komponentit toimittaa muille erikoisnosturit toimialan yrityksille komponentteja. Konecranes Komponenttien toimituksista n. 30% on suoramyyntiä suoraan asiakkaille ilman GCC:n tytäryrityksiä. Kuvassa 1 on esitetty erikoisnosturit toimialan yritykset ja Konecranes Komponentit Oy:n kuuluminen GCC yrityksiin.



Kuva 1. Konecranes Komponentit Oy:n asema KCI konsernin erikoisnosturit toimialalla.

Vuonna 1998 yhtymän liikevaihto oli 3.549,8 miljoonaa markkaa, josta 90,8% kertyi ulkomailta. Erikoisnosturit toimialan osuus liikevaihdosta oli n. 30% eli noin miljardi markkaa. Konecranes Komponenttien liikevaihto oli vuonna 1998 300 miljoonaa. KCI yhtymällä oli 4.052 työntekijää 34 maassa eri puolilla maailmaa. Yhtymän pääkonttori sijaitsee Hyvinkäällä.

1.3.2 KONSTA

KCI Konecranesin modulointiprojekti liitty osana TEKESin rahoittaman RAPID-teknologiaohjelman KONSTA hankkeeseen. KONSTA hankkeessa mukana olevia yrityksiä on KCI:n lisäksi Tamrock, Tunturipyörä ja Kaso.

Hankkeen tutkimusosapuolet ovat Teknillisen korkeakoulun TAI tutkimuslaitos ja Tampereen teknillisen korkeakoulun Koneensuunnittelu.

KONSTAn tarkoituksena on kehittää suunnittelumetodiikkaa konfigurointimyönteisemmäksi (Design For Configuration, DFC) ja lisätä yrityksen konfigurointitietämystä suunnitella konfiguroituvia tuotteita.

1.4 Työn rakenne

Työ käsittää alussa olevan johdannon jälkeen teoriaosuuden, analyysikappaleen ja esimerkkiprojektiosuuden. Näiden jälkeen tulee esimerkkiprojektikappaleeseen liittyvät johtopäätökset ja suositukset sekä koko työn yhteenveto. Analyysikappaleessa on lopussa siihen liittyvät johtopäätökset. Teoriaosuuksessa esitetään eri henkilöiden näkemyksiä massaräätälöinnistä, konfiguroinnista ja moduloinnista. Analyysikappaleessa otetaan kantaa massaräätälöintiin, konfigurointiin ja modulointiin sekä pohditaan näiden välistä yhteyttä. Esimerkkiprojektiosuudessa arvioidaan KCI:n modulantiperiaatetta ja siihen liittyviä tekijöitä.

2 MASSARÄÄTÄLÖINTI, KONFIGUROINTI JA MODULOINTI

2.1 MASSARÄÄTÄLÖINTI

Massaräätälöinti käsitteen luoja pidetään amerikkalaista B. Joseph Pine:a, joka kirjassaan *Mass Customization* käsittelee massaräätälöintiä ja sen merkitystä teollisuudelle. Tässä kappaleessa on pääosin käytetty lähteenä Pinen kirjaa [Pine93], muihin lähteisiin viitatus tekstit on merkitty kunkin asiakohdan jälkeen hakasulkeissa.

2.1.1 Keskeiset periaatteet ja sisältö

Massaräätälöinnin (*Mass Customization*) keskeisin tavoite on kehittää, valmistaa, markkinoida ja toimittaa kohtuuhintaisia varioituvia tuotteita ja palveluita, jotka täyttävät lähes kaikkien asiakkaiden tarpeet. Asiakkaiden tarpeisiin pyritään reagoimaan kattavammalla tuotevalikoimalla ja tilaus-toimitusprosessin nopeudella. Massaräätälöityjen tuotteiden avulla pystytään vastaamaan asiakkaiden vaatimuksiin ja siten saavuttaa korkeammat myyntiluvut pienemmillä yksikkökustannuksilla.

Massaräätälöinti vaikuttaa koko yrityksen toimintatapaan. Tuotekehityksessä pyritään pienempiin kokonaisuuksiin perustuvaan jatkuvaan kehittämiseen. Tuotannossa massaräätälöinti mahdollistaa kokonaistehokkuuden kasvattamisen joustavien valmistusprosessien, yleiskäyttöisten koneiden, monitaitoisen työvoiman sekä tilausohjattavuuden ansioista. Tiedonkulun tulee olla vapaata koko organisaatiossa ja tiedon tulee olla hyvin löydettävissä. Työtä tehdään poikkitoiminnollisissa ryhmissä ja työryhmät ovat itseohjautuvia.

Johtamisperusteena käytetään yleensä TBM (*Time Based Management*) menetelmää. Aika on massaräätälöinnin tärkeä mittari. Lyhentämällä kaikkea yrityksessä kuluva aikaa, pystytään nopeammin vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin. Prosessin tehokkuutta parannetaan poistamalla tuhlausta kuten ylituotantoa, odotusta, kuljetusta, turhaa työtä sekä varastointia.

Massaräätälöinnistä poikkeava toimintatapa on massatuotanto, jonka päätarkoituksena on tarjota asiakkaille tuotteita ja palveluja edullisilla hinnoilla. Massatuotannossa kysyntä on yleensä tasaista ja mahdollisia kysynnän vaihteluita tasataan tarpeen mukaan varastoilla. Tuotteiden elinkaaret sekä tuotekehitysjaksot ovat pitkiä. Pienet markkinat hylätään kannattavuuden säilyttämiseksi. Massatuotanto ei pysty toimimaan joustavasti ja vastaamaan markkinoiden nopeasti muuttuviin vaatimuksiin. Tämän takia on kehitetty massaräätälöinti auttamaan markkinoiden epähomogeenisuuden hallintaa kannattavasti.

2.1.2 Edellytykset ja vaatimukset massaräätälöinnille

Massaräätälöintiin siirtymiseen on ollut syynä yritysten kasvanut keskeinen kilpailu ja halu tarjota asiakkaille heidän tarpeensa tyydyttäviä tuotteita massatuotantotuotteen hintaan. Markkinaosuuden säilyttämiseksi tai kasvattamiseksi tulee olla valmis vastaamaan asiakkaiden kasvaviin ja nopeasti muuttuviin vaatimuksiin. Tuote tulee olla räätälöitävissä nimenomaan asiakkaan näkökulmasta katsottuna.

Valmistusteknologian tulee koostua pysyvistä ja joustavista prosesseista. JIT (Just In Time) tuotantomalli sopii hyvin massaräätälöintiajatteluun. JIT mallin tarkoituksena on tehdä juuri oikeaan aikaan ja vähentää siten varastointikustannuksia ja eliminoida pois turhaa työtä. Tuotetta tulee valmistaa tilauksesta eikä varastoon. Yhdellä tuotantojärjestelmällä pitää olla mahdollista valmistaa useita erilaisia tuotteita ja niiden variaatioita. Lyhyet asetusajat mahdollistavat nopean vaihdon eri tuotteiden valmistuksesta toiseen ja lyhentävät kokonaisläpimenoaika. Läpimenoajan lyhentäminen on yksi tärkeä kilpailutekijä.

Massaräätälöinnissä läpimenoaika on pyritty lyhentämään kohdistamalla huomio tuotesuunnitteluun. Suurimmat kustannukset ja läpäisyajan pituus määräytyvät tuotesuunnitteluvaiheessa. Silloin määritellään mm. valmistusmenetelmät, konstruktiorakenne ja käytettävät materiaalit. Tuotekehitys alkaa asiakkaiden tarpeiden huomioimisesta ja niiden soveltamisesta tuotteen teknisiksi ratkaisuihin.

Organisaation tiedonkulun tulee olla nopeaa ja virheetöntä. Hyvällä organisaatioiden välisellä tiedonkululla ja poikkitoiminnallisuudella saavutetaan ongelmien ja hyväksi havaittujen toimintatapojen tiedostaminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja pystytään nopeasti reagoimaan asiakkaiden muuttuviin vaatimuksiin. Organisaatiokulttuurilla on suuri merkitys uusien metodien käyttöönotolle. Asenteet ja muutoshalukkuus ovat tärkeitä tekijöitä toimintatavan muutosprosessin onnistumisen kannalta.

Voidaan sanoa, että massaräätälöinti tarvitsee tuotannon ja liiketoimintastrategian liittäminen yrityksen IT (Information Technology) – teknologiaan. IT-teknologian avulla yrityksen tiedonkulku paikasta toiseen on nopeaa ja virheettömämpää. Tiedon hakeminen ja käsittely tarvittaessa onnistuu ilman asianomaisten henkilöiden tukea.[Burk94]

2.1.3 Siirtyminen massaräätälöintiin

Kilpailutilanteessa yritysten on vaikeaa kilpailla vanhoilla toimintatavoilla. Vaikka yritys keskittyisikin parhaiden markkinasegmenttiensä hallintaan, on vain ajan kysymys, koska asiakkaat siirtyvät kilpailijoille. Asiakkaiden tarpeet kasvavat ja muuttuvat koko ajan, joten yrityksen täytyy jatkuvasti kehittää toimintaansa. Yritysten tulee lyhentää tuotteiden tuotekehitysaikoja ja saada tuotteet nopeammin markkinoille. Massaräätälöintiin voidaan siirtyä vähitellen pitkällä aikavälillä, nopeasti yrityksen strategiamuutoksen yhteydessä tai luomalla täysin uusi liiketoiminta-alue.

Muutos vähitellen soveltuu yrityksille, joiden markkinatilanne on rauhallinen ja nykyisellä toimintatavalla tullaan vielä toimeen. Muutosprosessi alkaa pieninä yksittäisinä muutoksina ja näistä koostuu lopulta suurempia muutostokokonaisuuksia. Ongelmia ratkaistaan yksi kerrallaan päämääränä palvella asiakkaita paremmin. Vähittäisen muutoksen aikana ihmiset oppivat ymmärtämään muutoksen tuomia etuja ja vaatimaan lisää uudelta toimintatavalta.

Nopea muutos on yleensä pakonomainen tarve muuttaa toimintatapaa. Syitä voi olla kilpailijoiden etumatka tai tuotteen markkinoiden epävakaisuus. Yleensä nopean muutoksen läpikäyneet yritykset ovat käyneet niin pohjalla,

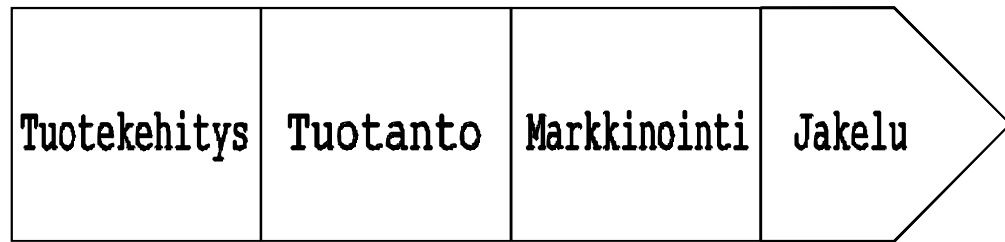
ettei muuta vaihtoehtoa ole ollut. Tällöin henkilöstön on helpompi hyväksyä muutos. Joka tapauksessa nopeaan muutokseen tarvitaan yrityksen korkeamman johdon vankka tuki.

Kolmas keino siirtyä massaräätälöintiin on luoda täysin uusi liiketoiminta. Tämä on varsinkin teknologiapainotteisilla aloilla usein käytetty vaihtoehto. Liiketoimintaprosessi voidaan suunnitella alusta alkaen massaräätälöinti huomioiden. Näin ollen aikaisempia rasitteita massatuotannosta ja organisaation jäykkyydestä ei ole esteinä.

Massaräätälöinti on jatkuva prosessi ja koko ajan tulee olla selvillä asiakkaiden tarpeista ja kannustaa asiakkaita vaatimaan vielä yksilöllisempiä tuotteita ja palveluja. On myös tärkeää antaa yritysten työntekijöille näkemys vallitsevasta kilpailutilanteesta ja johdon tulee tarkoin perustella muutoksen välttämättömyys. Yritysjohdon on määriteltävä visio muutoksen määrästä ja suunnasta. Yrityksen valitsemalla strategialla päätetään miten massaräätälöintiin siirtymisessä edetään.

2.1.4 Tuotteiden ja palvelujen massaräätälöinti

Massaräätälöinnin vision ja strategianvalintojen jälkeen tulee selvittää, millä keinoin voidaan tuottaa asiakaskohtaisia tuotteita ja palveluja kohtuulliseen hintaan. Massaräätälöintiä voidaan toteuttaa viidellä eri tavalla ja niillä kaikilla on toisistaan poikkeava vaikutus yrityksen toimintatapaan. Kuvassa 2 on esitetty yrityksen avaintoiminnot, joihin massaräätälöintiin siirtyminen vaikuttaa.



Kuva 2. Organisaation arvoketju.

Viisi perustapaa tarjota asiakkaille räätälöityjä tuotteita ovat

- palvelujen räätälöinti standardituotteiden ympärillä
- asiakkaan itse räätälöitävissä olevien tuotteiden ja palveluiden kehittäminen
- räätälöinti toimitushetkellä
- koko arvoketjun nopea reagointi
- komponenttien modulointi.

Mikään näistä tavoista ei ole täysin yksiselitteinen ja jotkut menevät tarkoituksiperiaatteiltaan hieman päällekkäin. Käytäntö on osoittanut, että useampia tapoja yhdistelemällä saavutetaan paras tulos. Lista alkaa helpoimmasta tavasta siirtyä massaräätälöintiin ja jatkuu seuraaviin tapoihin, jotka vaativat yleensä suurempia toimintatavan muutoksia.

Palvelujen räätälöinti standardituotteen ympärillä

Helpoin tapa tarjota räätälöintiä asiakkaalle on tarjota asiakaskohtaisia palveluja standardituotteen tai palvelun lisänä. Tämä vaatii panostusta markkinoinnilta ja jakeluvaiheelta. Arvoketjun alkupäähän eli tuotekehitysvaiheeseen ja tuotantoon ei tule muutoksia. Markkinoinnissa ja tilausvaiheessa asiakkaalle tarjotaan

joitakin lisävarusteita tai palveluja, jotka tuottavat lisäarvoa asiakkaalle. Näin ollen asiakas yleensä on valmis maksamaan tuotteesta enemmän. Esimerkkinä standarditietokoneen huolto- ja neuvontapalvelu. Asiakas ei enää osta itse tuotetta, vaan hänen ostopäätökseen vaikuttaa myös tuotteen mukana saatavilla olevat lisäpalvelut tai –varusteet. On tärkeää tarjota lisäominaisuuksia, jotka asiakas todella kokee merkittäviksi. Kuvassa 3 on esitetty miten palvelujen räätälöinti standardituotteiden ympärillä vaikuttaa arvoketjussa markkinointiin ja jakeluun.



Kuva 3. Tuotteiden ja palvelujen tarjoaminen standardisoitujen tuotteiden ympärillä vaikuttaa markkinointiin ja jakeluun.

Asiakkaan itse räätälöitävissä olevien tuotteiden ja palvelujen kehittäminen

Toinen tapa on tarjota asiakkaalle tuotetta, jota asiakas voi käytön yhteydessä muunnella itselleen sopivaksi. Esimerkkinä toimistotuoli, jonka kädensijoja ja istuinkorkeutta voidaan säädellä käyttäjäkohtaisesti. Tämä menetelmä vaatii panostusta tuotekehitykseltä ja markkinoinnilta. Tuotanto pysyy entisen kaltaisena. Periaatteena räätälöinnille on määritellä tuotteen tärkeimmät ominaisuudet asiakkaan näkökulmasta ja suunnitella tuotteen rakenne siten, että ominaisuuksia voidaan käytössä muunnella. Markkinoinnin tehtävänä on markkinoida räätälöitävä tuote asiakkaille. Itse räätälöitävissä oleva tuote saattaa aluksi aiheuttaa vastarintaa asiakkaiden keskuudessa. Varsinkin jos he aikaisemmin ovat tottuneet valmiiseen räätälöintiin. Tämän takia tuleekin varmistaa, että räätälöintimekanismi on toimiva ja todella tuottaa lisäarvoa asiakkaalle. Menetelmää voidaan kutsua myös 'itsepalveluräätälöinniksi'. Kuvassa 4 on esitetty räätälöintimenetelmän merkitys yrityksen toiminnalle.



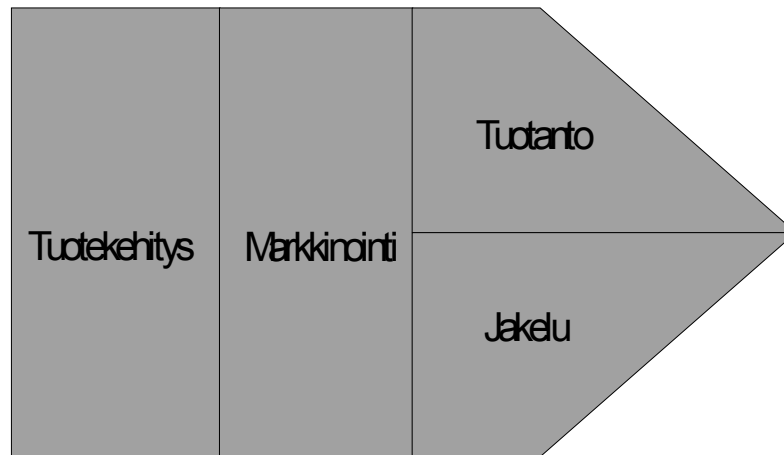
Kuva 4. Asiakkaan itse räätälöitävissä olevien tuotteiden ja palvelujen kehittäminen vaikuttaa tuotekehitykseen ja markkinointiin.

Räätälöinti toimitushetkellä

Toimitushetkellä räätälöivät tuotteet perustuvat tiettyyn perusyksikköön ja siihen tilaus- tai toimitushetkellä lisättäviin asiakaskohtaisiin yksiköihin. Standardiosia voidaan valmistaa etukäteen ja lisäominaisuuksia voidaan valmistaa myyntihetkellä tai ennusteella varastoon. Esimerkkinä myyntihetkellä räätälöitävästä tuotteesta on keilapallo, jonka sormenreiät porataan asiakkaalle sopiviksi toimitushetkellä. Kuvassa 5 esitetään toimitushetkellä räätälöinnin vaikutus yrityksen toimintatapaan. Perusosan tuotanto toimii normaalisti ja asiakaskohtaisen osan tuotanto tapahtuu ostotapahtuman jälkeen.



Kuva 5. Räätälöinti toimitushetkellä lisää asiakaskohtaisen yksikön tuotantovaiheen viimeiseksi vaiheeksi.



Kuva 6. Koko tuotannon siirtäminen asiakkaan luokse muuttaa arvoketjua.

Jos koko tuotanto halutaan siirtää asiakkaan luokse, vaatii se yritykseltä suuria toimintatavan muutoksia. Tuotanto ja jakelu täytyy yhdistää. Tuotekehityksen tulee suunnitella nopeasti valmistettavissa olevia varioituvia tuotteita. Tuotanto tulee perustua aikaisemmin jo mainittuun JIT periaatteeseen. Kuvassa 6 esitetään malli, joka kuvaa muutokset ja vaikutukset toimintatapaan, jos koko tuotanto siirretään asiakkaan luokse. Tällöin asiakkaalle räätälöidään toimitushetkellä tuote ja se valmistetaan kokonaan asiakkaan luona.

Koko arvoketjun nopea reagointi asiakastarpeisiin

Koko yrityksen tilaus-toimitusprosessin kiertoaikoja nopeuttamalla mahdollistetaan tilausohjautuva tuotanto. Yrityksen tilaus-toimitusprosessin nopeammalla reagoinnilla pystytään toimittamaan asiakkaalle hänen haluamansa tuotteen. Tähän päästään nopeilla viestintäkeinoilla, yhteisillä tietokannoilla ja poikkitoiminnallisuudella. Työskentelyaikojen minimointi ja esteetön tiedonkulku mahdollistavat tilaus-toimitusketjun mukautumisen muutoksiin. Esimerkiksi sesonkituotetta valmistava yritys pystyy nopeasti mukauttamaan tuotantoa menekkituotteiden mukaisiksi.

Nopeaan reagointiin päästäkseen yrityksen tavallisesti tulee suunnitella liiketoimintaprosessit uudelleen. Tällöin on hyvä verrata omien prosessien tilaa muutamiin hyvin toimiviin yrityksiin (benchmarking).

Kuvasta 7 nähdään, että koko yrityksen nopea reagointi vaikuttaa kaikkiin arvoketjun vaiheisiin.



Kuva 7. Nopea reagointi vaikuttaa jokaiseen arvoketjun vaiheeseen.

Komponenttien modulointi räätälöityjen lopputuotteiden aikaansaamiseksi

Tuote voidaan jakaa komponentteihin tai komponenttiryhmisiin, joiden avulla voidaan koota asiakaskohtaisia lopputuotteita. Räätälöinti tapahtuu loppukokoonpanossa yhdistelemällä komponentit tai moduulit tuoteyksilöiksi. Tarkoituksena on minimoida kustannuksia hyödyntämällä suurtuotannon etuja ja maksimoimalla yksilöllinen räätälöinti. Komponenttien käyttö selkeyttää myös tuotekehitystä ja nopeuttaa yrityksen reagoitinopeutta.

Tuote tulee jakaa komponentteihin ainoastaan asiakkaalle tärkeiden ominaisuuksien perusteella. Komponenttijaattelussa on tärkeää varmistaa, ettei muunneltavista tuotteista tule liian samankaltaisia keskenään. Joskus eri komponenteista muodostuvat tuotteet ovat asiakkaan näkökulmasta ja toiminnoiltaan niin samankaltaisia, ettei asiakas koe saavansa valinnanmahdollisuudesta mitään hyötyä itselleen. Modulointi vaikuttaa jokaiseen arvoketjun vaiheeseen (kuva 8).



Kuva 8. Modulointi vaikuttaa koko yrityksen toimintatapaan.

2.1.5 Massaräätelöinnin hyödyt ja haitat

Massaräätälöinti mahdollistaa asiakastarpeiden tyydyttämisen tuotevariaatioilla ilman kustannusten kasvua. Vaikka tuoteyksilöt ovat toisistaan poikkeavia perustuvat tilaus-toimitusketjun prosessit pysyviin prosesseihin. Valmistuskustannuksia voidaan vähentää prosessien pysyvyyden ja tehokkuuden ansiosta. Lyhentynyt läpimenoaika vähentää varastoon sitoutunutta pääomaa ja samalla lisää myyntiä. Myynti lisääntyy koska voidaan lyhyemmässä ajassa toimittaa asiakkaille tuotteita. Asiakkaat arvostavat varioituvuutta ja ovat valmiita jopa maksamaan tuotteesta enemmän. Tosin tuotteen varioituvuus tulee selkeästi olla määriteltä asiakkaiden tarpeista.

Tärkein etu saavutetaan kuitenkin kasvaneesta kyvystä vastata asiakastarpeisiin nopeasti ja edullisesti. Tämä mahdollistaa markkinaosuuden kasvattamisen. Yrityksellä on mahdollisuus keskittyä yhteen asiakkaaseen kerrallaan. Jatkuvan tuotekehityksen ansiosta tuotteet elävät markkinoiden vaatimusten mukaan nopealla reagointiajalla. Yrityksen toimintatavan muutoksen jälkeen vastuuta on siirretty alemmille tasoille, joka motivoi työntekijöitä.

Massaräätälöinti ei kuitenkaan ole täysin riskitöntä. Rajoitukset ja mahdolliset vaarat on syytä selvittää ennen toimintatavan muutosta. Tarkan analyysin jälkeen on helpompi tunnistaa ongelmakohdat ja tarttua ongelmiin jo varhaisessa vaiheessa. Tärkeää on määritellä liiketoiminta siten, että massaräätelöinnillä voidaan saavuttaa merkittäviä etuja kilpailijoihin nähden. Mahdollisia ongelmanaiheuttajia on esimerkiksi tuotteissa tapahtuvat suuret teknologiset muutokset tai asiakkaiden vastareaktiot.

Tuotteissa tapahtuvia teknologisia muutoksia on esimerkiksi se, jos markkinoille tulee jokin dominoiva tuote, joka sopii kaikille. Tällöin räätälöinti on tarpeetonta.

Asiakkaiden vastareaktiot saattavat syntyä liian nopeista tuoteuudistuksista, jotka aiheuttavat aikaisempien tuotteiden nopean vanhenemisen tai silloin, kun tuotteilla on paljon turhia ominaisuuksia, jotka eivät anna lisäarvoa asiakkaalle. Keinona yrityksillä vastareaktioihin on pitää saatavilla vanhoihin malleihin varaosia ja lisätarvikkeita tai sovittaa vanhoja malleja yhteen uusien kanssa.

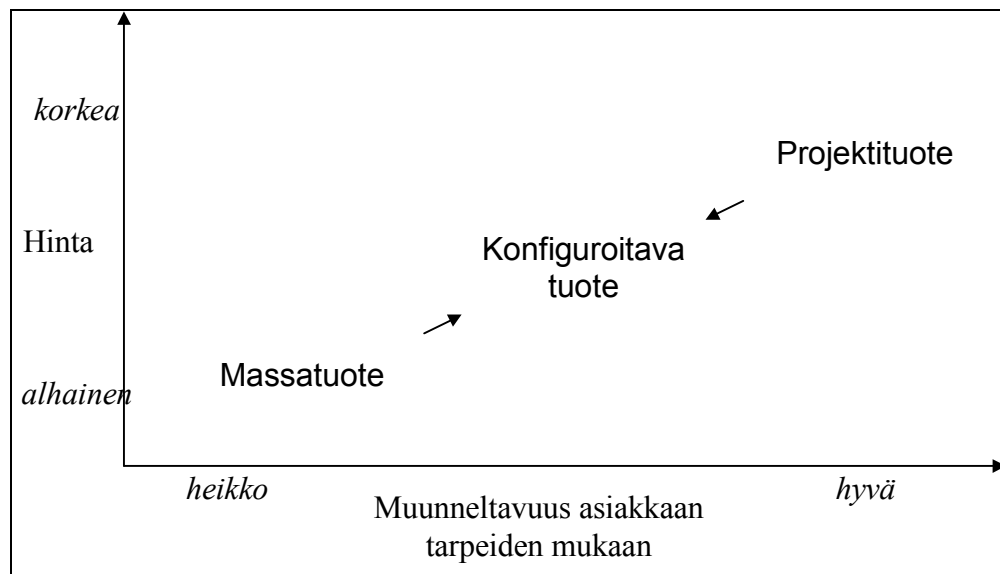
2.2 KONFIGUROINTI

Konfiguroinnin tavoitteena on parantaa kykyä vastata tehokkaasti asiakkaiden nopeasti muuttuviin vaatimuksiin. Konfiguroinnin (configuration) tuloksena syntyy asiakaskohtaisia tuoteyksilöitä. Konfiguroinnissa asiakas voi tilausvaiheessa valita toiveidensa mukaisia toimintoja. Näiden lähtöarvojen perusteella yritys valmistaa ja toimittaa asiakaskohtaisen tuotteen.

Yritykset voivat siirtyä konfiguroitaviin tuotteisiin joko massa- tai projektituotteista. Massatuotteella ymmärretään tuotetta, jota valmistetaan sarjoissa aina samanlaisena huomioimatta sen kummemmin yksittäisen asiakkaan tarpeita. Massatuotteista konfiguroitaviin tuotteisiin siirtymisen syynä on ollut kasvattaa asiakkaiden mahdollisuuksia valita lähes täysin omiin tarkoituksiin sopivia tuotteita. Projektituotteet ovat sellaisia, jotka tilauksen tultua suunnitellaan asiakaskohtaisesti. Projektituotteista siirryttäessä yritys on rajannut asiakastoiveita tarjoamalla suuren valikoiman asiakastarpeet tyydyttäviä tuotevariantteja yksittäistuotteiden sijasta. Tällöin asiakkaalle ei enää tehdä nimenomaan juuri hänen toiveidensa mukaista tuotetta, vaan asiakkaan tulee valita tuotteen ominaisuudet jo valmiiksi määritellyistä vaihtoehdoista.

Kuvassa 9 on esitetty konfiguroitaviin tuotteisiin siirtymisen vaikutukset massatuotteista tai projektituotteista siirryttäessä. Massatuotteet ovat tavallisesti halpoja ja niissä ei ole asiakaskohtaisia ominaisuuksia. Konfiguroitaviin tuotteisiin siirryttäessä hinta nousee, mutta samoin myös asiakaskohtaisuus. Projektituotteet ovat hinnaltaan korkeita ja asiakaskohtaisuus on lähes

täydellistä. Konfiguroitaviin tuotteisiin siirryttäessä asiakasominaisuuksista joudutaan tinkimään, mutta samalla pystytään myös hintaa laskemaan.[Tiih97]



Kuva 9. Konfiguroitaviin tuotteisiin siirtymisen vaikutus tarjontakykyyn.[Tiih97]

2.2.1 Konfiguroitavan tuotteen määrittely

Konfiguroitava tuote käsitetään tuoteperheenä, jonka avulla muodostetaan variantteja eli tuoteyksilöitä. Tilausprosessissa asiakaskohtainen tuoteyksilö määritellään tilausspesifikaatioksi esisuunnitellun konfigurointimallin avulla. Konfigurointimallissa esitetään kaikki mahdolliset vaihtoehdot tuotteesta.

Tässä työssä tuote käsitetään yksittäisenä tuotteena, palveluna tai kokonaisena systeeminä esim. paperitehtaanä. Tuote voi olla suoraan loppuasiakkaalle menevä, mutta se voi olla myös osa suurempaa loppukokonaisuutta.

Tuote koostuu komponenteista. Komponentti voi olla joko fyysinen osa tuotteessa ilman erityistä toiminnollista merkitystä tai se voidaan olla määritelty tietyn markkinakohtaisin syin. Viimeksi mainittua kutsutaan yleensä moduuliksi. Esisuunniteltuja komponentteja voidaan käyttää usein ja useammissa eri tuoteperheissä. Tuotteeseen voi kuulua komponentteja ja moduuleita. Valmis tuote voi itse olla moduuli tai komponentti jollekin

suuremmalle tuotteelle. Tuotteen jakaminen pienempiin kokonaisuuksiin esitetään tuotearkkitehtuurin avulla.[Tiih96]

Konfiguroitavat tuotteet voidaan määritellä seuraavasti [Tiih96]:

- Jokainen tuoteyksilö on määritelty tietyn asiakkaan tarpeista.
- Tuote on suunniteltu kattamaan tietyn joukon erilaisten asiakkaiden tarpeita.
- Jokainen tuoteyksilö on määritelty esisuunnitelluista komponenteista. Uusia komponentteja ei ole tarvetta suunnitella tilaus-toimitusprosessin aikana.
- Tuoteperheelle on suunniteltu tuoterakenne.
- Tuoteyksilö voidaan määritellä tilaus-toimitusprosessissa rutiininomaisin tavoin eikä lisäsuunnittelua tarvita.

Ensimmäinen kohta erottaa konfiguroitavan tuotteen massatuotteesta, joita ei ole suunniteltu asiakkaiden vaatimukset huomioiden. Tuotetta ei ole suunniteltu kaikkia asiakastarpeita tyydyttämään, vaan se on suunniteltu huomioiden kattava määrä asiakastarpeita ja myös ottamalla yrityksen omat resurssit huomioon.

Projektituotteesta konfiguroitava tuote eroaa siinä, että sitä ei suunnitella joka kerta uudelleen eri asiakkaille. Konfiguroitava tuote on tuotekehitysvaiheessa määritelty siten, että tuoterakenteessa olevista osista on mahdollista muodostaa eri asiakkaille heidän vaatimusten mukaisia tuotteita. Tilaus-toimitusvaiheessa ei suunnitella uusia komponentteja asiakkaan vaatimusten mukaisesti.

2.2.2 Syitä asiakasmuunteluun

Asiakaskohtaisia tuotteita tarjoavien suomalaisten yritysten tärkein syy siirtyä konfiguroitaviin tuotteisiin on ollut lisääntynyt mahdollisuus täyttää asiakkaiden nopeasti muuttuvat ja kasvavat vaatimukset. Muita syitä on ollut tuotannon parempi kontrolloitavuus, toimihenkilötyömäärän vähentäminen asiakaskohtaisten tuotteiden tilaus-toimitusprosessissa, tarve kehittää tehokkaampi tapa tarjota laajoja tuotevalikoimia ja laadun parantaminen. Haastattelussa esiintyi myös näiden lisäksi etuina helpompi myynti, vähemmän

pääomaa sitoutuneena tuotantoprosessiin ja varastoihin ja virheiden väheneminen.[Tiih96]

2.2.3 Konfigurointimallit

Konfigurointimalli voidaan jakaa eksplisiittiseen tuoterakenteeseen ja rajoitteisiin. Eksplisiittinen tuoterakenne ja rajoitteet muodostavat yhdessä geneerisen tuoterakenteen. Geneerisen tuoterakenteen avulla voidaan esittää tuotteen kaikki mahdolliset tuoterakenteet. Konfigurointimalli sisältää myös tilauskohtaiset kuvaukset sekä työmenetelmät.[Pelt98]

Eksplisiittinen rakenne

Osaluettelo, joka koostuu valinnaisista, vaihtoehtoisista ja parametrisistä osista, kutsutaan konfiguraatiomallin eksplisiittiseksi tuoterakenteeksi. Valinnainen komponentti tarkoittaa osaa, jonka saa halutessaan valita tuotteeseen kuuluvaksi tai sen voi jättää pois. Esimerkkinä autoon voi valita lisävarusteeksi kattotelineen. Vaihtoehtoisista osista on pakko valita yksi osa. Esimerkiksi autoa ostaessa tulee valita joko normaalivaihteisto tai automaattivaihteisto. Parametrinen komponentti tarkoittaa osaa, jolle voidaan valita erilaisia arvoja. Trukin nostokorkeuden valinta voidaan toteuttaa parametrisen komponentin avulla.

Eksplisiittinen tuoterakenne voi koostua siten, että konfigurointiprosessin aikana tulee vastata esitettyihin kysymyksiin. Esimerkiksi mitkä vaihtoehtoiset osat sisällytetään konfiguraatioon, mikä valinnaisista valitaan ja millaisia arvoja annetaan parametrisille osille. Jotkut kysymyksistä aktivoituvat vain, mikäli valitaan jokin tietty osa. Tarkoituksena olisi pyrkiä täydelliseen konfiguraatioon, jossa yksikään kysymyksistä ei jää avoimeksi.

Rajoitteet

Konfiguraatiomallin avulla saadaan aikaan useita täydellisiä konfiguraatioita. Täydellinen konfiguraatio voi silti olla sellainen, jota ei jostakin syystä kannata valmistaa. Syinä voi olla esimerkiksi markkinapolitiikka tai tekniset esteet. Täydellisen konfiguraation tulee täyttää voimassaolevuusehto. Täydellisessä

konfiguraatiossa on kaikki tarpeelliset valinnat tehty. Rajoitteilla täydelliset konfiguraatiot määritellään voimassaoleviksi.

2.2.4 Prosessit

Konfiguroitavien tuotteiden tuotekehitys- sekä tilaus-toimitusprosessit poikkeavat massa- tai projektituotteen prosesseista. Konfiguroitavan tuotteen tuotekehityksessä määritellään tuotteelle konfiguraatiomalli, jonka avulla yksittäisen tuotteen spesifikaatio luodaan tilauksessa. Spesifikaation avulla valmistetaan tuoteyksilö. Massatuotteen tuotekehityksessä suunnitellaan tuote, jota valmistetaan aina samoin jatkossa.[Tiih96]

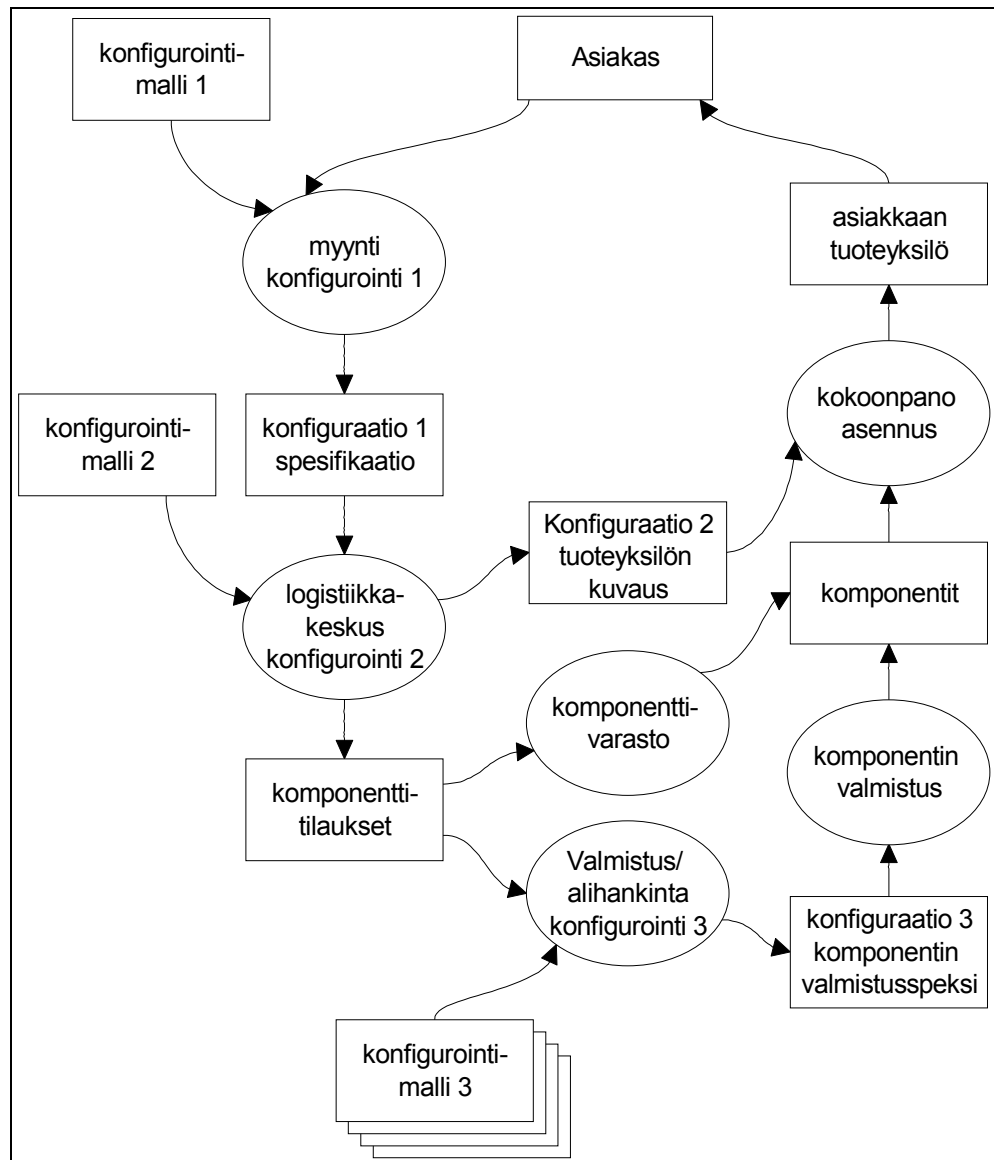
Tuotekehitysprosessi

Tuotekehityksessä luodaan tuote ja sille konfiguraatiomalli. Markkinatutkimuksen avulla määritellään asiakkaiden tarpeita eri markkinasegmenteille ja niiden avulla luodaan tuoterakenne, joka mahdollisimman hyvin vastaa asiakkaiden tarpeita. Konfiguroitava tuote suunnitellaan yleensä modulaariseksi, sillä modulaarisen rakenteen vastakohta integroitu rakenne ei toteuta konfiguroitavan tuotteen vaatimuksia (kappale 2.2.1).

Konfiguraatiomalli tulee dokumentoida hyvin. Silloin mahdollinen konfiguraattorin käyttö on helpompaa. Konfiguraattori on työkalu, jota käytetään asiakastilauksen yhteydessä ja sen avulla luodaan asiakaskohtainen tuote.

Tilaus-toimitusprosessi

Tilaus-toimitusprosessi lähtee liikkeelle asiakkaan tilauksesta, jossa asiakas määrittelee haluamansa tuotteen. Konfiguraatioprosessissa myyjä määrittelee konfiguraatiomallin avulla tuoteyksilökohtaisen konfiguraation. Tuoteyksilön konfiguraatio sisältää tiedon, mitä osia tuoteyksilö sisältää, kuinka se valmistetaan ja toimitetaan. Konfiguraation avulla voidaan tuoteyksilöstä määritellä osaluettelo ja tarvittavat piirustukset. Kuvassa 10 on esitetty konfiguroitavien tuotteiden tilaus-toimitusprosessi.



Kuva 10. Konfiguroitavien tuotteiden tilaus-toimitusprosessi. [Tiih96]

Konfiguraatioprosessi sisältää seuraavat vaiheet [Tiih97]:

- Selvitetään tietyn asiakkaan tarpeet ja tallennetaan ne
- Tuoterakenteen valinta
- Komponenttien valinta
- Parametristen komponenttien arvojen määrittely
- Layout suunnittelu
- Komponenttien välisten yhteyksien määrittäminen
- Hinnan ja toimitusajan määrittäminen
- Ehdotuksen valmistaminen
- Teknisen spesifikaation määrittäminen
- Kokonaisuuden tarkastaminen

Joskus voi olla tarpeen käydä asiakkaan kanssa läpi useita eri tuoteyksilövaihtoehtoja, jotta esimerkiksi hinnan vaikutus erilaisiin valintoihin tulee asiakkaalle selväksi.

Usein myynnissä määriteltävä konfiguraatio ei ole täydellinen tai se sisältää virheitä. Tämä kasvattaa kustannuksia, sillä yleensä virhe havaitaan vasta tuotannossa tai kokoonpanossa.

2.2.5 Konfiguraattorit

Tilaus-toimitusketjussa tapahtuvaan tuoteyksilön määrittelyn työkaluksi on kehitelty erilaisia konfiguraattoreita. Näiden tarkoitus on auttaa yritystä hallitsemaan muuttuvaa komponenttitietoa sekä konfiguraatiosääntöjä. Sen avulla voidaan myös luoda konfiguraatiomalleja. Konfiguraattori voi olla joko järjestelmä tai pelkästään manuaalisesti toimiva apuväline. Esimerkiksi paperilla oleva tilauskaavake, johon rastitetaan valitut vaihtoehdot. Tässä kappaleessa keskitytään kuitenkin tietojärjestelmäpohjaisiin konfiguraattoreihin. Niiden käyttö on alkanut 1980-luvun alkupuolella, mutta viimeaikoina ne ovat

yleistyneet enemmän. Tällä hetkellä tarjolla on parisenkymmentä kaupallista järjestelmää.[Tiih97]

Luokittelu

Konfiguraattorit voidaan karkeasti luokitella seuraavasti yksittäiskäyttöiset (single use) ja yleiskäyttöisiksi (general use). Yksittäiskäyttöiset konfiguraattorit ovat tarkoitettu hallitsemaan yrityksen tilaus-toimitusprosessi tietylle tuotteelle tai tuoteperheelle. Yleiskäyttöisellä konfiguraattorilla voidaan konfiguroida erilaisia tuotteita erilaisissa yrityksissä.

Konfiguraattorit voidaan myös luokitella sen mukaan, millaisia toimintoja se tarjoaa käyttäjälle. Yksinkertaisimmillaan se voi rekisteröidä tehdyt valinnat tarkastamatta voimassaolevuutta tai sitä, tuleeko kaikki valinnat tehdyksi. Tämän tyyppisiä konfiguraattoreita kutsutaankin tilauksen tukityökaluiksi tai primitiivisiksi konfiguraattoreiksi. Interaktiivinen konfiguraattori on edellä mainittua kehittyneempi versio ja se tarkastaa voimassaolevuusehdot ja huolehtii, että kaikki tarvittavat valinnat tehdään. Täydellisen tuen konfigurointiin antaa automaattinen konfiguraattori. Automaattinen konfiguraattori voi jopa luoda konfiguraation automaattisesti.

Konfiguraattorin käytön etuja

Konfiguraattorin käytön avulla on mahdollista hallita paremmin kompleksisia tuoterakenteita. Näin ollen myyjän on helpompi myydä tuotetta ja hänen ei tarvitse välttämättä omata vahvaa teknistä taustaa. Varsinkin erittäin teknisten laitteiden myynti on aikaisemmin vaatinut hyvät tekniset tiedot omaavia myyjiä. Käyttämällä konfiguraattoria myyjän on mahdollista yhdessä asiakkaan kanssa käydä läpi erilaisia teknisiä ratkaisuja ilman suunnittelijan konsultaatioapua. Konfiguraattorin avulla voidaan tehdä virheettömiä tilauksia ja nopeuden ansiosta tilauksen läpimenoaika lyhenee. Tilauksia on mahdollista vastaanottaa enemmän samassa ajassa kasvattamatta myyntihenkilömäärää. Konfiguraattorin käytön etuja ovat[Tiih97]:

- Helpottaa modulaaristen osien ja niiden välisten yhteyksien ymmärtämistä
- Mahdollistaa standardoitujen ja vain oleellisten osien käytön
- Vähentää tilauksen läpimenoaikaa
- Vähentää myyjän muistamistarvetta
- Kasvattaa tilausten virheettömyyttä sekä dokumentoinnin oikeellisuutta
- Parantaa yrityksen kilpailutilannetta ja markkinaosuutta

Konfiguraattori kannattaa yleensä integroida suoraan joko MRP (Manufacturing Resource Planning) tai PDM (Product Data Management) järjestelmiin. Näin ollen on mahdollista saada konfiguraation tiedot suoraan seuraaviin tilaus-toimitusprosessin vaiheisiin. Esimerkiksi konfiguraattorilla saadaan valmiiksi määriteltäviä osaluettelot ja piirustukset tilatulle tuoteyksilölle.

Konfiguraattori voi olla myös osana mainittuja järjestelmiä. Jossain PDM- ja MRP-järjestelmissä on sisäänrakennettu konfiguraattori. Yleensä ne kuitenkin tarvitsevat rinnalleen ulkoisen konfiguraattorin.[Kane99]

2.2.6 Konfiguroitavan tuotteen etuja ja ongelmia

Asiakkaiden tarpeet tulevat jatkossakin muuttumaan nopeasti. Sen takia konfiguraatiomallin tulee olla muutettavissa mahdollisimman vähällä vaivalla sekä nopeasti.

Konfiguroitavan tuotteen etuja ovat [Tiih97]:

- Mahdollisuus täyttää asiakkaiden tarpeet
- Lyhyemmät toimitusajat sekä pienemmät varastot
- Tuotannon lisääntynyt kontrollointimahdollisuus
- Muutosten tekeminen ja hallinta on helpompaa

Pääpaino tuotteen suunnittelussa on tuotekehityksellä ja usein tuotekehitys vaatii enemmän resursseja kuin aikaisemmin. Myynnin kannalta tulee olla erityisen tarkka, etteivät myyjät tarjoa asiakkaille muita, kuin konfiguraatiomallin sallimia tuoteyksilöitä. Muuten tuotteesta tulee

projektituote. Konfiguroitaviin tuotteisiin siirryttäessä työntekijöiden asenteet muutosta kohtaan tulee olla positiivisia, jotta muutos onnistuisi mahdollisimman sujuvasti.

Yritysten tulisi voida muokata kaikkia prosessejaan ja tietojärjestelmiään siten, että ne mahdollisimman hyvin pystyisivät käsittelemään ja tukemaan konfiguroitavia tuotteita. Onnistuminen on kuitenkin ennen kaikkea henkilöistä kiinni, sillä loppujen lopuksi ihminen päättää millaisia työkaluja hän haluaa käyttää työssään.[Tiih97]

2.3 MODULOINTI

Monet tutkijat ovat käsitelleet modulointia tutkimusprojekteissaan ja moduloinnista on julkisuudessa esillä monia erilaisia näkökulmia. Määritelmät ja mielipiteet modulointiin liittyvistä käsitteistä ja asioista vaihtelevat paljon, riippuen tutkijasta ja tutkimuksen tarkoituksesta. Tässä kappaleessa käsitellään muutamien eri tutkijoiden näkemyksiä modulointiin ja yritetään esittää mahdollisimman moneen eri toimialaan ja tarkoitukseen sopivia yleisiä asioita moduloinnista.

Moduuli määritellään kirjallisuudessa standardisoiduksi yksiköksi joka on yhdistettävissä ja vaihdettavissa toisiin moduuleihin. Moduulien avulla tuote voidaan tilaus-toimitusprosessissa valmistaa ja toimittaa ilman tilauskohtaista räätälöintiä. Moduulien elinkaaret ovat mahdollisesti pidempiä, kuin itse tuotteen.[Erix98]

Modulaarisuudella tarkoitetaan tuotevarianttien luomista valmiiksi suunniteltujen moduulien avulla. Modulaarisuus mahdollistaa varioituvan tuoterakenteen. Varioituvan tuoterakenteen ansiosta tuotetta voidaan muunnella asiakkaiden vaatimusten mukaisesti. Modulaarisella tuoterakenteella on tarkoitus saada aikaan kannattava tuotevalikoima, joka kattaa mahdollisimman laajasti asiakkaiden tarpeet. Modulaarisella tuotteella on seuraavat ominaisuudet [Erix96]:

- Kiinteät osat (moduulit) toteuttavat yhden tai useamman toiminnon
- Moduulien väliset vuorovaikutukset ovat tarkoin määritelty

Ideaalitapauksessa jokainen moduuli toteuttaa vain yhden toiminnon ja moduulien välillä vaikuttaa vain muutama tarkoin määritelty yhteys. Näin ollen moduulien väliset vuorovaikutukset ovat selkeitä kuvata, moduuleita voidaan vaihtaa yksittäin sekä niitä voidaan suunnitella ja valmistaa moduuleittain.

Modulaarisen tuoterakenteen vastakohta on integroitu rakenne. Integroidussa rakenteessa toiminnot vaikuttavat moneen eri osaan tuotteesta ja ei ole millään lailla määritelty eri toimintojen vaikutusta eri osiin. Tuotetta ei voi ajatella pienemmistä kokonaisuuksista muodostuvaksi, vaan sitä on aina katsottava kokonaisuutena. Tuotekehitys, suunnittelu ja tuotanto tapahtuu aina koko tuotteen osalta samanaikaisesti.[Pahl86]

2.3.1 Syitä modulointiin

Modulaarisuuden avulla voidaan pienentää tuotteen kompleksisuutta ja se mahdollistaa tuotteen käsittelemisen pienemmissä toiminnallisissa kokonaisuuksissa, jotka voidaan suunnitella ja valmistaa erillisinä. Moduloinnin avulla asiakkaiden vaatimuksia tuotteelle on helpompi hallita ja kehittää.

Modulointi yhdistetään yleensä variointiin, sillä modulaarinen tuoterakenne mahdollistaa tuotteen varioimisen. Tarkoitus ei kuitenkaan ole tarjota mahdollisimman suurta variaatioiden määrää asiakkaille. Tarpeeton variointi on kallista ja kannattamatonta yritykselle. Asiakas ei ole kiinnostunut itse varioinnista, vaan sen lopputuloksesta; tuotteen tulee täyttää hänen vaatimuksensa ja toiveensa.

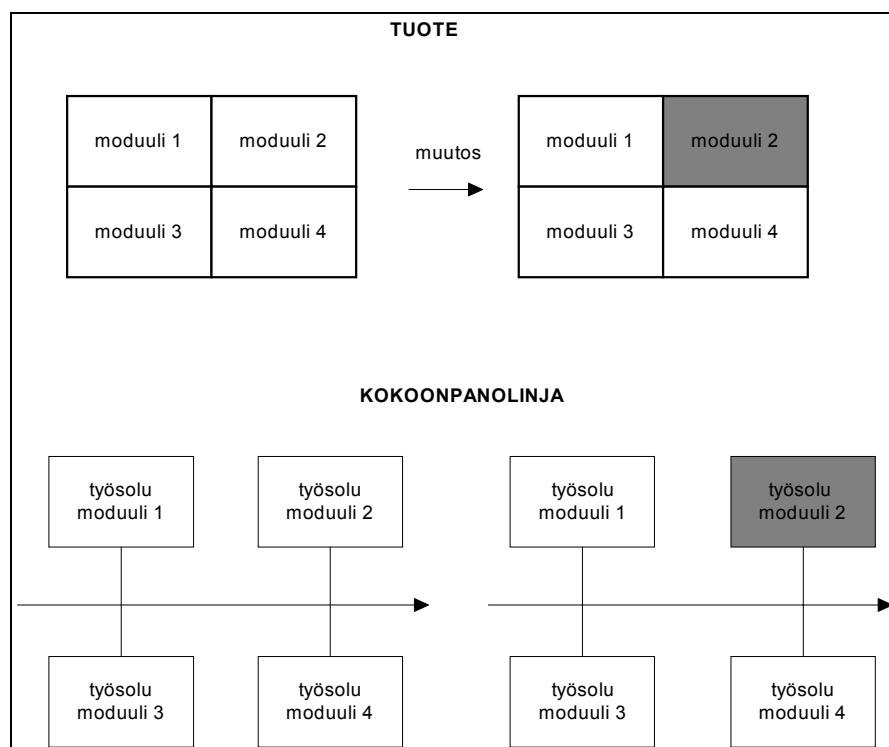
Variointi voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen variointiin. Ulkoinen variointi näkyy asiakkaalle ja sisäinen variointi on yrityksen sisällä tapahtuvaa variointia, kuten valmistukseen ja jakeluoperaatioihin liittyviä toimintoja. Ulkoiseen variointiin sisältyy hyödyllinen ja hyödytön variointi. Hyödyllinen variointi antaa lisäarvoa asiakkaalle tarjoamalla esimerkiksi vaihtoehtoisia toimintoja, joista asiakas voi valita itselleen sopivimman. Hyödytön variointi lisää variaatioiden lukumäärää, mutta variaatiot ovat liian samankaltaisia ja eivät tuota lisäarvoa tuotteelle. Ne saattavat ainoastaan tuottaa valinnanvaikeuksia asiakkaalle. Sisäinen variointi on aina hyödytöntä ja se ei tuota asiakkaalle lisäarvoa.

Yrityksien tulisi varioida vain ulkoisesti ja hyödyllisesti, jotta siitä olisi hyötyä.[Elgå98] [Ulric95]

2.3.2 Moduulityyppejä

Moduulijärjestelmät koostuvat moduuleista, jotka voivat olla joko toimintomoduleita tai valmistusmoduleita. Toimintomodulit ovat määritelty tuotteen teknisten toimintojen mukaisesti ja yksi moduuli toteuttaa yhden tai useamman toiminnon. Valmistusmodulit taas määritellään ainoastaan valmistusnäkökulmasta katsoen.[Pahl86]

Toisaalta on myös modulointimenetelmiä, joissa yhdistetään sekä toimintomoduli- että valmistusmoduulikäsité. Nämä moduulit ovat valittu toteuttaen tuotteen teknisiä ratkaisuja eli toimintoja ja samalla ne on määritelty myös valmistusnäkökulmasta. Moduulit voidaan suunnitella ja valmistaa erillisinä osina ja koota vasta loppulinjalla kokonaiseksi tuotteeksi.[Erix98]

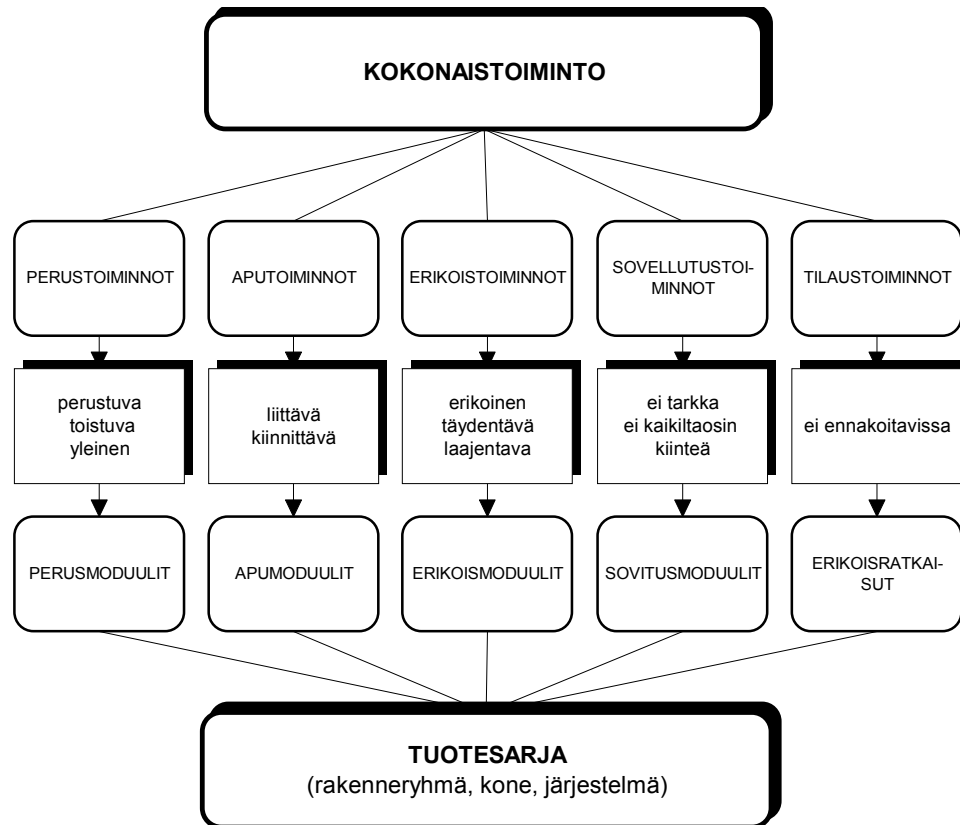


Kuva 11. Yhden moduulin muuttumisen vaikutukset tuotantojärjestelmään [Erix98].

Kuvassa **11** on esitetty toiminto- ja valmistusnäkökulmasta suunniteltujen moduulien kokoonpanolinja. Moduulin muuttuessa, voidaan se muuttaa erillisenä työvaiheenaan. Tuotteen muut moduulit pysyvät muuttumattomina.[Erix98]

Toimintomoduulit määritellään toistuvien toimintolajien mukaan, jotka yhdistettynä toteuttavat kokonaistoimintoja. Toimintomoduulit voidaan jäsenellä kuvan **12** mukaisesti.[Kaiv85]

Perustoiminnot ovat toimintoja, jotka ovat tuotteessa välttämättömiä ja ne eivät muutu. Perustoiminto voi esiintyä yksin tai muiden toimintojen kanssa. Perustoimintomoduulia kutsutaan 'pakkomoduuliksi' sillä se tarvitaan tuotteessa aina. Aputoiminnot toteutetaan apumoduuleilla. Aputoiminnoilla liitetään ja kootaan tuote ja apumoduulit ovat yleensä yhteydessä perusmoduuleihin. Myös apumoduulit ovat 'pakkomoduuleita'. Erikoistoiminnot ovat tuotetta täydentäviä tai tiettyjä osatoimintoja, joita ei aina välttämättä tarvita kaikissa tuotevarianteissa. Erikoistoiminnot toteutetaan erikoismoduulien avulla. Sovitusmoduuleilla sovitetaan tuote toiseen järjestelmään. Nämä moduulit ovat sovitettavissa vasta paikan päällä tarvittavaan mittaan. Tilauskohtaisia asiakastoiveita toteutetaan erikoisratkaisujen avulla. Näitä ei luokitella moduuleiksi, sillä toivotut toiminnot eivät ole ennakoitavissa.



Kuva 12. Moduulien valitseminen jakamalla tuote toimintoihin ja sitä kautta toimintomoduuleihin [Kaiv85].

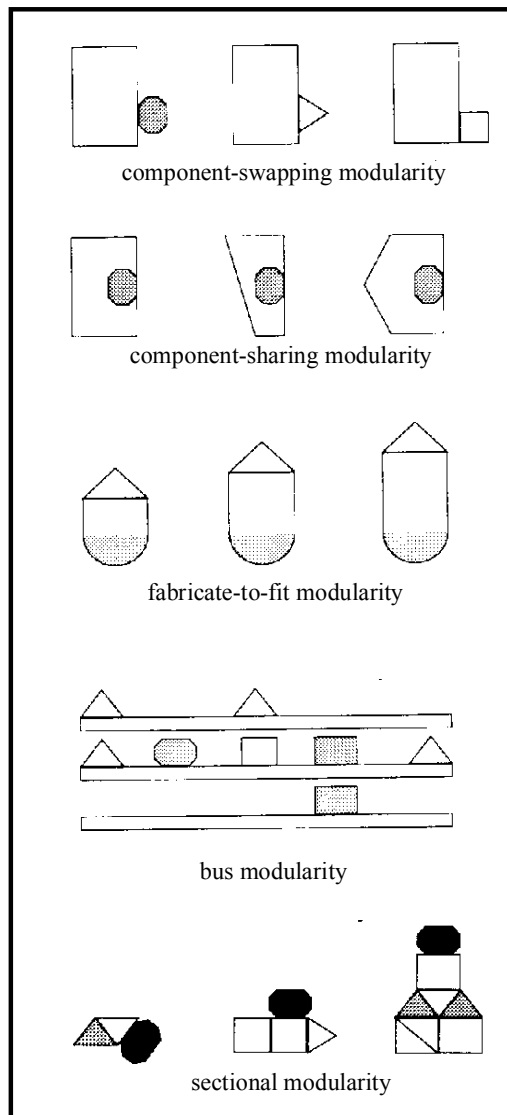
2.3.3 Modulaarisuuden tyyppejä

Modulaarisuus voidaan jakaa viiteen erilaiseen modulaarisuuden lajiin [Ulri91]:

- Komponenttien vaihtokelpoisuus (component-swapping modularity): kaksi tai useampi moduuli on vaihdettavissa samaan perusyksikköön ja näistä muodostuu samaan tuoteperheeseen kuuluvia tuotevariantteja.
- Komponenttien käyttö useammassa tuotteessa (component-sharing modularity): samaa moduulia voidaan käyttää useissa eri perusyksiköissä. Moduulia voidaan käyttää myös eri tuoteperheissä.
- Parametrinen modulaarisuus (fabricate-to-fit modularity): parametrin arvoja voidaan määritellä tapauskohtaisesti

- Väylämodulaarisuus (bus modularity): perusyksikköön on mahdollista liittää erilaisia moduuleja vapaavalintaisista yhdistelmiä vapaavalintaisessa järjestyksessä.
- Rakennuslohkomodulaarisuus (sectional modularity): ryhmä moduuleja voidaan yhdistellä rajapintojen avulla mihin tahansa järjestykseen. Tätä ilmiötä kutsutaan myös usein lego moduloinniksi.

Kuvassa 13 on havainnollistettu yllä esitettyjen viiden eri modulaarisuuden lajin tärkeimmät eroavaisuudet toisistaan.



Kuva 13. Modulaarisuuden viisi eri lajia [Erix98].

2.3.4 Edellytykset moduloinnille

Parhain hyöty moduloinnilla saavutetaan kun on [Kaiv85][Verh93]:

- Tarve suureen joustavuuteen
- Suuri, kirjava tuotevalikoima
- Asiakasohjautuva tuotteisto
- Pitkät tuotekehityksen ja tuotannon läpäisyajat
- Hidas tuotanto- ja tuotevarastojen kierto nopeus
- Tuotteella vielä elinikää jäljellä
- Tuotteella riittävä volyymi
- Tuotteella on riittävä toiminnallinen ja valmistustekninen kypsyy
- Tuotteen rakenneratkaisut eivät hyödynnä vanhentuvaa tekniikkaa
- Tuotteiden rakenteiden samankaltaisuus on riittävä

Yksittäisen moduulin muuttaminen on helppoa jatkossa, mutta koko moduolointijärjestelmän eli moduolointiperiaatteen muuttaminen on hankalaa. Näin ollen moduloinnissa tulee huomioida joustavuus. Tuotteen modulaarinen tuotearkkitehtuuri tulee suunnitella niin joustavaksi, että sitä voidaan pienellä vaivalla muuttaa tulevaisuudessa.

Moduloinnin avulla ei voida toteuttaa kaikkia ratkaisuja. Moduolointi ei sovellu tuotteeseen, jossa halutaan optimoida joitakin muuttujaparametreja, esimerkiksi tehoa. Moduloinnissa päätökset perustuvat kompromisseihin.

Moduloinnille sopiva tuotannonohjaustapa on esimerkiksi JIT (Just In Time), joka perustuu asiakaslähtöiseen imuohjaukseen. Tuote on mahdollista jakaa moduuleittain erillisiin valmistussoluihin, joista valmiit moduulit kootaan kokoonpanolinjalla.

2.3.5 Moduloinnin toteuttaminen

Ennen kuin moduointiin ryhdytään tulisi tarkoin selvittää markkinoiden tarpeet ja moduloitavan tuotteen kilpailukyky. Mahdollisten kilpailijoiden tuotteista kannattaa myös ottaa selvää. Yrityksen sisällä tulee selvittää tuotantomahdollisuudet ja tuotantokapasiteetti. Jos moduointi katsotaan kannattavaksi ja aiheelliseksi tulee moduulijako ja moduointiperiaatteet selvittää tarkoin. Moduulijaon keskeisinä seikkoina ovat asiakastarpeiden huomioiminen, yrityksen omien moduointivaatimusten huomioiminen moduulijureiden avulla sekä moduulien välisten rajapintojen määrittäminen.

Asiakastarpeiden huomioiminen

Moduulijako tulee perustua asiakkaiden tarpeisiin. Asiakkaiden tarpeiden määrittämiseksi voidaan käyttää esimerkiksi QFD (Quality Function Deployment) analyysia. QFD analyysin avulla varmistetaan, että suunnittelun lähtökohdat tulevat asiakkaiden vaatimuksista ja ne yhdessä suunnittelun ja yrityksen muiden rajojen kanssa toimivat moduulivalinnan tukena. Modulaarisuutta verrataan asiakkaiden tarpeiden kesken ja näin nähdään mitkä asiakastarpeet tulee olla moduuleina.[Ande91]

Moduulijurit

Moduulivalintaan vaikuttaa myös yrityksen toimintatavat ja tuotteen ominaisuudet. Näitä voidaan käsitellä moduulijureiden avulla. Moduulijurit ovat luokiteltu kattamaan koko tuotteen elinkaari. Seuraavassa on mainittu yleisimpiä moduulijureita. Näiden lisäksi voi yrityksellä olla myös yrityksen omakohtaisia ajureita.[Erix96]

Tuotekehitys:

- Siirto seuraavaan tuotesukupolveen (Carry-over)
- Tekninen kehitys (Technological evolution)
- Suunniteltu muutos (Planned design changes)

Variotuvuus:

- Tekninen erittely (Technial spesification)

- Muotoilu (Styling)

Tuotanto:

- Yhteinen perusyksikkö (Common unit)
- Prosessien uudelleenkäyttö (Process re-use)

Laatu:

- Toiminnallisuuden erillinen testaus (Separate testing of functions)

Alihankinta:

- Alihankkijat toimittavat 'mustia laatikoita' (Supplier offers black box)

Myynnin jälkeinen palvelu:

- Huolto ja kunnossapito (Service and maintenance)
- Perusparannus (Upgrading)
- Kierrätys (Recycling)

Usein tuotteessa on sellaisia ominaisuuksia tai komponentteja, joita ei joka tuoteuudistuksessa kannata uusia. Niiden käyttöä voidaan jatkaa uudessa tuotteessa tai niitä voidaan käyttää myös toisessa tuoteperheessä. Esimerkiksi moottori on komponentti, joka usein siirretään seuraavaan tuotesukupolveen.

Teknologisen kehityksen myötä tuotteessa voi olla osia, joiden elinkaaret ovat muita osia lyhyemmät. Varsinkin elektroniikkaosissa kehitys on nopeaa ja usein näitä osia joudutaan muuttamaan ennen kuin koko tuote uudistuu.

Varioituvuuden mahdollistamiseksi ominaisuudet tulee olla jaoteltu moduuleittain. Näin erilaisilla moduuliyhdistelmillä voidaan toteuttaa eri tuotevariaatioita. Jos ominaisuudet ovat jakaantuneet liian moneen eri moduuliin, on vaikeaa muuttaa kyseistä ominaisuutta. Myös trendin mukaan muuttuvat osat on syytä olla erillisinä moduuleina. Niitä tulee voida muuttaa esimerkiksi muodin mukaan. Esimerkiksi matkapuhelinten värikuoret voidaan muuttaa sesongin mukaan.

Tuotteelle kannattaa määritellä yhteinen perusyksikkö, joka säilyy samana kaikissa tuotevarianteissa. Perusyksikkö tulee olla sellainen, jota voidaan tarjota

kaikille asiakkaille. Tuote kannattaa yrittää pitää varioitumattomana mahdollisimman pitkään valmistusvaiheessa ja valmistuksen loppupäässä vasta toteuttaa asiakaskohtaiset moduulit. Ero seuraavaan tuotesukupolveen siirron ja yhteisen perusyksikköajurin välillä on se, että siirto seuraavaan tuotesukupolveen saattaa pidentää tiettyjen komponenttien elinkaarta ja yhteinen perusyksikkö johtaa lisääntyneeseen komponenttien käyttöön. Ideaalisin tilanne on, jos nämä kaksi voidaan yhdistää.

Moduulien valinnassa on huomioitava myös tuotantovälineiden uudistuminen ja automaatioasteen kasvu. Tulevaisuudessa tietyn valmistusmenetelmän automatisointi tai muu uudistuminen tulee ottaa huomioon.

Laadun seurannassa on hyödyllistä, jos jokainen moduuli on testattavissa erikseen. Yksittäisen moduulin virheet voidaan selvittää ennen loppukokoonpanoa. Näin säästytään virheiltä valmiissa tuotteessa.

Alihankintaa on helppoa suorittaa moduuleittain ja yleistä on käyttää nk. 'musta laatikko' käytäntöä, jossa alihankkija vastaa täysin toimittamansa moduulin sisällöstä.

Huollettavuus moduuleittain on helpompaa ja nopeampaa, sillä rikkoutunut moduuli voidaan vaihtaa toiseen joutumatta purkamaan koko tuotetta. Moduulien päivitys nykyaikaisempaan versioon onnistuu myös vaivattomasti. Kierrätyksen kannalta moduulit kannattaa valita siten, että eri materiaalit on helposti eroteltavissa toisistaan tuotteen poistuttua käytöstä.

Moduulien väliset rajapinnat

Moduulien välisiä liittymäpintoja kutsutaan rajapinnoiksi (interface). Hyvän moduulirakenteen yksi tärkeimmistä tekijöistä on moduulien välisten vuorovaikutusten määrittäminen ja optimointi. Moduulien välisiä vuorovaikutustyypppejä ovat [Pimm94]:

- Tila: määrittelee moduulien järjestyksen ja vierekkäin olemisen tarpeet
- Energia: määrittelee kahden moduulin välisen energiansiirron tarpeen

- Informaatio: määrittelee kahden moduulin välisen informaationsiirron tarpeen
- Materiaali: määrittelee kahden moduulin välisen materiaalsiirron tarpeen

Näiden lisäksi jossain yhteyksissä on myös hyvä huomioda vielä yksi vuorovaikutustyyppi [Sanc98]:

- Ympäristöraja: komponenttien toimintojen vaikutukset ympäristöön (kuumuus, magneettikentät, värähtelyt, tai muut seikat, jotka vaikuttaa toisiin komponentteihin)

Samaa vuorovaikutustyyppiä voi olla useampi yhdessä tuotteessa. Esimerkiksi kemianteollisuudessa materiaalivirtoja voi olla monia erilaisia. Jotkut vuorovaikutukset ovat toivottuja, kun taas toisia vuorovaikutuksia pyritään mahdollisuuksien mukaan välttää. Vuorovaikutuksia voidaan pisteyttää niiden tärkeyden mukaan. Pisteytys kuvaa vuorovaikutuksen hyödyllisyyttä tuotteessa. Taulukossa **1** on kuvattu pisteytyssääntö ja pisteiden merkitys. Kaksi pluspistettä annetaan vuorovaikutukselle, joka on ehdottoman tärkeä toiminnallisuudelle. Yksi piste annetaan vuorovaikutukselle, joka on toivottu, mutta ei elintärkeä toiminnallisuudelle. Nolla pistettä annetaan, jos vuorovaikutus ei vaikuta tuotteen toiminnallisuuteen millään tavalla. Miinus yksi piste merkitsee vuorovaikutusta, joka aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia, mutta ei estä toiminnallisuutta. Kaksi miinuspistettä annetaan vuorovaikutukselle, joka estää toiminnallisuuden.[Pimm94]

Taulukko 1. Vuorovaikutusten pisteytys [Pimm94].

Tila	Tarpeellinen:	(+2) Fyysinen naapuruus on välttämätön toiminnallisuudelle
	Toivottu:	(+1) Fyysinen naapuruus on hyödyllinen, mutta ei ehdottoman tärkeä toiminnallisuudelle
	Tarpeeton:	(0) Fyysinen naapuruus ei vaikuta toiminnallisuuteen
	Ei toivottu:	(-1) Fyysinen naapuruus aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia, mutta ei estä toiminnallisuutta
	Haitallinen:	(-2) Fyysinen naapuruus täytyy estää, jotta saavutetaan haluttu toiminnallisuus
Energia	Tarpeellinen:	(+2) Energiansiirto on välttämätön toiminnallisuudelle
	Toivottu:	(+1) Energiansiirto on hyödyllinen, mutta ei ehdottoman tärkeä toiminnallisuudelle
	Tarpeeton:	(0) Energiansiirto ei vaikuta toiminnallisuuteen
	Ei toivottu:	(-1) Energiansiirto aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia, mutta ei estä toiminnallisuutta
	Haitallinen:	(-2) Energiansiirto täytyy estää, jotta saavutetaan haluttu toiminnallisuus
Informaatio	Tarpeellinen:	(+2) Informaationsiirto on välttämätön toiminnallisuudelle
	Toivottu:	(+1) Informaationsiirto on hyödyllinen, mutta ei ehdottoman tärkeä toiminnallisuudelle
	Tarpeeton:	(0) Informaationsiirto ei vaikuta toiminnallisuuteen
	Ei toivottu:	(-1) Informaationsiirto aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia, mutta ei estä toiminnallisuutta
	Haitallinen:	(-2) Informaationsiirto täytyy estää, jotta saavutetaan haluttu toiminnallisuus
Materiaali	Tarpeellinen:	(+2) Materiaalinsiirto on välttämätön toiminnallisuudelle
	Toivottu:	(+1) Materiaalinsiirto on hyödyllinen, mutta ei ehdottoman tärkeä toiminnallisuudelle
	Tarpeeton:	(0) Materiaalinsiirto ei vaikuta toiminnallisuuteen
	Ei toivottu:	(-1) Materiaalinsiirto aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia, mutta ei estä toiminnallisuutta
	Haitallinen:	(-2) Materiaalinsiirto täytyy estää, jotta saavutetaan haluttu toiminnallisuus

Vuorovaikutusten dokumentoinnin kaksi vaihetta ovat 1) vuorovaikutustyyppien määrittäminen ja 2) jokaisen vuorovaikutuksen pisteytys. Vuorovaikutustyyppi määritellään edellä kuvatun jaon perusteella ja pisteytys taulukon 1 mukaisesti.

Kahden moduulin vuorovaikutusta voidaan kuvata vektorilla, joka sisältää kaikki neljä vuorovaikutustyyppiä (tila, energia, informaatio, materiaali). Moduulien väliset vuorovaikutukset voidaan esittää taulukon 2 mukaisesti. Taulukossa on määritelty kummankin moduulin toiminto sekä niiden välinen vuorovaikutus eri tekijöiden suhteen.

Taulukko 2. Kahden moduulin välisien vuorovaikutusten esittäminen [Pimm94].

Komponentit:	Moduuli 1 ja Moduuli 2	
Toiminta: (Moduuli 1)	Moduuli 1 haihduttaa moottorin liiallista kuumuutta.	
Toiminta: (Moduuli 2)	Moduuli 2 tuulettaa moottoria	
Vuorovaikutus:	Moduulien välillä liikkuu ilmavirta. Moduulien tulee sijaita lähekkäin suunnittelutehokkuuden takia	
Pisteytys:	Tila: +2 Tiedonkulku: 0	Energia 0 Materiaali +2

Tuotteen kaikkien moduulien välisiä vuorovaikutuksia voidaan esittää vuorovaikutusmatriisin avulla. Vuorovaikutusmatriisissa on kuvattu jokaisen moduulin vaikutus toisiinsa neljän vuorovaikutustyyppin mukaan. Vuorovaikutusmatriisia apuna käyttäen voidaan tuotteelle suunnitella hyvä moduulirakenne. Vuorovaikutusmatriisi esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Vuorovaikutusmatriisi [Pimm94].

Vuorovaikutus:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Moduuli 1		2 0 0 2		2 -2 0 0			1 1 -2 -2		
Moduuli 2	2 0 0 2			2 0 0 2				2 2 0 -2	
Moduuli 3					1 0 0 0				
Moduuli 4	2 -2 0 0	2 0 0 2							1 0 0 0
Moduuli 5			1 0 0 0			-2 1 0 0			
Moduuli 6					-2 1 0 0				
Moduuli 7	1 1 -2 -2								
Moduuli 8		2 2 0 -2							1 -2 -2 -2
Moduuli 9				1 0 0 0				1 -2 -2 -2	
Matriisin pienissä neliöissä käytetään järjestystä:									
Tila (S)		S	E	Energia (E)					
Tiedonkulku (I)		I	M	Materiaali (M)					

Komponenttien välisien vuorovaikutuksien määrittämisellä saadaan selville millä tavoin ne ovat kytkettyinä toisiinsa. Puhutaan väljästi ja tiukasti kytketyistä komponenteista. Väljästi kytkettyjen komponenttien välillä ei ole tuotteen toiminnalle tärkeitä riippuvuuksia. Tiukasti kytkettyjen komponenttien välillä vallitsee riippuvuuksia, joilla on keskeinen merkitys tuotteen toiminnalle. Modulaarisen tuoterakenteen avulla pyritään muodostamaan väljästi toisiinsa kytkettyjä komponentteja tai moduuleja. Komponenttien välille kannattaa muodostaa standardisoituja rajapintoja. Standardisoitujen rajapintojen avulla tuotetta on helppo varioida eri moduulivalinnoilla. Moduulit sopivat toisiinsa, riippumatta niiden toiminnosta, jos rajapinnat sopivat toisiinsa.[Sanc97]

2.3.6 Modulaarisen tuoterakenteen vaikutukset

Modulaarisen tuoterakenteen hyödyt yrityksille ovat [Pahl85]:

- Modulaarinen tuoterakenne tarjoaa mahdollisuuden tuotteen uudistamiseen ja tuotantojärjestelmän samanaikaiselle kehittämiselle
- Moduulien testaus ennen kokoonpanoa vähentää virheiden määrää
- Modulaarisen tuotteen informaation ja materiaalin kulku on tehokkaampaa
- Modulaarinen tuoterakenne yksinkertaistaa tuotteen tuotekehitysprosessia ja tuotetta on mahdollista kehittää pienemmissä osissa
- Modulaarinen tuote on mahdollista toimittaa ilman tilauskohtaista suunnittelua
- Kustannuslaskenta yksinkertaistuu
- Toimitusaika lyhenee

Tärkeimpänä hyötynä yritykselle on kokonaiskannattavuuden parantuminen. Moduloitu tuote on edullisempaa tuottaa, kuin yksittäinen projektituote. Suunnittelun osuuden vähentyminen tilaus-toimitusprosessissa antaa tuotekehitykselle ja suunnittelulle enemmän aikaa uusien tuotteiden kehittämiseen ja olemassa olevien parantamiseen. Moduuleille voidaan

määritellä hinnat ja kustannukset, jolloin kustannusten kohdistaminen oikeaa paikkaan on helpompaa. Modulointi auttaa standardisoinnissa ja nimikkeiden karsinnassa.

Haittoina voidaan mainita asiakkaiden valinnanmahdollisuuksien rajaaminen verrattuna yksittäisesi suunniteltuihin projektituotteisiin. Tuotteen suunnitteluvaiheen kustannukset lisääntyvät ja tuotteen ominaispaino ja koko saattaa rajapintojen vuoksi kasvaa. Valmistuksessa rajapinnat tulee olla tarkoin sovitettuja, sillä järjestelmä ei anna varaa niiden muokkaamiseen jälkikäteen.[Pahl][Verh93]

3 MASSARÄÄTÄLÖINNIN, KONFIGUROINNIN JA MODULOINNIN ANALYSOINTI

3.1 Kommentteja teoriaosuuteen

Tässä kappaleessa on esitetty kommentteja sekä omia näkemyksiä teoriaosuudessa käsiteltyihin asioihin. Tutkimustieto massaräätälöinnistä, konfiguroinnista ja moduloinnista tulee lähivuosina lisääntymään ja siten joitakin aikaisempia tutkimustuloksia tullaan todennäköisesti kyseenalaistamaan. Koska monien eri toimialojen yritykset ovat siirtyneet asiakaskohtaisesti muunneltaviin tuotteisiin, saadaan jatkuvasti lisää tutkimustietoa erilaisista tuotteista ja niiden soveltuvuudesta asiakaskohtaisesti muunneltaviksi. Tällä hetkellä yrityskohtaisia kokemuksia on vielä vähän, jotta saataisiin aikaan kattava näkökulma erilaisista yrityksistä ja tuotteista.

3.1.1 Massaräätälöinti

Massaräätälöintikappale on kirjoitettu amerikkalaisen J. Pinen kirjan Mass Customization perusteella. Pine esittää tuotteiden ja palvelujen massaräätälöinnille viisi perustapaa tarjota asiakaskohtaisia tuotteita (kappale 2.1.4). Nämä tavat eivät mielestäni ole kaikki samantasoisia. Palvelujen räätälöinti standardituotteen ympärillä, asiakkaan itse räätälöitävissä olevien tuotteiden ja palvelujen kehittäminen sekä räätälöinti toimitushetkellä ovat keinoja tuottaa massaräätälöitäviä tuotteita. Koko arvoketjun nopea reagointi ja komponenttien modulointi ovat työkaluja auttamaan edellä mainittujen keinojen toteutumista. Koko arvoketjun nopea reagointi ja modulointi eivät itsessään vielä tuota räätälöityviä tuotteita, vaan niihin tulee liittää jokin konkreettisista keinoista. On määriteltävä missä vaiheessa tilaus-toimitusprosessia räätälöinti tapahtuu ja mitä tuotteessa räätälöidään.

Massaräätälöinti vaatii onnistuakseen koko yrityksen toimintatavan muutoksen sekä työntekijöiden vankan sitoutumisen. Tuotteen menestyminen riippuu kuitenkin viime kädessä asiakkaasta. Massatuotteesta asiakaskohtaisiin

tuotteisiin siirtyminen yleensä lisää tuotteen hintaa. Jotta asiakas on valmis maksamaan tuotteesta enemmän, vaatii se hyvän brandin luomisen tuotteelle. Tuotteelle pitää luoda hintaansa vastaava imago ja tämä vaatii markkinoinnilta panostusta. Markkinoinnin tulee saada asiakas vakuuttuneeksi muuntelun tuomasta lisäarvosta.

Massaräätälöintiin siirtyminen kuulostaa Pinen tekstin mukaan helpolta ja selkeältä ratkaisulta parantaa kilpailukykyä.. Tosiasiassa toimintatavan muutosprosessi on aina vaikea ja aikaa vievä. Yrityksillä on usein monia erilaisia tuotteita ja jokaiselle tuotteelle tai tuoteperheelle tulee määritellä omat toimintastrategiansa. Joillekin tuotteille massaräätälöintiä ei kannata toteuttaa lainkaan. Esimerkiksi tuotteille, joiden volyymit ovat muutama kymmenen kappaletta tai useita tuhansia vuodessa (katso kappale 3.1.2). Tuotteiden erilaisuus luo monimutkaisen säännöstöverkon ja työntekijöiden voi olla vaikeaa sisäistää toimintamallia, jos sitä toteutetaan eri tuotteilla eri tavoin.

3.1.2 Konfigurointi

Konfiguroinnin suomenkielinen terminologia on vielä vakiintumaton. Tutkijapiireissä on yritetty kehittää suomenkielistä terminologiaa konfiguroinnille. Tällä hetkellä konfigurointitermejä käytetään villisti ja ristiin tilanteista riippuen. Sanalla konfigurointi ei ole yleisesti käytössä olevaa suomenkielistä vastinetta. TKK:n ja TTKK:n tutkijoiden käyttämä suomenosan sanasto konfigurointi on **järjestelmällinen asiakasmuuntelu**. Tämän käyttö on kuitenkin vielä vähäistä. Olisi tärkeää vakiinnuttaa suomenkielinen sanasto konfiguroinnille, sillä esimerkiksi konfigurointi –sana on vaikeasti omaksuttavissa. Useista yrityksistä on löytynyt vastarintaa pelkästään mainitsemalla konfigurointi. Yrityksissä uskotaan konfiguroinnin olevan nimensä mukaan jotakin monimutkaista ja ei heidän toimintaansa liittyvää. Tärkeää on edes se, että kaikki yrityksen sisällä puhuvat asioista samoin termein. Muuten saatetaan joutua ristiriitaisiin käsityksiin monissa asioissa.

Konfigurointiin liittyy kaksi erillistä tapahtumaa; ne ovat konfigurointitapahtuma ja konfiguroitavien tuotteiden tuotekehitys. Konfigurointitapahtuma tapahtuu tilaus-toimitusprosessissa ja

konfigurointitapahtumassa syntyy konfiguroitu tuoteyksilö. Konfiguroitavan tuotteen tuotekehityksessä suunnitellaan konfiguroitavissa oleva tuote. Näistä monesti käytetään kummastakin termiä konfigurointi. Itse olen sitä mieltä, että termiä konfigurointi voidaan käyttää konkreettisesta tilaus-toimitusvaiheesta tapahtuvasta konfiguroinnista.

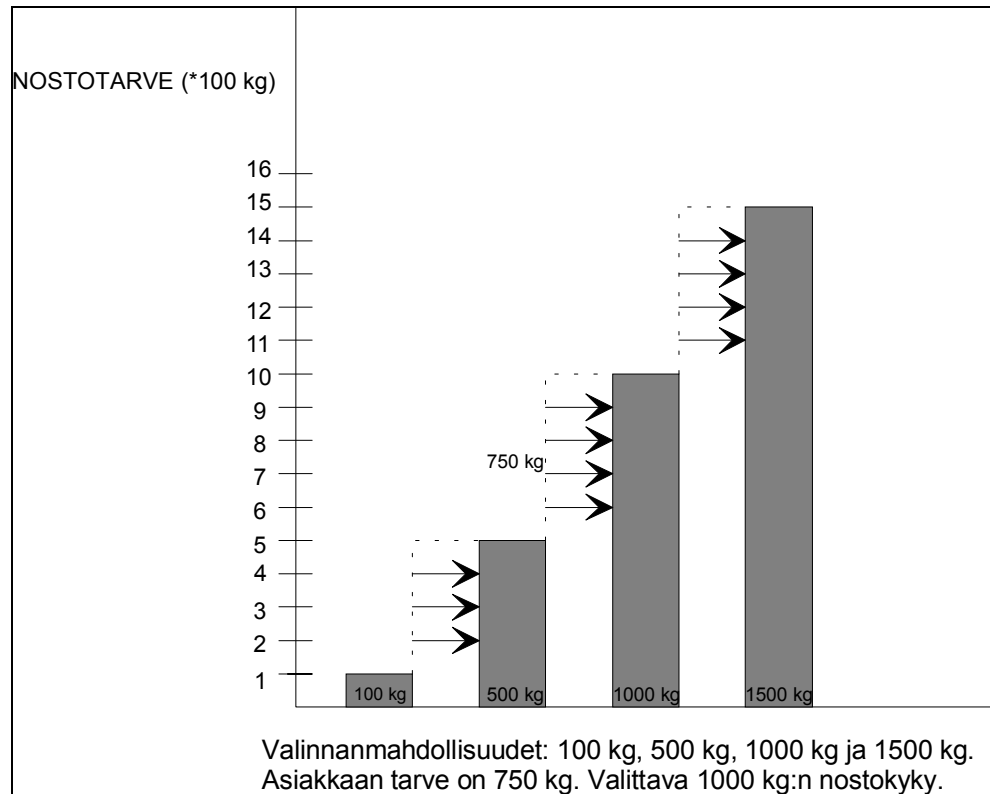
Konfigurointiin liittyy oleellisesti tarkoin määritelty tuotepolitiikka. Sen avulla rajataan valintamahdollisuudet ja luodaan tuotteelle säännöt. Tuotepolitiikkaan liittyy monesti vaikeita päätöksiä ja varsinkin projektituotteista siirryttäessä täytyy asiakastoiveiden rajaamisessa olla tiukkana. Esimerkiksi tilauslomakkeissa ei saa olla kenttää, jossa asiakkaalla on mahdollisuus omin käsin kirjoittaa lisätoiveita. Tätä kenttää kutsutaan usein OTHER kentäksi. Jos halutaan, että tuote on täydellisesti konfiguroitava, ei other kenttää saa olla.

Konfiguroitavien tuotteiden myyntitapahtuman pitäisi olla joustava. Asiakkaan tulisi saada myyntitapahtumassa selville, joko myyjältä tai itse, erilaisten variaatioiden hintoja. Monesti myynnissä työskentelevät myyntihenkilöt eivät tunne tuotetta ja sen hinnoitteluperusteita tarpeeksi kyetäkseen antamaan asiakkaalle hyvän kuvan eri valintojen vaikutuksesta kokonaishintaan. Myynnin henkilöiden tulisi olla hyvin perehtyneitä tuotteeseen. Yritysostoilla monen yrityksen tuotevalikoima on laajentunut ja myyjien on vaikeaa opetella tuntemaan kaikkia tuotteita ja niiden ominaisuuksia. Konfiguraattori saattaa helpottaa tuotetuntemusta, sillä monien konfiguraattoreiden avulla on valintoja nopeaa muutella. Etuna eri variaatioiden hintojen tietämisestä asiakkaalle on, että joskus asiakas ei välttämättä tiedä mitä tarkoin haluaa. Tällöin eri vaihtoehtojen hintaerot voivat olla lopulliseen valintaan vaikuttava tekijä.

Konfiguroitavien tuotteiden valintamahdollisuuksia porrastaminen on yritykselle vaikea tuotepoliittinen päätös. Porrastuksessa on määriteltävä porrastuksen tiheys ja vaihtoehdot, joita tarjotaan. Porrastuksen tiheys riippuu kysynnästä. Esimerkiksi jos yritys tarjoaa moottorin tehon arvoja väliltä 1-10W. Kysyntä on 1-4 watin moottoreille suurinta ja yli neljän watin moottoreita kysytään huomattavasti vähemmän. Tällöin valintamahdollisuudet voi

esimerkiksi porrastaa siten, että tarjotaan esimerkiksi tehoja 1W, 2W, 3W, 4W, 7W ja 10W.

Toinen esimerkki asiakastoiveiden porrastamisesta esittää konfiguroitavan tuotteen painon ja hinnan suhdetta asiakkaan tarpeeseen nähden. Esimerkiksi jos nosturin nostokyky on yksi varioituva ominaisuus, voidaan päättää tarjota nostokykyjen maksimiarvoina 100 kg, 500 kg, 1000 kg ja 1500 kg. Asiakastoiveista syntyy porrasmainen taulukko, johon asiakkaan tulee verrata omaa nostotarvettaan. Esimerkiksi, jos asiakkaan nostotarve on 750 kg, hän joutuu valitsemaan 1000 kg:n nostokyvyn. Aina jos asiakkaan oma tarve ei satu juuri yrityksen valitsemiin arvoihin, joutuu hän valitsemaan itselleen liian suuren nostokyvyn. Tämä saattaa nostaa tuotteen massaa sekä myös hintaa. Jos hän tilaisi tuotteen projektituotteena, hän todennäköisesti saisi juuri 750 kg:n nostokyvyllä suunnitellun nosturin. Konfiguroitavan tuotteen hinta ei todennäköisesti projektituotteeseen verrattuna ole kalliimpi, vaikka asiakas joutuu ottamaan isomman nosturin, sillä konfiguroitavan tuotteen tuotekehitys- ja tuotantokustannukset ovat todennäköisesti projektituotetta pienemmät. Hinta on silloin kalliimpi, jos verrataan tilanteeseen, jossa yritys olisi päättänyt tarjota yhtenä vaihtoehtona 750 kg:n nostokykyä. Asiakkaalle vaikeita tilanteita syntyy esimerkiksi silloin, jos tarve on 550 kg. Silloin hänen tulee tarkoin laskea selviääkö hän ehkä 500 kg:n nostokyvyllä vai tuleeko hänen ottaa 1000 kg:n nostokyky. Tällöin laitteen massa ja hinta saattavat olla huomattavasti asiakkaan tarvetta suuremmat. Kuvassa **14** on esitetty asiakastoiveiden porrasmaisuus ja yksittäisen asiakastoiveen sijoittuminen valinnanmahdollisuuksien kanssa.



Kuva 14. Yksittäisen asiakastoiveen sijoittuminen valinnanvaihtoehtojen suhteen.

Konfiguroitavan tuotteen volyymi karkeasti arvioituna tulee olla useista kymmenistä tuhansiin kappaleisiin vuodessa, jotta tuotetta olisi järkevää ja kannattavaa konfiguroida. Yksittäis- tai pienimenekkisiä tuotteita ei kannata konfiguroida. Tällöin konfigurointiin siirtymisestä aiheutuneet kiinteät kustannukset jakaantuvat liian pienelle tuotantomäärälle. Minimimäärän tulee olla muutama kymmenen vuodessa, mieluummin muutama sata. Minimimäärää on vaikeaa tarkentaa, sillä yrityskohtaisia eroja löytyy. Pienen volyymin tuotteille voi olla kannattavaa konfiguroida osittain rajaamalla tuotteesta konfiguroitavissa oleva osa ja projektiluontoisesti suunniteltava osa erikseen. Yläraja konfiguroinnille on tuhansia kappaleita vuodessa. Täysin massatuotetta ei kannata konfiguroida, koska konfiguroinnilla ei suurivolyymisella massatuotteella saavuteta asiakkaalle lisäarvoa. Esimerkkinä kahvinkeitin; asiakkaalle on tärkeintä saada kahvinkeitin edullisesti ja nopeasti suoraan kaupan hyllyltä.

Konfiguraattoria kannattaa käyttää, jos tuote on monimutkainen, mutta jos tuote on hyvin yksinkertainen, ei konfiguraattorilla välttämättä saavuteta mitään lisähyötyä. Manuaalisesti konfigurointi voi olla ihan yhtä tehokasta. Manuaalisesti konfiguroidessa myyjän tulee tuntee tuote hyvin ja tietää tarkoin mitä tekee. Myyjällä voi esimerkiksi olla käytössä hyvin suunnitellut tilauskaavakkeet, joiden avulla asiakastoiveista syntyy tuote. Tilauskaavakkeessa voi olla sääntöjä, jotka ohjaavat myyjää tekemään sallittuja valintoja.

3.1.3 Modulointi

Kuten modulointikappaleessa alussa on mainittu, on moduloinnille monia eri näkemyksiä ja määritelmiä. Tämän työn modulointikappaleessa (kappale 2.3) on esitetty muutamien eri tutkijoiden näkemyksiä moduloinnista. Näkemykset moduloinnista vaihtelevat paljon ja tutkimuksien lähtökohtien rajaaminen vaikuttaa myös syntyviin lopputuloksiin.

Teollisuudessa moduuli nimityksen käyttö on erittäin kirjavaa ja monilla yrityksillä voi olla yrityksen sisällä syntyneitä moduulinimityksiä, kuten kustannusmoduuli. Monesti jo moduuli sanan kohdalla törmää alkeellisimpaan virheeseen eli moduulista puhutaan ja kirjoitetaan sanalla moduli. Yhdellä u kirjaimella kirjoitettu moduli on suomenkielellisesti virheellinen. Ainakin tutkimuksessa tulisi ehdottomasti opetella kirjoittamaan moduuli oikein.

Moduulin määrittelemisessä olisi yksinkertaisinta rajata moduuli kappaleessa 2.3 esitetyn määritelmän mukaan ennalta suunnitelluksi standardisoiduksi yksiköksi, joka on yhdistettävissä ja vaihdettavissa toisiin moduuleihin. Tämä rajaisi moduulin fyysiseksi irrotettavissa olevaksi osaksi tai osakokonaisuudeksi. Tämän määritelmän mukaan moduuli olisi jonkinlainen lohko, joka voitaisiin liittää toisiin lohkoihin ja moduuliin ei välttämättä liittyisi minkäänlaista toimintoa. Toimintomodulista puhuttaessa tulee moduulin sisältää vähintään yksi toiminto. Toimintoa ei voida jakaa useammalle moduulille. Toimintomodulin ei tarvitse olla fyysisesti erillinen osa tuotteesta. Yleisen moduulin määritelmän mukaan toimintomoduli ei täyttäisi määritelmän ehtoja. Tässä työssä katsotaan toimintomoduli kuuluvan moduulin määrittelyn piiriin.

Jos moduuli on fyysisesti irrotettava kokonaisuus pätee siihen yleinen moduulimääritelmä sekä myös Erixonin (kappale 2.3.2) esittämä kuvaus moduulin kokoonpanosta ja laaduntarkkailusta erillisinä moduuleina. Toimintokohtaisella moduloinnilla voidaan helposti moduloida asiakkaan näkökulmasta. Asiakas valitsee tiettyjä toimintoja, jotka suoraan tarkoittavat joitakin moduuleita.

Erixonin esittämä moduulimalli (kappale 2.3.2) pätee mielestäni hyvin yrityksille, joiden tuotteet ovat vakiintuneita ja asiakastarpeet ovat hyvin tunnistettavissa ja istuvat hyvin tuoterakenteeseen. Toimintomodulit vastaavat valmistusmoduuleita. Näin ollen on helppo luoda toimintokohtaisia moduuleja, jotka sopivat Erixonin ajattelumalliin erillisistä moduulien kokoonpanolinjoista (kuva 11). Erixon ei ole vielä esittänyt, kuinka hänen periaatteensa sopii toiminnoiltaan ja tuoterakenteeltaan vaikealle tuotteelle.

Erixonin moduuliajurimalli on hyödyllinen ja sitä voidaan käyttää lähtökohtana moduulien valinnalle. Esimerkiksi ideariihipohjaisessa tiimityössä moduuliajuriajattelua on helppo viedä eteenpäin. Sen avulla saadaan selville, millaisia tekijöitä osallistujat näkevät tuotteessa olevan ja mitkä ominaisuudet he kokevat tärkeiksi. Moduuliajurien valintaan vaikuttaa paljon ajurien käyttöön osallistuvien henkilöiden mielikuva tuotteesta ja siinä olevien osien tärkeydestä.

Moduulien koko tulee optimoida siten, että se on asiakkaan ja yrityksen kannalta mahdollisimman toimiva. Moduulien jakaminen pieniksi kokonaisuuksiksi helpottaa moduulien ymmärtämistä, mutta silloin moduulien välisien sääntöjen hallinta vaikeutuu. Jos moduulit taas sisältävät liian paljon toimintoja, vaikeutuvat asiakkaan valintamahdollisuudet.

Asiakasnäkökulmasta moduolointi on aina toteutettava toiminnallisella tasolla. Toimintomodulointiin voidaan lisäksi liittää muita modulointiin vaikuttavia tekijöitä ja syitä moduloida. Näitä voi olla mm. suunnittelun, valmistuksen tai logistiikan tarpeet. Kuitenkin aina on muistettava, että asiakasnäkökulma on päätarkoitus. Näin saavutetaan hyödyllinen variointi.

Moduulien välisten rajapintojen määrittämisessä (kappale 2.3.5) tulee huomioda, että pisteytyksen tekevät ihmiset. Tulos voi vaihdella riippuen siitä kuka tai ketkä pisteyttävät vuorovaikutuksia. Paras mahdollinen tulos saadaan

kun pisteytys tehdään ryhmätyönä ja ryhmässä on eri työtehtävissä työskenteleviä henkilöitä. Monikatseinen tuotetuntemus auttaa pääsemään pisteytyksessä mahdollisimman oikeaan lopputulokseen. Pisteytykseen vaikuttaa myös olemassa olevien vastaavien tuotteiden konstruktio. Harvoin kukaan pystyy ajattelemaan puhtaalta pöydältä tilannetta, jos tuotteesta on jo vuosia ollut olemassa tietty rakenne. Pisteytyksen kannalta ideaalisin tilanne on, jos päästään luomaan kokonaan uutta tuotetta. Näin ollen aikaisemman tuotteen rajapintavalinnat eivät vaikuta pisteytykseen.

Rajapintojen välisien vuorovaikutuksien määrittämisessä on tärkeintä määritellä vuorovaikutukset siten kuin suunnittelija niitä käsittelee. Jos suunnittelija käsittelee joitakin vuorovaikutuksia aina yhdessä, ei niitä ole syytä erotella.

Jos moduulit uudistuvat usein ja yhteensopivuuden tarve varaosien muodossa on runsas, on syytä kehittää moduulit yhteensopiviksi molempiin suuntiin. Uusi moduuli sopii vanhojen kanssa ja vanha moduuli sopii uusien kanssa yhteen. Rajapinta säilyy koko ajan samana. Kannattaa kuitenkin varoa, ettei vanhoista tuotteista tule rajoitteita uusille moduuleille. Yleensä on tapana kehittää uusi moduuli yhteensopivaksi vanhaan tuotteeseen, mutta vanha moduuli ei sovi uusien moduulien tai uuden tuotteen kanssa.

3.2 Massaräätelöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin välinen yhteys

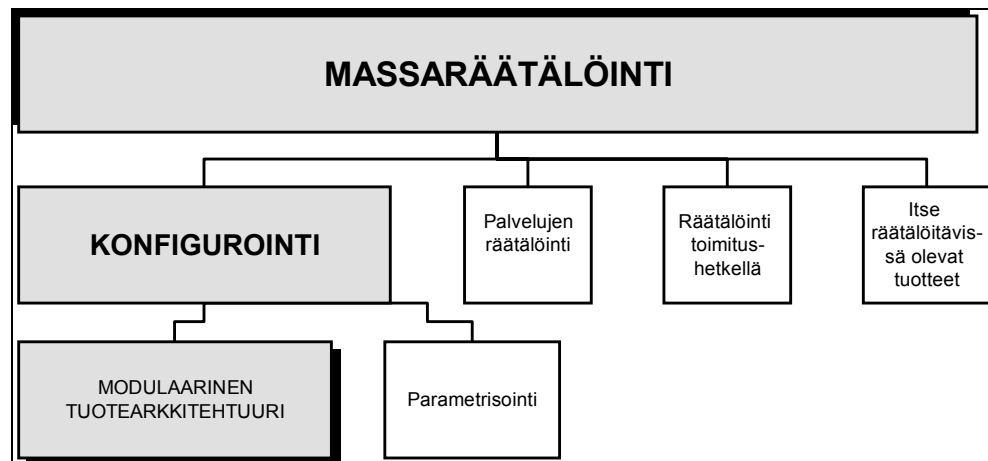
Tässä kappaleessa esitetään massaräätelöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin välinen yhteys. Massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi liittyvät asiakaskohtaisten tuotteiden tuottamiseen. Massaräätälöinti on ylimmän tason käsite, joka sisältää ajatusmallin asiakaskohtaisten tuotteiden tarjoamisesta kustannuksia ja toimitusaikaa nostamatta. Konfigurointi on toimintatapa, jolla asiakaskohtaisia tuotteita voidaan toteuttaa. Modulointi on työkalu, jonka avulla voidaan luoda asiakaskohtaisia tuotteita tai tehostaa yrityksen toimintaa yrityslähtöisillä syillä.

3.2.1 Konfigurointi osana massaräätälöintiä

Massaräätälöinti sisältää eri toteutuskeinoja (kappale 2.1.4). Pine ei ole maininnut kirjassaan konfigurointia ja sen sijoittumisesta massaräätälöinnin toteutuskeinoihin. Tässä työssä on konfiguroinnin ajateltu kuuluvan massaräätälöintiin. Konfiguroinnin tarkoitus on tarjota asiakkaalle konfiguroitavissa olevia tuotteita, jotka on suunnitteluvaiheessa jaettu asiakastarpeet huomioiden varioituviin osiin. Konfigurointi katsotaan kuuluvan kappaleessa 3.1.1 esitetyn Pinen teorian muunnoksen mukaan massaräätälöinnin toteutuskeinoksi yhdessä palvelujen räätälöinti standardituotteen ympärillä, räätälöinti toimitushetkellä ja itse räätälöitävissä olevien tuotteiden kanssa.

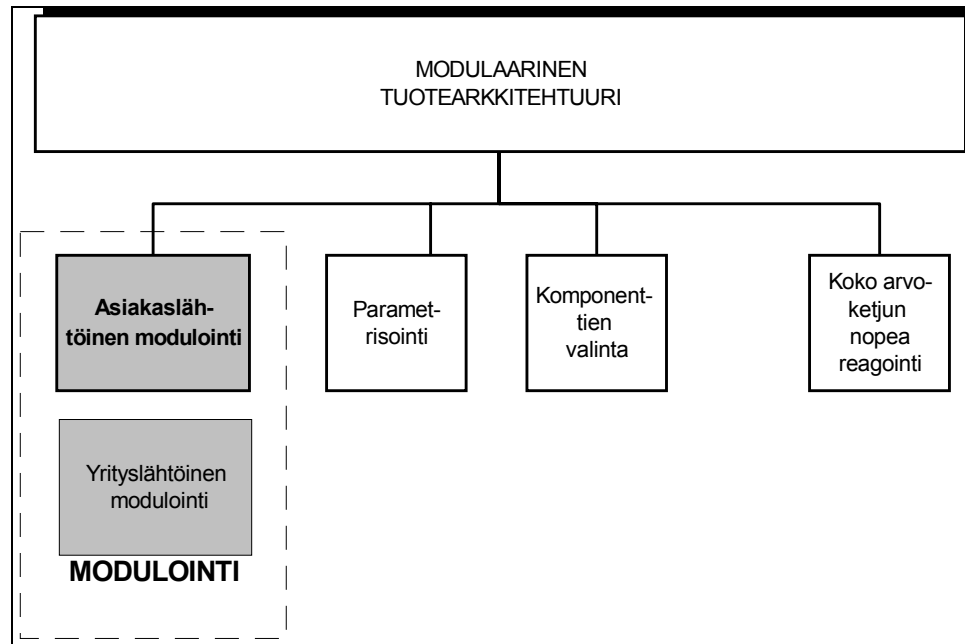
Kuvassa 15 on esitetty massaräätälöinnin ja konfiguroinnin välinen yhteys. Kuvassa on käytetty massaräätälöinnistä kappaleessa 3.1.1 esitettyä mallia, jossa viisi eri tapaa tarjota asiakaskohtaisia tuotteita on jaettu toteutustasolle sekä työkalutasolle. Konfigurointi sijoittuu toteutustasolle yhdessä palvelujen räätälöinnin standardituotteen ympärillä, itse räätälöitävissä olevien tuotteiden kehittämisen sekä toimitushetkellä räätälöitävien tuotteiden kanssa. Konfigurointi toteutetaan pääsääntöisesti modulaarisella tuotearkkitehtuurilla. Modulaarinen tuotearkkitehtuuri mahdollistaa tuotteen jakamisen konfiguroitaviin osiin tai osakokonaisuuksiin. Modulaarinen tuotearkkitehtuuri sisältää asiakaslähtöisen moduloinnin, parametrisoinnin sekä komponenttien valinnan (kuva 16). Konfigurointi voidaan toteuttaa myös ilman modulaarista tuotearkkitehtuuria. Tällöin puhutaan parametrisoinnista. Konfiguroitavuus syntyy parametrien avulla. Parametrisoinnin avulla toteutettu konfigurointi on harvinaista.

Kuvassa on pyritty selventämään konfiguroinnin yhteyttä massaräätälöintiin. Muihin massaräätälöinnin toteutuskeinoihin, kuin konfigurointi, ei ole kuvan sisällössä puututtu.



Kuva 15. Massaräätälöinnin ja konfiguroinnin välinen yhteys.

Konfigurointi liittyy joiltakin osin Pinen mainitsemista massaräätälöinnin toteutustavoista räätälöintiin toimitushetkellä. Nämä eroavat toisistaan siten, että toimitushetkellä räätälöitävissä oleviin tuotteisiin räätälöidään standardisoituun perusyksikköön toimitushetkellä asiakaskohtainen osa. Esimerkiksi keilapallon reiät. Kaupassa oston yhteydessä keilapalloon porataan asiakkaalle sopivat reiät. Tällöin reiät ovat juuri tietylle asiakkaalle sopivaksi. Konfiguroitu tuote taas koostuu kokonaan etukäteen valituista komponenteista. Keilapallon tapauksessa asiakkaan tulisi valita valmiista reikävaihtoehdoista itselleen lähinnä sopiva. Räätälöinnissä toimitushetkellä viimeinen asennusvaihe, eli tässä esimerkkitapauksessa reikien poraaminen tapahtuu kokeiluperiaatteella. Tapahtumaan ei liity systemaattista reikien paikkojen määrittämistä, vaan reikien poraaja asettelee asiakkaan käden pallon pinnalle ja hakee oikeat paikat. Todennäköistä on, että poraamista ei ole määritelty konfigurointimallin avulla ja keilapalloa ei ole mallinnettu konfiguroitavaksi. Konfigurointiin vaikuttaa toimintatapa ja prosessi. Konfiguroitavalle tuotteelle tulee olla määritelty konfigurointimalli. Tuote olisi konfiguroitava, jos keilapallon voisi tilata internetistä ja tilauksen yhteydessä olisi kehitelty laskentakaava määrittämään reikien paikat ja reiät porattaisiin laskelmien perusteella. Jos taas tuotteen kokoonpanoon sisältyy kokeiluelementti voidaan puhua korkeinaan osakonfiguroitavasta tuotteesta.



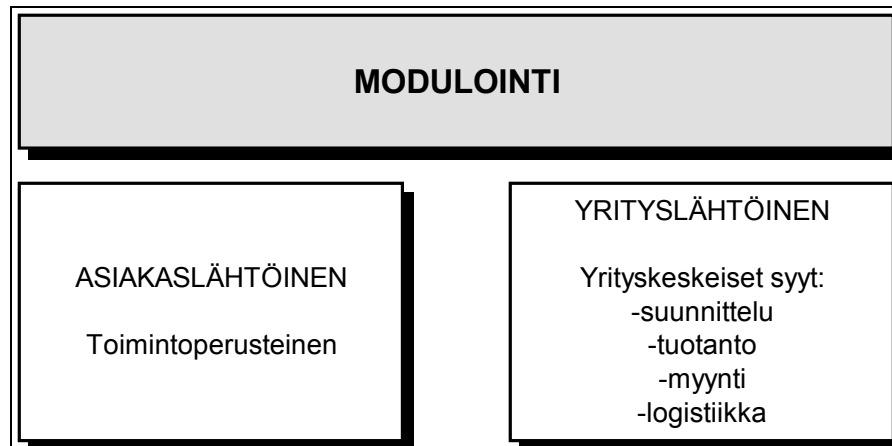
Kuva 16. Modulaarisen tuotearkkitehtuurin toteutustavat.

Konfigurointiin liittyvä modulaarinen tuotearkkitehtuuri voidaan toteuttaa muillakin työkaluilla kuin moduloinnilla. Modulaarisella tuotearkkitehtuurilla tarkoitetaan tuoterakennetta, joka koostuu moduuleista tai moduuleihin verrattavissa olevista osista. Muita työkaluja toteuttaa modulaarinen tuotearkkitehtuuri on parametrisointi ja komponenttien valinta. Parametrisoinnilla komponenteille voidaan konfiguroinnissa määritellä useita parametreja eli arvoja. Parametrisillä komponenteilla voidaan pienentää komponenttien lukumäärää. Valittavat komponentit ovat yksittäisiä komponentteja, joita valitaan konfiguroinnissa. Tämä eroaa moduloinnista siten, että yksittäiset komponentit eivät toteuta moduulin määritelmää (kappale 2.3). Yksittäisiä komponentteja ovat esimerkiksi tuotteeseen liitettävät pyörät. Asiakaslähtöinen modulointi, parametrisointi ja komponenttien valinta perustuvat kaikki modulaariseen tuotearkkitehtuuriin. Vaikka valinnat olisivatkin yksittäisiä tai parametrisiä komponentteja, on niistä koostuva tuote modulaarinen. Moduuleja tai komponentteja yhdistävät rajapinnat ja säännöt niiden sopivuudesta toisiinsa.

3.2.2 Moduointi osana konfigurointia

Moduointi on yksi massaräätälöinnin ja konfiguroinnin työmenetelmä, jonka avulla tuote voidaan jakaa asiakastarpeet huomioiden moduuleihin. Näin ollen asiakaskohtaisten tuotteiden tuotekehitys, suunnittelu ja valmistus on yksinkertaisempaa. Moduointia voidaan käyttää apuna massaräätälöinnin kaikissa toteutustavoissa, mutta konfiguroinnissa moduointi on havaittu erityisen hyödylliseksi ja tehokkaaksi työkaluksi.

Toimintokohtainen moduointiperiaate tukee konfigurointia. Toimintokohtaisella moduloinnilla tarkoitetaan tässä työssä myös asiakaslähtöistä moduointia. Toimintokohtaisen moduloinnin avulla voidaan tuote jakaa eri toiminnoista koostuviin toisistaan riippumattomiin tai väljästi riippuviin osiin, ja tuotetta on konfiguroinnilla helppo varioida. Vain asiakaslähtöisellä moduloinnilla on vaikutusta konfigurointiin. Muut moduointisyyt tukevat yrityksen toimintaa. Muita moduointisyytiä kutsutaan yrityslähtöisiksi syiksi ja muusta syystä, kuin asiakaslähtöisestä, moduointia yrityslähtöiseksi moduloinniksi. Yrityslähtöisellä moduloinnilla voidaan kehittää tilaus-toimitusprosessia ja sitä kautta tuottaa asiakkaalle lisäarvoa esimerkiksi nopeutuneen toimituksen myötä. Toisaalta taas yrityslähtöinen moduointi voi parantaa yrityksen sisäistä toimintaa sen kuitenkaan näkymättä asiakkaalle. Pääosin voidaan sanoa, että yrityslähtöinen moduointi ei tuota asiakkaalle lisäarvoa. Esimerkiksi logistiikan parantamiseksi suoritettu moduointi helpottaa tuotteen kuljetusta asiakkaalle. Asiakkaalle on kuitenkin aivan sama, kuinka tuote hänelle kuljetetaan, kunhan se vain toimitetaan oikeaan paikkaan oikeaan aikaan kohtuullisin kustannuksin. Muita yrityslähtöisiä syitä moduointiin ovat esimerkiksi suunnittelun, valmistuksen tai myynnin tarpeet. Asiakaslähtöiseen toimintomodulointiin voidaan liittää yrityksen omia syitä, mutta ne tulee toteuttaa supistamatta asiakaskohtaisuutta. Kuvassa **17** on esitetty moduloinnin jakaminen asiakas- ja yrityslähtöiseen moduointiin. Optimaalista olisi jos nämä voitaisiin yhdistää, mutta käytännössä se on monesti mahdotonta. Tämä sen takia, koska harvoin asiakkaan tarpeet ja yrityksen tarpeet on mahdollista määritellä samoin moduulivalinnoin.



Kuva 17. Moduloinnin jakaminen asiakas- ja yrityslähtöiseksi.

3.2.3 Modulointi osana massaräätälöintiä

Moduloinnilla voidaan toteuttaa myös muita massaräätälöinnin toteutuskeinoja, kuin konfigurointi. Palveluja standardituotteen ympärillä voidaan moduloida asiakkaalle sopiviksi paketeiksi. Toimitushetkellä räätälöinnissä modulaarinen tuotearkkitehtuuri nopeuttaa kokoonpanoa ja itse räätälöitävissä olevia tuotteita voidaan toteuttaa modulaarisina. Modulointia voi olla asiakaslähtöistä, mutta esimerkiksi itse räätälöitävissä olevien tuotteiden modulointi perustuu yrityslähtöisiin syihin. Yritys haluaa moduloinnin avulla tehostaa tuotantoa, mutta asiakkaalle ei modulointi tuota suoranaista lisäarvoa.

3.3 Asiakas

3.3.1 Lähtökohtana asiakasnäkökulma

Lähtökohtana massaräätälöinnille, konfiguroinnille ja moduloinnille on asiakastarpeiden parempi tyydyttäminen kannattavasti ja nopeasti. Yritysten välinen kasvanut kilpailu on saanut yritykset kehittämään uusia toimintamalleja asiakkaiden määrän kasvattamiseksi ja tuotteiden tarjoamiseksi kannattavalla hinnalla. Vielä vuosikymmen sitten yritykset tuottivat pääasiassa joko massatuotteita tai täysin asiakastarpeita vastaavia projektituotteita. Nykyään asiakkaiden tarpeet ovat kasvaneet räjähdysmäisesti ja monen alan massatuotteilta on alettu vaatia erilaisia variaatioita. Projektituotteita

valmistavat yritykset ovat alkaneet pohtimaan kannattavampia keinoja hallita asiakaskohtaisia tuotteita. Tämä on vaatinut tyydytettävien asiakastarpeiden rajaamisen siten, että vaihtoehdot kattavat mahdollisimman monen ennalta valitun markkinasegmentin asiakkaan tarpeet. Asiakkaiden tarpeiden kasvuun on syynä mm. laajentuneet markkina-alueet, ja siten erilaiset kulttuurierot, sekä kasvanut kuluttajatietous.

3.3.2 Asiakaskohtaisuuden tärkeyden merkitys

Asiakkaat vaativat tulevaisuudessa yhä enemmän ja laajemmalla tuotealalla asiakaskohtaisia tuotteita. Niiden tuottamiseen ja toimittamiseen tullaan kehittämään nykyistä kannattavampia keinoja. Konfigurointi on viime vuosien aikana yleistynyt useissa yrityksissä ja nykyään konfiguroidaan paljon erilaisia tuotteita eri teollisuuden aloilta. Joissakin tuotteissa on todettu osakonfiguroinnin olevan kannattavin vaihtoehto. Osakonfiguroinnissa tuotetta konfiguroidaan tiettyjen toimintojen tai komponenttien osalta. Loppu osa tuotteesta suunnitellaan asiakaskohtaisena.

Yrityksille asiakaskohtaisten tuotteiden tuottaminen on massatuotetta kalliimpaa, joten monet yritykset ovat joutuvat pohtimaan, millaisia tuotteita aiotaan jatkossa tarjota. Hyvin suunniteltu standardituote voi olla joissakin tapauksissa kannattavin ja asiakkaallekin myönteisin vaihtoehto. Standardoinnin etuina yritykselle ovat mm. suunnittelun, nimikkeiden määrän ja varastointitarpeen väheneminen. Asiakkaalle standardoinnista on hyötyä esimerkiksi hintojen alenemisella ja toimitusaikojen lyhenemisellä.

Tärkeä seikka moduuliperusteisessa konfiguroinnissa on valita oikeat toiminnot, joiden suhteen konfiguroidaan. Erityisen tärkeää on selvittää tarkoin asiakkaiden tarpeet ja perustaa moduulivalinnat niiden pohjalta määriteltyihin toimintoihin. Näin varmistutaan siitä, ettei konfiguroida asiakkaan kannalta turhaa asiaa ja kasvateta tietämättä kustannuksia turhilla toiminnoilla tilaus-toimitusprosessissa tai tuotteessa. Asiakastarpeiden selvittämiseen on olemassa QFD:n lisäksi myös muita arviointimenetelmiä. Yksi hyvä keino on tehdä kattava asiakaskysely, jossa asiakkaalta itseltään kysytään tuotteeseen liittyviä

kysymyksiä. Suoraan asiakkaalle tehty kysely antavat vääristämättömän kuvan asiakkaiden tarpeista ja toiveista.

Asiakkaalle asiakaskohtaisista tuotteista on etuna se, että asiakas saa aina omiin tarpeisiinsa parhaiten soveltuvan, mutta silti esisuunnitelluista ja testatuista osista koostuvan kokonaisuuden. Massatuote ei täytä asiakkaan henkilökohtaisia tarpeita ja projektituote taas on aina nk. prototyyppi tuotteesta. Aikaisemmin ei ole vastaavanlaista tuotetta välttämättä suunniteltu ja valmistettu. Ainutkertaisen tuotteiden toimivuutta ja optimaalisuutta ei voi täydellä varmuudella taata. Esimerkiksi huollon kannalta ainutkertainen tuote on ongelmallinen. Usein ei ole mitään dokumenttia tuotteen rakenteesta tai siihen tehdyistä korjauksista. Projektituotteen läpimenoaika on pitkä, joten asiakkaan tuotteesta saama hyöty on pienempi kuin nopeasti toimitetulla tuotteella.

3.3.3 Asiakaskohtaisuus osana yritystä

Asiakaskohtaisten tuotteiden tarjoaminen ei ole pelkästään tuotekehityksen, suunnittelun ja myynnin asia, vaan sen tulisi olla osana koko yrityksen toimintaa. Jotta onnistuneesti voidaan muuttaa toimintatapaa asiakaskohtaisempaan suuntaan, vaatii se koko yritykseltä muutosvalmiutta. Koko henkilökunnan tulee tietää uuden toimintatavan tuomat muutokset ja niiden edut yritykselle. Uusien toimintatapojen omaksuminen ja niiden käyttäminen vaatii jokaiselta panostusta. Monesti hankitaan uusia järjestelmiä tukemaan uutta toimintatapaa, mutta järjestelmiä ei osata tai haluta käyttää optimaalisesti.

Yrityksen organisaation tulisi olla mahdollisimman joustava. Jos työntekijät osaavat tehdä useita erilaisia tehtäviä, toiminta on sujuvampaa ja tehtävät eivät kasaudu erikoisosaajien pöydälle. Yrityksen toimintojen pilkkominen pieniksi osiksi helpottaa tehtävien etenemistä.

Tuotekehityksen markkinalähtöinen ajattelutapa auttaa suunnitteluvaiheessa tekemään tuotteeseen taloudellisesti kannattavia ratkaisuja. Tuotekehitys lyö lukkoon monia kannattavuustekijöitä jo tuoterakenteen suunnitteluvaiheessa.

Alihankkijat tulee myös ottaa mukaan toimintatavan muutosprosessiin ja heille tulee antaa koulutusta ja edellytykset toimia uuden toimintatavan mukaisesti. Alihankkijoiden tärkeyttä monet vähättelevät, mutta sitouttamalla alihankkijat hyvin omaan yritykseen, saadaan yhteistyöstä pitkäaikainen ja molemmin puolin joustava.

3.4 Asiakaskohtaisuuden kannattavuuden arviointi

Toimintatapaa muutettaessa on aina syytä miettiä uuden toimintatavan kannattavuutta yritykselle ja osakkeenomistajille. Ennen uuteen toimintatapaan siirtymistä, on syytä tehdä kannattavuuslaskelma hankkeen kannattavuudesta. Yleensä päädytään tekemään suppea kannattavuuden arviointi, sillä laajamittaiseen arviointiin uhrautuu paljon resursseja ja laskelmiin tarvittavan reaaliaikaisen tiedon saanti on usein vaikeaa. Kannattavuuslaskelmissa saadaan usein sellainen tulos kun halutaan, koska monet laskelmissa käytetyt arvot perustuvat karkeisiin arvioihin. Arvoja muuttamalla saadaan usein hyvinkin erilaisia lopputuloksia.

Suppeassa kannattavuuden arvioinnissa perehdytään yleensä vain toimintatavan muutoksesta aiheutuviin välittömiin kustannuksiin ja säästöihin. Välittömät kustannukset ja säästöt ovat helpompi määritellä, koska ne aiheutuvat suoraan muutoksesta. Näitä voivat olla mm. moduloinnilla aiheutuvat säästöt komponenttien käytössä tai varastointikustannuksissa. Välillisiä kustannuksia on vaikeampi määritellä ja joihinkin välillisiin kustannuksiin voidaan määritellä vain suuntaa antavia lukuja. Välillisiä kustannuksia alentaa mm. vähentyneiden virheiden lukumäärä. Jos uudella toimintatavalla vältytään yhdeltä suurelta virheeltä tuotteessa, on se luultavasti kannattavaa.

Kannattavuuslaskelmiin liittyy läheisesti tuotepolitiikka. Yrityksen ylimmän johdon tehtävänä on päättää mitä asiakastoiveita toteutetaan ja tarjotaan asiakkaille. Kannattava toiminta vaatii tuotepolitiikan avulla rajaamaan asiakastoiveita optimaaliselle tasolle. Mahdollisimman monet ennalta määritellyt

asiakastoiveet tulee täyttää, mutta kuitenkin siten, että jokainen erillinen toive tekee tuotteesta asiakkaalle tärkeämmän.

Hinnoittelustrategia tulee määritellä tarkoin. Mikä on asiakaskohtaisuuden hinta ja miten erilaiset valinnat vaikuttavat kokonaishintaan? Asiakaskohtainen tuote on yleensä aina kalliimpi kuin vastaava massatuote. Asiakkaat ovat pääsääntöisesti valmiita maksamaan asiakaskohtaisesta tuotteesta enemmän. Asiakas kokee saavansa asiakaskohtaisesta tuotteesta itselleen kalliimman hinnan verran lisäarvoa. Yksi keino hinnoitella asiakaskohtainen tuote, on määritellä jokaiselle moduulille oma hintansa sen tuotekehityksen ja valmistuksen kustannusten mukaan. Moduuleja hinnoitteleamalla on mahdollisuus ohjata asiakkaita tekemään tiettyjä valintoja. Yrityksen kannalta epäedullinen moduuli maksaa asiakkaalle enemmän riippumatta sen todellisesta kustannuksesta yritykselle. Lisäksi tulee myös huomioida uuden toimintatavan ylläpitoon meneviä kustannuksia ja lisätä ne tuotteen hintaan.

Monissa yrityksissä on mahdotonta tietää mistä tuotteen kokonaiskustannukset muodostuvat. Monien perinteisten standardikustannuslaskentamenetelmien avulla on vaikeaa kohdistaa kustannukset oikein. Asiakaskohtaisiin tuotteisiin perustuvan toimintatavan kustannusten seurantaan sopii hyvin esimerkiksi ABC kustannuslaskentamenetelmä. ABC kustannuslaskentamenetelmän avulla toiminnan tehokkuutta ja kannattavuutta on helpompi seurata tuotekohtaisesti.

Modulointi on yksi hyvä tapa tarjota asiakaskohtaisia tuotteita kannattavasti, koska modulointi perustuu samanlaisuuteen ja toistuvuuden hyödyntämiseen. Samoja komponentteja voidaan usein käyttää eri tuotteissa. Moduloinnilla ja tuoterakenteiden hallinnalla on kustannuksia pienentävä vaikutus.

Tietojärjestelmien tuki uudelle toimintatavalle on yksi mahdollisuus tehostaa toimintaa ja samalla alentaa välittömiä ja myös välillisiä kustannuksia. Hyvällä tuotetiedonhallinnalla ja toiminnanohjauksella voidaan yrityksen toimintaa kehittää standardisoidummaksi ja kannattavammaksi.

3.5 Tietojärjestelmien tarjoama tuki

Asiakaskohtaisten tuotteiden tarjoaminen edellyttää tuotteeseen liittyvän tiedon hyvää hallintaa. Yrityksellä tulee olla mahdollisuudet tuottaa ja käsitellä tietoa virheettömästi ja nopeasti. Tuotetiedonhallinta- (PDM) ja toiminnanohjausjärjestelmät (ERP) ovat keinoja hallita tuotteeseen liittyvää tietoa. PDM- ja ERP-järjestelmät ovat yleistymässä ja niiden etuina ovat tuotetiedon ja tuotannon tietojen saanti oikeaan aikaan oikeassa paikassa. PDM- ja tuotannonohjausjärjestelmät parantavat asiakaskohtaisten tuotteiden tarjontamahdollisuuksia. Järjestelmät kehittyvät tulevaisuudessa enemmän tukemaan eritasoisia tuoterakenteita. Tällä hetkellä konfiguroituvan tuoterakenteen hallintaan soveltuvia PDM- tai tuotannonohjausjärjestelmiä on vähän markkinoilla. Erilaisten konfiguraattoreiden integraatiot PDM -järjestelmiin yleistyvät ja näin ollen tilaus-toimitusprosessi voidaan alusta loppuun hoitaa ilman tiedon uudelleen syöttöä eri järjestelmiin. Joissakin PDM -järjestelmissä on toimintona mahdollista rakentaa konfiguraattori.

Järjestelmien tulee sallia jatkuva toimintaperiaatteiden parantaminen. Usein valittuihin toimintaperiaatteisiin saattaa tulla muutoksia ja silloin muutosten päivittäminen tulee olla vaivatonta. Toimintaperiaatteen toteutus järjestelmän avulla tulee olla hyvin dokumentoitu. Näin ollen muutosten tekeminen on helpompaa. Jos ylläpitoon menee paljon aikaa ja se on hankalaa toteuttaa, jää se todennäköisesti tekemättä.

Tuotteen mallintamiseen tarkoitetut 3D-CAD ohjelmistot ovat monin paikoin yleistyneet. Ne ovat enemmän kuin pelkkiä piirtämisohjelmia, sillä niiden avulla voidaan käsitellä tuotetietoa. 3D-malleilla voidaan hallita tuoterakenteen mekaanista näkymää. Tuoterakenteen mekaanisella näkymällä tarkoitetaan tuoterakennetta mekaniikkasuunnittelijan näkökulmasta. Nykyaikaisilla elektroniikkaCAD -järjestelmillä voidaan komponenttirakenne tuottaa suoraan kuvasta. Myös tuotteen koneistusarvot voidaan suoraan määritellä 3D-mallista.

Yrityksen tietojärjestelmien integrointi helpottaa tiedon kulkua ja saantia. Integroinnin avulla saadaan erilliset järjestelmät kommunikoimaan keskenään.

Integrointi lähettää tietoa järjestelmästä toiseen. Encapsyloinnilla sovellus liitetään järjestelmään siten, että sovellus voidaan avata järjestelmässä. Esimerkiksi word tiedosto voidaan avata PDM:ssä. Siirtoyhteydet ovat myös tärkeitä. STEP rajapinnan käyttö yleistyneenä ja se auttaa siirtoyhteyksissä. STEP on standardi, jonka avulla voidaan siirtää tietoa. STEP standardia on käytetty yleisesti CAD –järjestelmien tiedonsiirrossa, mutta sen avulla voidaan siirtää jopa tuoterakenteita. Konfigurointimallin siirtäminen STEPin avulla on kuitenkin vielä käytännössä mahdotonta.

Internetin merkitys asiakaskohtaisien tuotteiden tarjoamisessa tulee kasvamaan lähivuosina. Konfigurointi voidaan tulevaisuudessa suorittaa suoraan internetin välityksellä. Myyjää ei kaikissa tilauksissa enää tarvita. Asiakas konfiguroi tuotteen internetissä ja tilauksesta muodostuu tuotteen osaluettelo suoraan esimerkiksi PDM –järjestelmään ja siitä edelleen toiminnanohjausjärjestelmään.

Dokumentoinnin vaatimukset kasvavat mitä asiakaskohtaisempia tuotteita tarjotaan. Tuotteiden osaluettelot ovat erilaisia ja niissä voi olla käytetty eri moduuleja. Dokumentoinnin yksi tärkeimpiä tekijöitä on kurinalaisuus. On oltava tarkat säännöt, kuinka asioita dokumentoidaan ja kuka ylläpitää dokumentointia.

Tärkeintä informaation kulussa on se, että informaatio ei jää koskaan seisomaan, vaan kulku paikasta toiseen on joustavaa ja mutkatonta. Tarvittava informaatio tulee aina olla saatavilla oikeassa muodossa ja oikeaan aikaan.

Monet yritykset ovat muuttaneet toimintatapaansa uusien järjestelmähankintojen myötä. Aina ensin pitäisi miettiä uusi toimintamalli ja suunnitella sen toteutus ja sitten vasta hankkia järjestelmä tukemaan sitä. Näin voidaan hankkia juuri omiin tarpeisiin parhaiten sopiva järjestelmä. Jos järjestelmä hankitaan ennen toteutusmallin luomista, saattaa käydä niin, että järjestelmä asettaa toimintatavan muutoksille paljon ehtoja. Lopulta toimintatapa on muutettu järjestelmälle sopivaksi. Näin ollen yrityksen tarpeet muutokselle eivät tule poistetuksi.

Tulevaisuudessa asiakaskohtaisten tuotteiden hallinta ja toimittaminen tulee olemaan vaivattomampaa ja toimintaa tukevia tietojärjestelmiä tullee

olemaan enemmän tarjolla. Näin ollen nykyistä useamman yrityksen on mahdollista siirtyä tarjoamaan asiakaskohtaisia tuotteita.

3.6 Johtopäätökset ja suositukset

Massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi ovat keinoja hallita asiakaslähtöisiä tuotteita kannattavasti. Massaräätälöinti on ylimmän tason käsite, joka sisältää ajatusmallin asiakaskohtaisten tuotteiden tarjoamisesta kustannuksia ja toimitusaikaa nostamatta. Konfigurointi on toimintatapa, jolla asiakaskohtaisia tuotteita voidaan toteuttaa. Modulointi on työkalu, jonka avulla voidaan luoda asiakaskohtaisia tuotteita ja tehostaa toimintaa yritys­lähtöisillä syillä.

Konfigurointi on tehokas massaräätelöinnin toteutustapa ja modulaarinen tuotearkkitehtuuri mahdollistaa parhaiten tuotteen jakamisen konfiguroitaviin osiin tai osakokonaisuuksiin. Modulaarinen tuotearkkitehtuuri sisältää asiakaslähtöisen moduloinnin, parametrisoinnin ja komponenttien valinnan.

Modulointi voidaan jakaa asiakas- ja yritys­lähtöiseen modulointiin. Asiakaslähtöisellä moduloinnilla voidaan konfiguroinnin lisäksi toteuttaa muita massaräätelöinnin toteutuskeinoja. Yritys­lähtöisellä moduloinnilla tuetaan ja tehostetaan yrityksen toimintaa. Yritys­lähtöinen modulointi ei tuota lisäarvoa asiakkaalle.

Asiakkaan merkitys asiakaskohtaisesti muunneltaviin tuotteisiin siirtymisessä on suuri. Ennen asiakaslähtöisiin tuotteisiin siirtymistä tulee tarkoin selvittää asiakkaiden tarpeet. Asiakastarpeiden perusteella määritellään kehiteltävän tuotteen tuoterakenne ja tuotantotapa.

Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden tarjoaminen ei ole pelkästään tuotekehityksen, suunnittelun ja myynnin asia, vaan sen tulisi olla osana koko yrityksen toimintaa. Organisaation tulisi olla mahdollisimman joustava, jotta uusi toimintatapa saadaan sovitettua vanhaan organisaatioon.

Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden kannattavuus tulee tarkoin selvittää. Toiminnan tulee olla kannattavaa yritykselle sekä osakkeenomistajille. Tuotepolitiikan avulla voidaan tarjontaa rajata kannattavammaksi. Kalliiden vaihtoehtojen tarjoamista tulisi välttää.

Tietojärjestelmien tuki uudelle toimintatavalle on tärkeässä asemassa. Tiedon tulee olla nopeasti saatavilla ja tieto ei saa jäädä seisomaan mihinkään. Tiedon dokumentointiin tulee luoda tarkat säännöt ja tietoa tulee ylläpitää jatkuvasti. Järjestelmissä tulee olla aina viimeisin tieto saatavilla.

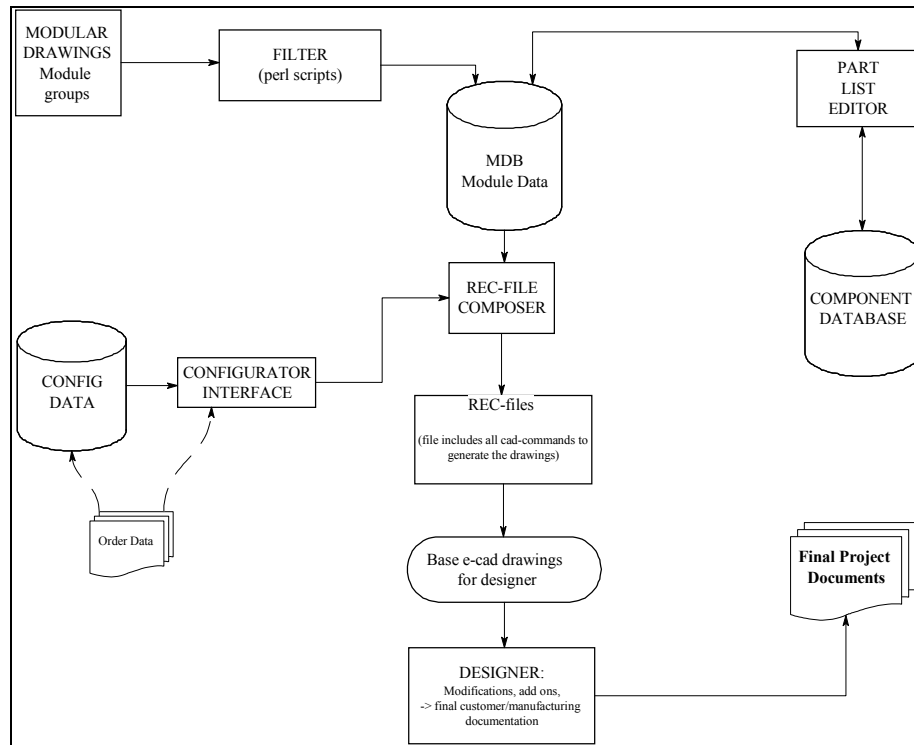
Tulevaisuudessa asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden hallinta ja toimittaminen tulee olemaan vaivattomampaa ja toimintaa tukevia tietojärjestelmiä tulee olemaan enemmän tarjolla. Näin ollen nykyistä useamman yrityksen on mahdollista siirtyä tarjoamaan asiakaskohtaisia tuotteita.

4 ESIMERKKIPROJEKTI: KCI Konecranesin moduolointiperiaatteen tarkastelu

4.1 Projektin sisältö

KCI:n moduolointiperiaatteen tarkoituksena on kehittää nostureiden sähkösuunnittelua. Nostureiden mekaniikkasuunnittelu ei kuulu moduolointiperiaatteen piiriin. Projektit jaotellaan KCI:lla A, B, tai C -projekteihin. A-projektit ovat vaativia ja huomattavasti suunnittelua edellyttäviä projekteja. A-projekteihin sisältyy usein automaatiota. C-projektit ovat komponenttitoimituksia, joihin ei liity suunnittelua. B-projekteihin kuuluu mm. strategisesti tärkeiden markkina-alueiden, kuten paperiteollisuuden prosessinosturit. Nosturit suunnitellaan ja valmistetaan käyttämällä standardikomponentteja. Suunnittelu-aika on lyhyempi kuin A-projekteissa ja B-projektit eivät sisällä automatisointia. Moduolointiperiaatteen olisi tarkoitus tukea juuri näiden B-projektien toimitusta.

KCI:n moduolointiperiaate liittyy osana konfiguroituvaan suunnitteluun siirtymistä. Kuvassa **18** on esitetty moduolointiperiaatteen sijoittuminen asiakaskohtaisten tuotteiden sähkösuunnittelun tietojärjestelmäkaavioon. Järjestelmään kuuluu moduulien ja mahdollisimman yksikäsitteisen tilausrutiinin sekä tietokantasovelluksen kehittäminen.



Kuva 18. KCI:n sähkösuunnittelun järjestelmäkaavio.

4.1.1 Lähtötilanne

Tällä hetkellä sähkösuunnittelu tapahtuu kunkin tilauksen kohdalla yksilöllisenä tapahtumana. Tilauksen tultua tilauslomake menee suunnittelijalle. Työtilauksessa käy ilmi kaikki nosturin toiminnalliset vaatimukset, kuten ohjaukset sekä nosturiin tulevat lisälaitteet. Suunnittelija valitsee omista jo tehdyistä projekteista lähinnä tilausta vastaavan aikaisemmin toimitetun projektin ja muuttaa sen nykyistä tilausta vastaavaksi. Piirustusta muokataan komponenttien ja kytkentöjen osalta. Lisäksi piirustukseen tehdään tarpeen vaatiessa komponenttien lisäyksiä tai poistoja. Jos suunnittelijalta ei löydy vastaavaa aikaisempaa tilausta, hän voi myös ottaa vanhan projektin toiselta suunnittelijalta. Käytännössä on myös ollut toimintojen kopioiminen useista eri projekteista ja niiden yhdistäminen uudeksi tilaukseksi. Esimerkiksi vaunusiirtokoneiston ja valaistuksen piirustukset voidaan kopioida eri tilauksista. Vanhasta projektista kopioinnin huonoja puolia on se, että virheet

kopioituvat uuteen tilaukseen. Lisäksi vastaavan projektin etsimiseen menee paljon aikaa.

Nosturitulauksissa käytetään strategista markkina-alueuokitusta (SMA). SMA määrittelee erilaisten ratkaisujen käytön eri markkina-alueilla. Esimerkiksi paperitehtaan märän pään nosturissa on aina SMA:n mukaan kaksi nostovaunua ja kuivan pään nosturissa nostovaunuja on kolme. SMA:n avulla on määritelty standardiratkaisut tiettyihin sovelluksiin. Eri suunnittelijoilla voi olla erilaisia toteutustapoja näille standardiratkaisuille.

4.1.2 KCI:n sähkösuunnittelua tukevat tietojärjestelmät

KCI:n sähkösuunnittelun työkaluna toimii DDSC sähköCAD. DDSC-piirustus sisältää kaiken komponentti- ja kytkentätiedon. Vaikka piirustuksen kaikki symbolit olisivat samoja, tulee piirustuksen komponentit muuttaa oikeiksi. Tämä sen takia, koska kuvan avulla muodostuu osaluettelo. Modulointiperiaate on rakennettu pääosin käytössä olevan CADin ympärille.

Tuotannonohjausjärjestelmänä on KCI:lla Oraclen tietokantaan tehty LM2000. LM2000:n avulla hallitaan myös tilaukset ja laskutus. CAD-järjestelmällä tehdyt osaluettelot siirretään tuotannonohjausjärjestelmään, jossa määritellään tuotannon kannalta tarvittava tuoterakenne. Moduulit eivät liity tuotannonohjausjärjestelmään, vaan niitä hallitaan ja luodaan ainoastaan CADilla.

4.2 KCI:n tavoitteet modulointiperiaatteelle

Tavoitteena KCI:lla on kehittää sähkösuunnittelua. Sähkösuunnittelua kehitetään pyrkimällä lyhentää suunnittelu-aikaa, yhtenäistää suunnittelua ja nopeuttaa suunnittelun aloittamista. Tarkoituksena on luoda valmiit piirustusmoduulit, joita valitsemalla ja yhdistelemällä suunnittelija voisi lähteä liikkeelle. Piirustus pysyisi aina lähes muuttumattomana. Suunnittelija muuttaisi vain komponenttien arvoja ja lisäominaisuuksia, joita ei perusmoduuliin kannata määritellä etukäteen.

4.3 KCI:n moduointiperiaatteen tarkastelu

Tässä kappaleessa on tarkoitus arvioida KCI Konecranesin nostureiden sähköteknisten osien moduointiperiaatetta. Aluksi tarkastellaan moduointiperiaatteen moduuliryhmä- ja moduulijakoa. Sen jälkeen arvioidaan moduointiperiaatteen kannattavuutta sekä periaatteen suhtautumista tulevaisuuden muutoksiin. Tarkastelu suoritetaan yleisellä tasolla ja lähinnä pyritään esittämään yleisiä ja tärkeimpiä tekijöitä, joita tulee ottaa huomioon ja jotka vaikuttavat oleellisesti moduointiperiaatteeseen.

4.3.1 Moduointiperiaatteen moduuliryhmä- ja moduulijaon arviointi

KCI:n sähkösuunnittelun moduointiperiaatteessa on määritelty moduuliryhmiä ja niihin liittyvät moduulit. Moduointiperiaate kattaa kaikki moduointiin liittyvät toiminnot ja niiden säännöt. Ryhmiä on tällä hetkellä 16. Moduulien lukumäärä vaihtelee ryhmittäin. Jokaiseen moduuliin liittyy yksi tai useampia osaluetteloita. Kaikkiin ryhmiin kuuluvia moduuleita ei ole vielä suunniteltu. Tämä sen takia, koska moduuleja luodaan tarpeen mukaan, eikä etukäteen valmiiksi. Moduuliryhmittäin on etukäteen kehitetty systematiikka, jonka mukaan moduuleja ryhmään suunnitellaan. Jokainen ryhmään kuuluvan moduulin olemassaolo on määritelty ja moduuliin liittyvät toiminnot on todettu. Tällä hetkellä ryhmien ja moduulien luomisessa on keskitytty tärkeiden ryhmien moduulien määrittelyyn. Sisällöltään vähemmän tärkeiden ryhmien moduuleja ja osaluetteloita ei ole vielä määritelty. Moduuliryhmittely tulee vielä elämään jonkin verran ja tässä työssä esitetty moduuliryhmä- ja moduulijako ei välttämättä ole lopullinen.

Taulukossa 4 on esitetty moduuliryhmät ja niihin liittyvien moduulien lukumäärä. Lukumäärä sisältää moduulien määrän ja lisäksi moduuleihin liitettävien makrojen lukumäärän. Makrojen avulla saadaan moduulien määrää pienemmäksi. Makrot ovat piirustusmoduuliin liitettäviä itsenäisiä osia, jotka sisältää kaiken makroon liittyvän komponenttitiedon. Makron avulla voidaan piirustukseen liittää jokin toiminto itse piirustusta muuttamatta. Taulukossa osuus/projekti ilmaisee kuinka usein kyseinen ryhmä esiintyy tilausprojekteissa. Kaikki moduulit eivät ole tarpeellisia kaikissa nostureissa. Moduuleja ryhmästä

voi esiintyä eri määriä. Osaluetteloita/moduuli sarakkeessa on arvioitu jokaiseen moduuliin liittyvien osaluetteloiden lukumäärä. Kaikille ryhmille ei ole vielä tehty arviota, joten taulukossa esiintyy myös ei määriteltymiä kohtia.

Taulukko 4. Moduuliryhmien moduulien ja osaluetteloiden arvioidut määrät sekä esiintymisprosentit.

Moduuli	Lukumäärä (moduulit+makrot)	Osuus/projekti %	Moduuleja/projekti	Osaluetteloita/moduuli (noin arvo)
Virransyöttö	2+2	100	1	200
Valinta	215	80	1	6
Dynah (noston säädin)	24	100	1-4	72
Dynac (sillan/vaunusiirron säädin)	6	100	2-4	84
Nostovaunu, nostoliike	24	100	1-4	50
Ylikuormasuojia, kunnonvalvontayksikkö	9	100	1-4	4
Nostovaunu, siirtoliike	4	100	1-3	20
Silta, siirtoliike	10	100	1	20
Riippuohjain	4+23	70	1	2
Ohjaamo	3+23	30	1	2
Radio-ohjain	5+10	50	1	ei määritelty
Kaapelirumpu	ei määritelty	60	1	ei määritelty
Kuormauselin	ei määritelty	30	1	ei määritelty
Kääntyvä koukku	ei määritelty	30	1	ei määritelty
Valaistus ja lämmitys	ei määritelty	80	1	ei määritelty
Ilmastointi	ei määritelty	30	1	ei määritelty
Yhteensä	352			460

Taulukosta näemme, että moduulien lukumäärä ryhmissä vaihtelee paljon. Moduulien lukumäärään vaikuttaa moduuliryhmän sisältämien toimintojen määrä ja laajuus. Esimerkiksi valinnan ryhmässä toimintoja on niin paljon, että moduulien lukumäärän pienentäminen on vaikeaa. Muissa ryhmissä toimintoja on vähemmän ja moduulien lukumäärä on kohtuullisempi.

Moduulien lukumäärä vaikuttaa valintasääntöihin. Mitä enemmän moduuleja on, sitä monimutkaisempia valintasäännöistä tulee. Moduuliryhmiin kuuluvien moduulien lukumäärä tulisi olla mahdollisimman optimaalinen.

Moduulit ovat ylläpidettävyyden kannalta suuritöisempiä kuin osaluettelot. Moduulien lukumäärää tulee pienentää, mutta niihin liittyviä osaluetteloita voi olla suurikin määrä. Osaluetteloiden suuri määrä ei kasvata ylläpidettävyyttä merkittävästi.

Modulointiperiaatteen laajuus aiheuttaa ongelmia ylläpidon kannalta. Modulointiperiaate tulee olla hyvin dokumentoitu ja määritelty.

Moduolointiperiaatteen tuntemus tulee jakaa useille eri henkilöille, jotta vältetään henkilöstön vaihtumisesta johtuvilta riskeiltä. Ylläpito kannattaa keskittää muutamille henkilöille. Tällöin ylläpito tulee hoidetuksi järjestelmällisesti. Jos kuka tahansa voi ylläpitää periaatetta, syntyy jatkossa ristiriitaisuuksia. Ylläpidettävyyden kannalta olisi suositeltavaa, että moduolointiperiaate esitettäisiin tietokantamuodossa. Näin vältetään ristiin viittauksilta, koska samaa tietoa ei tarvitse esittää useassa eri paikassa.

Moduuliryhmän tulisi sisältää moduuleja, joita esiintyy kannattavan useasti. Taulukossa **5** ja **6** on esitetty moduuliryhmien moduulien esiintymistodennäköisyys. Taulukossa on kaikki moduuliryhmään kuuluvat moduulit ja moduulien arvioitu esiintymistodennäköisyysprosentti. Moduulien koodi on määritelty moduuliryhmittäin. Koodiin on sisälletty moduulin valintaan eniten vaikuttavia ominaisuuksia. Koodissa käytettävillä kirjaimilla tai numeroilla on eri merkitys eri ryhmissä.

Talukosta **5** voimme nähdä, että Dynahoistin moduuleja esiintyy kaikkia todennäköisesti sadassa tilauksessa. Dynahoist moduuliryhmän moduulit liittyvät nosturin nostoliikkeen nopeudensäätöön. Dynahoist moduuliryhmän eniten esiintyvät moduulit sisältävät OP ja P tunnuksen koodissa. OP tunnus merkitsee moduulissa sitä, että kaikki säätimen ohjaussignaalit oletetaan tulevan toisista moduuleista. Mitään tiettyä ohjaustapaa ei ole määritelty valmiiksi. P tarkoittaa koodissa sitä, että moottorin pyörimisnopeudesta ei ole takaisinkytkentää.

Dynahoist moduuliryhmän moduulit ovat hyvin määriteltyjä ja valittuja, sillä näyttäisi siltä, että kaikkia moduuleja tulee esiintymään seuraavan kahden vuoden aikana ja näin ollen Dynahoist moduuliryhmän moduulien ylläpito on kannattavaa.

Dynac moduuliryhmän moduulit liittyvät siirtoliikkeen nopeudensäätöön. Dynac moduuliryhmän kuusi moduulia esiintyvät kaikki melko usein ja näin ollen tämän ryhmän moduulivalinta ja määrä on riittävä ja onnistunut. Dynac moduuliryhmän moduulien määrä on tarpeeksi pieni, mutta silti näiden moduulien avulla voidaan toteuttaa mahdolliset variaatiot.

Noston moduuliryhmän moduuleja on 24 ja näiden esiintymistodennäköisyydessä on paljon hajontaa. Noston tärkeimmät ja siten etusijalla suunnittelussa olevat moduulit ovat ne, joiden esiintymistodennäköisyys on yli 10%. Nämä moduulit tulisi määritellä ryhmästä ensin. Tässä ryhmässä on paljon yhden prosentin todennäköisyydellä esiintyviä moduuleja ja niiden osalta tulee miettiä sisällytetäänkö niitä ollenkaan moduolointiperiaatteen piiriin. Harvoin esiintyvien moduulien ylläpito pienentää kannattavuutta ja kasvattaa työmäärää.

Taulukko 5. Dynahoist, Dynac ja Noston moduuliryhmien moduulien esiintymistodennäköisyys.

Ryhmä		Dynahoist					
Moduuli	%	Moduuli	%	Moduuli	%	Moduuli	%
DHPS1OP	14	DHNL1OP	2	DHNS1PO	2	DHPC1PO	6
DHPS2OP	10	DHNL2OP	2	DHNS2PO	2	DHPC2PO	1
DHPS1PO	8	DHNL1PO	2	DHPL1OP	4	DHNC1OP	1
DHPS2PO	6	DHNL2PO	2	DHPL2OP	1	DHNC2OP	1
DHNS1OP	4	DHPC1OP	12	DHPL1PO	4	DHNC1PO	1
DHNS2OP	3	DHPC2OP	10	DHPL2PO	1	DHNC2PO	1

Ryhmä		Dynac					
Moduuli	%	Moduuli	%	Moduuli	%	Moduuli	%
DC11PO	20	DC13PO	15	DC22PO	10		
DC11OP	25	DC13OP	20	DC33PO	10		

Ryhmä		Nosto					
Moduuli	%	Moduuli	%	Moduuli	%	Moduuli	%
HT1P1C	12	HT1P4C	1	HT1P2L	1	HT2N2C	1
HT1N1C	2	HT1N4C	1	HT1N2L	10	HT2N2L	5
HT1P1L	18	HT1P4L	1	HT1P3C	2	HT2N3C	1
HT1N1L	6	HT1N4L	1	HT1N3C	1	HT2N3L	5
HT1P2C	6	HT2N1C	1	HT1P3L	4	HT2N4C	1
HT1N2C	6	HT2N1L	5	HT1N3L	2	HT2N4L	1

Talukossa 6 on valinnan moduuliryhmän moduulien esiintymistodennäköisyys. Valinnan moduuliryhmä on moduolointiperiaatteen suurin ryhmä ja siten esiintymistodennäköisyys on monilla moduuleilla nolla. Tietyn ominaisuuden omaavat moduulit esiintyvät usein, mutta näidenkin joukossa on myös harvoin esiintyviä moduuleja. Valinnan moduuliryhmä sisältää paljon moduuleja, joita ei esiinny todennäköisesti koskaan tai ainakaan kymmeneen vuoteen. Tämä ryhmä vaikuttaa vielä liian suurelta ja tulisikin

miettiä, voidaanko ryhmää pienentää. Valinnan moduulien määrää voidaan yrittää pienentää esimerkiksi yrittämällä löytää jokin yhteinen tekijä joistakin moduuleita. Näin ollen joitakin ominaisuuksia voitaisiin siirtää osaluettelotasolle.

Taulukko 6. Valinnan moduuliryhmän moduulien esiintymistodennäköisyys.

Ryhmä		Valinta							
Moduuli	%	Moduuli	%	Moduuli	%	Moduuli	%	Moduuli	%
SET12A	2	SEP22A	2	SEP32A	0	SEP42A	0	SECE1N	0
SET12B	0	SEP22B	0	SEP32B	0	SEP42B	0	SECE2A	0
SET12E	2	SEP22E	2	SEP32E	0	SEP42E	0	SECE2B	0
SET13C	0	SEP23C	1	SEP33C	0	SEP43C	0	SECE2E	0
SET13D	0	SEP23D	1	SEP33D	0	SEP43D	0	SECE3C	0
SET13E	0	SEP23E	0	SEP33E	0	SEP43E	0	SECE3D	0
SET14A	2	SEP24A	2	SEP34A	0	SEP44A	0	SECE3E	0
SET14B	2	SEP24B	2	SEP34B	0	SEP44B	0	SECE4A	0
SET14E	0	SEP24E	0	SEP34E	0	SEP44E	0	SECE4B	0
SET15C	0	SEP25C	0	SEP35C	0	SEP45C	0	SECE4E	0
SET15D	0	SEP25D	0	SEP35D	0	SEP45D	0	SECE5C	0
SET15E	0	SEP25E	0	SEP35E	0	SEP45E	0	SECE5D	0
								SECE5E	0
SEC22A	1	SEC32A	1	SEC42A	0	SERA1A	1	SECF1N	0
SEC22B	0	SEC32B	0	SEC42B	0	SERA2A	1	SECF2A	0
SEC22E	1	SEC32E	1	SEC42E	0	SERA2B	0	SECF2B	0
SEC23C	1	SEC33C	1	SEC43C	0	SERA2E	0	SECF2E	0
SEC23D	1	SEC33D	1	SEC43D	0	SERA3C	1	SECF3C	0
SEC23E	0	SEC33E	0	SEC43E	0	SERA3D	0	SECF3D	0
SEC24A	1	SEC34A	1	SEC44A	0	SERA3E	0	SECF3E	0
SEC24B	1	SEC34B	1	SEC44B	0	SERA4A	1	SECF4A	0
SEC24E	0	SEC34E	0	SEC44E	0	SERA4B	0	SECF4B	0
SEC25C	1	SEC35C	1	SEC45C	0	SERA4E	0	SECF4E	0
SEC25D	1	SEC35D	1	SEC45D	0	SERA5C	1	SECF5C	0
SEC25E	0	SEC35E	0	SEC45E	0	SERA5D	0	SECF5D	0
						SERA5E	0	SECF5E	0
SERB1N	0	SERC1N	0	SERD1N	0	SERE1N	0	SECC1N	0
SERB2A	5	SERC2A	3	SERD2A	0	SERE2A	0	SECC2A	0
SERB2B	5	SERC2B	3	SERD2B	0	SERE2B	0	SECC2B	0
SERB2E	0	SERC2E	0	SERD2E	0	SERE2E	0	SECC2E	0
SERB3C	5	SERC3C	3	SERD3C	0	SERE3C	0	SECC3C	0
SERB3D	5	SERC3D	3	SERD3D	0	SERE3D	0	SECC3D	0
SERB3E	0	SERC3E	0	SERD3E	0	SERE3E	0	SECC3E	0
SERB4A	5	SERC4A	3	SERD4A	0	SERE4A	0	SECC4A	0
SERB4B	5	SERC4B	3	SERD4B	0	SERE4B	0	SECC4B	0
SERB4E	0	SERC4E	0	SERD4E	0	SERE4E	0	SECC4E	0
SERB5C	5	SERC5C	3	SERD5C	0	SERE5C	0	SECC5C	0
SERB5D	0	SERC5D	0	SERD5D	0	SERE5D	0	SECC5D	0
SERB5E	0	SERC5E	0	SERD5E	0	SERE5E	0	SECC5E	0
SECA1N	0	SECB1N	0						
SECA2A	1	SECB2A	0						
SECA2B	0	SECB2B	0						
SECA2E	0	SECB2E	0						
SECA3C	1	SECB3C	0						
SECA3D	0	SECB3D	0						
SECA3E	0	SECB3E	0						
SECA4A	1	SECB4A	0						
SECA4B	0	SECB4B	0						
SECA4E	0	SECB4E	0						
SECA5C	1	SECB5C	0						
SECA5D	1	SECB5D	0						
SECA5E	0	SECB5E	0						

4.3.2 Kannattaako moduolointiperiaatteen suunnitteleminen ja ylläpito

Kuten edellisestä kappaleesta jo havaittiin sisältävät moduuliryhmät vielä paljon moduuleita, joita ei todennäköisesti tehdä koskaan. Nämä moduulit kuormittavat turhaan moduolointiperiaatetta ja kasvattavat omalta osaltaan työmäärää ja kustannuksia. Kannattavuuden ja periaatteen selkeyden takia hyödyttömät moduulit tulisi poistaa moduolointiperiaatteen piiristä.

Moduuliryhmän ensimmäisen moduulien toteuttaminen on työläämpää kuin vanhasta projektista kopioiminen ja muutosten tekeminen. Seuraavat moduuliryhmän moduulit ovat ensimmäistä moduulia nopeampia tehdä, koska moduuliryhmän moduulien määrittämissäännöt ovat jo luotu ensimmäisen moduulin tekovaiheessa ja ensimmäistä moduulia voidaan käyttää konkreettisena mallina seuraaville moduuleille. Ryhmän ensimmäiseksi tehtäväksi moduuliksi kannattaa valita moduuli, joka varmasti esiintyy usein tulevaisuissa tilauksissa. Näin ollen se todennäköisesti esiintyy jopa 3-4 kertaa vuoden aikana ja täten 'maksaa' itsensä nopeasti takaisin. Seuraavien moduulien ei tarvitse esiintyä niin usein, kunnes ne ovat maksaneet itsensä takaisin.

Moduulien esiintymistiheyttä voidaan seurata esim. kahden vuoden ajan. Tänä aikana dokumentoidaan, mitä moduuleja on tehty ja kuinka usein ne ovat esiintyneet. Näin saadaan hyvin selville tärkeät ja ylläpidettävät moduulit ja vähemmän tärkeät sekä myös ne, jotka eivät vielä ole esiintyneet. Niitä todennäköisesti ei kannata ylläpitää.

Moduuleja on tarkoitus toteuttaa vain silloin kun tulee moduulia vastaava tilaus eli niitä ei tehdä etukäteen valmiiksi. Etukäteen on kehitetty systematiikka, jonka mukaan moduuleja luodaan.

Moduulin tekemiseen menevästä ajasta tulee vähentää arvioitu vanhasta projektista kopioimiseen menevä suunnittelu-aika. Loppuaika on uuden moduulin kehitysaika. Sama voidaan ilmaista kaavan avulla:

$$\text{moduulin kokonaissuunnittelu-aika} - \text{vanha suunnittelu-aika} = \text{moduulin kehitysaika}$$

Ylläpitoon ja uudella tavalla suunnitteluun käytetty työmäärä ei saa olla suurempi kuin mitä vanhan projektin etsimiseen ja uudistamiseen menee aikaa.

Uuden moduolointiperiaatteen kehitystyö, varsinainen suunnittelu-aika ja periaatteen ylläpitoon menevä yhteisaika täytyy olla pienempi, kuin mitä vanhan projektin etsimiseen ja uudistamiseen menisi aikaa. Sama voidaan esittää kaavalla:

$$\text{kehitystötunnit} + \text{projektien suunnittelutunnit} + \text{ylläpitotunnit} < \text{vanhalla tavalla suunnittelutunnit}$$

Kannattavuus riippuu myös siitä kuinka monta kertaa moduulia voidaan toistaa eli kuinka monta kertaa moduuli esiintyy. Mitä useammin moduuli esiintyy, sitä suuremmalle volyymille voidaan kehityskustannukset jakaa.

Moduolointiperiaatteen kannattavuuslaskelma suoritetaan takaisinmaksuajan menetelmällä. Takaisinmaksuajan menetelmässä määritetään aika, jolloin investoinnista kertyneet nettotulot ovat investoinnista johtuneita kustannuksia suuremmat. Takaisinmaksuajan menetelmä suosii investointeja, joista sidottu pääoma saadaan nopeasti takaisin. Menetelmä sopii käytettäväksi investoinneissa, joiden tuottoa on vaikeaa ennustaa.

Taulukossa 7 on esitetty KCI:n moduolointiperiaatteen takaisinmaksuaikoja. Laskelmissa käytetyt luku-arvot ovat karkeita arvioita ja sen takia taulukossa on esitetty takaisinmaksuaika käyttäen muutamia eri arvoja projektien lukumäärälle. Projektien lukumääränä on käytetty arvoja 50, 70 ja 80, sillä tulevien vuosien projektien lukumäärä tulee olemaan näiden lukujen lähetyillä. Laskennassa käytetty suunnittelun tuntihinnan arvio on 200 mk. Tämä tuntihinta voi olla alihankintahinta tai oman suunnittelun tuntihinta. Merkittäviä eroja näillä ei ainakaan tällä hetkellä ole. Laskennassa ei ole huomioitu tuntihinnan mahdollisia tulevia muutoksia. Tuntihinnan muutoksia ei ole huomioitu, koska hinnan muutokset aiheuttavat samassa suhteessa arvioitujen projektin kustannuksien muutoksen. Taulukosta näemme, että takaisinmaksuaika riippuu olennaisesti projektien lukumäärästä. Mikäli projektien lukumäärä näillä kustannuksilla vähenee alle 50:n kappaleen vuosimäärään, kasvaa takaisinmaksuaika yli neljään vuoteen. Jos projekteja on vuosittain enemmän kuin 80 kappaletta, lyhenee takaisinmaksuaika kahteen vuoteen tai sen alle.

Taulukko 7. Investointilaskelma takaisinmaksuajan menetelmällä.

Projektin kustannusarvio (mk)	1 600 000	1 600 000	1 600 000
Projekteja/vuosi	80	70	50
Keskimääräinen suunnittelu-aika/projekti (h)	80	80	80
Keskimääräinen suunnittelun tuntihinta (mk)	200	200	200
Kokonaissuunnittelu-aika vuodessa	6400	5 600	4000
Suunnittelun kokonaiskustannukset vuodessa	1 280 000	1 120 000	800 000
Modulointiperiaatteella arviolta 50% säästö vuodessa	640 000	560 000	400 000
Takaisinmaksu-aika	2,5 vuotta	2,9 vuotta	4,0 vuotta
	<u>2v 6kk</u>	<u>2v 10kk</u>	<u>4v</u>

Modulointiperiaatteen investointilaskelma antaa vain suuntaa antavan kuvan investoinnin kannattavuudesta. Kannattavuuteen vaikuttaa myös tekijät, joita ei voida suoraan määrittää rahallisessa arvossaan. Näitä ovat esimerkiksi suunnittelijoille aiheutuva työsisällön laadun parantuminen sekä virheiltä välttyminen. Modulointiperiaatteen ansiosta voidaan välttyä joltakin virheeltä, joka vanhalla tavalla tehtäessä olisi syntynyt. Huolella tehdyt moduulit pienentävät virheiden lukumäärää. Yhdenkin mittavan virheen estäminen voi tehdä systeemin kannattavaksi. Modulointiperiaatteen yksi tärkeimmistä ominaisuuksista on virheettömämpien tilausten toimitus.

Reklamaatiot ja myöhästymiset aiheuttavat aina lisäkustannuksia. Näiden kustannusten pienenemistä voidaan seurata suunnitteluun kohdistuvien reklamaatioiden seurannalla. Modulointiperiaatteen käyttöönoton jälkeen suunnittelun reklamaatiot tulisi vähetä. Myös suunnittelusta johtuvat myöhästymiset toimitusajassa vähenee. Tuotteen myöhästymisen on kallista, sillä usein myöhästymisestä tulee sakkoja yritykselle ja tuotteen kuljettaminen kiiretapauksissa lentoteitse meritiien sijaan on kallista.

Jos tilaukset tulevat seuraavina vuosina paljon vähentymään, kasvaa kilpailutilanteissa toimitusajan merkitys. Yrityksen täytyy kyetä toimittamaan laadukkaita tuotteita lyhyillä toimitusajoilla. Suunnitteluun menevää aikaa voidaan lyhentää moduloinnin avulla. Lisäksi moduloinnilla saadaan virheettömiä tuotteita aikaan. Suunnittelun virheet ovat kalliita virheitä varsinkin jos ne havaitaan vasta kokoonpanovaiheessa. Nyrkkisääntönä voidaan

pitää, että virheen kokonaiskustannuksen määrittämiseksi voidaan jokaisen suunnittelun työvaiheen jälkeen virheen kustannus kertoa kymmenellä. Eli jos suunnittelun jälkeen ennen kokoonpanoa on kaksi työvaihetta ja virhe havaitaan kokoonpanossa on virheen kustannus noussut satakertaiseksi.

Suunnittelu-aikaa on mahdollista vähentää jopa 50%, mutta sen vaikutus kokonaistoimitusaikaan asiakkaalle on pienempi. Kokonaistoimitusaikaa mahdollista arvioiden mukaan parantaa n. 10-20%. Kokonaistoimitusaikaan vaikuttaa esimerkiksi joidenkin erillisten komponenttien toimitusajat, jotka ovat voivat olla useampia viikkoja.

4.3.3 Modulointiperaatteen suhtautuminen tulevaisuuden muutoksiin

Tulevaisuudessa saattaa tulla tilanteita, jolloin tulee tarvetta tehdä muutoksia modulointiperaatteeseen. Muutokset voivat aiheutua esimerkiksi käytössä olevien tietojärjestelmien muuttumisesta, uusien tuotteiden kehittämisestä tai toimintatavan muutoksista sekä uuden teknologian käyttöönotosta. Modulointiperaate tulisi olla suunniteltu siten, että se sallii tulevaisuuden muutokset. Modulointiperaatteen perusmalli tulisi säilyä. Muutokset tulisi pystyä hallitsemaan valitun periaatteen sääntöjen sallimissa rajoissa.

Tietojärjestelmien muuttuminen

Tietojärjestelmien muuttuminen voi aiheuttaa hankaluuksia modulointiperaatteen kuvaamisessa ja ylläpidossa. SähköCAD toimii tällä hetkellä modulointiperaatteen pääjärjestelmänä ja koko modulointitietous on sähköCAD:ssä. Jos sähköCAD muuttuu, voi syntyä ongelmia. Monilla nykyisillä markkinoilla olevilla CAD-järjestelmillä saatetaan pystyä hallitsemaan joustavammin modulaarisia tuotteita ja niiden mallintamista. Ne saattavat mahdollistaa koko periaatteen luomisen vähemmin rajoittein. Esimerkiksi monilla CAD-järjestelmillä osaluetteloida voidaan generoida ilman muutoksia kuvissa.

Tuotannonohjauksen muuttuminen ei aiheuta muutoksia modulointiperaatteelle, sillä tällä hetkellä tuotannonohjaus ei liity mitenkään periaatteeseen. Tosin uudentyyppinen tuotannonohjausjärjestelmä voi tukea

modulointiperiaatetta. Myös tuotetiedonhallintajärjestelmän hankkiminen voi auttaa hallitsemaan paremmin modulaarisia tuoterakenteita ja koko tilaus-toimitusprosessia.

Tietokantaan siirtyminen auttaa modulointiperiaatteen hallitsemisessa. Jos koko modulointitietous ja säännöstö on tietokannassa, vältetään ristiin viittauksilta. Tieto ylläpidetään yhdessä ainoassa paikassa.

Muutokset tuotteissa tai toimintatavassa

Tuotevalikoima ja toimintatapa kehittyvät jatkuvasti ja tämä saattaa aiheuttaa muutoksia modulointiperiaatteeseen. Uuden tuotteen syntyminen lisää moduulien ja osaluetteloiden määrää. Moduulien määrän lisääntyessä kasvaa modulointiperiaatteen laajuus ja säännöstö. Tämän ei kuitenkaan pitäisi aiheuttaa ongelmia nykyisessä periaatteessa. Jos jokin moduuli poistetaan käytöstä, voidaan se jättää periaatteen piiriin tai se voidaan sieltä poistaa. Poistamisessa on etuna se, että silloin turhat moduulit eivät kuormita systeemiä. Huollon ja varaosapalvelun kannalta moduuleiden poistaminen voi tuottaa ongelmia.

Toimintatavan muutoksesta voi aiheutua tarvetta muuttaa modulointiperiaatetta, jos esimerkiksi modulointiperiaate halutaan siirtää A-projektien puolelle. Silloin modulointiperiaatteen piiriin kuuluvia osia ja komponentteja tulee huomattavasti lisää. Valintasäännöt kasvavat ja moduulien lukumäärä kasvaa. A-projektiin siirtymisessä on mietittävä tarkkaan sen hyödyllisyyttä. A-projektit tulevat aina sisältämään myös yksilöllistä asiakaskohtaista räätälöintiä. Ehkä joillekin A-projektien perusratkaisuille voitaisiin kehittää moduuleja. Moduuleihin tulisi olla mahdollista liittää asiakaskohtaisia erikseen suunniteltuja ominaisuuksia. A- ja B-projektit poikkeavat toisistaan kuitenkin paljon, joten modulointiperiaatteen laajentaminen A-projekteihin voi olla vaikeaa. Ennen A-projekteihin siirtymistä tulee tarkkaan selvittää sen kannattavuus ja saavutettava hyöty.

Maantieteellinen laajentaminen tytäryhtiöiden käytettäväksi vaatii hyvin dokumentoidun ja selkeän käyttöjärjestelmän sekä hyvän asennemuutoksen

kaikille käyttäjille. Hyvä tiedonsiirto ja ylläpidon keskittäminen on myös oleellista.

Uuden teknologian käyttöönotto

Automaation taso nosturien sähköistyksessä tulee lisääntymään. Todennäköisesti muutaman vuoden kuluessa valintareleet tullaan ainakin joissain projekteissa korvaamaan ohjelmoitavalla logiikalla (PLC). Ohjelmoitavan logiikan myötä on mahdollista toteuttaa myös väyläohjausta.

Väyläohjauksen ja ohjelmoitavan logiikan avulla kytkennät voidaan suorittaa väyläkaapelin välityksellä. Nykyisessä toimintatavassa kytkennöille tulee määritellä kytkennälliset parit ja kullekin kytkennälle on oma fyysinen johtonsa. Väyläohjauksessa toiminnot on mahdollista toteuttaa yhden väyläkaapelin avulla. Tämä ei vaikuta moduuliryhmien tai moduulien määrään, mutta moduulien sisältö ja rajapinnat yksinkertaistuvat.

Väyläohjauksella ja ohjelmoitavalla logiikalla tulee olemaan kannattavaa hallita ainoastaan useita toimintoja sisältäviä nostureita, esimerkiksi paperitehtaiden nostureita, sillä väyläohjaus ja ohjelmoitava logiikka on varsin kallista toteuttaa. Yksinkertaiset nosturit tulle olemaan jatkossakin edullisinta toteuttaa nykyisen teknologian mukaan.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Esimerkkiprojektissa tarkasteltiin KCI Konecranesin sähkösuunnittelun moduolointiperiaatetta. Tarkastelussa arvioitiin moduolointiperiaatteen moduuliryhmä- ja moduulijakoa, kannattavuutta sekä moduolointiperiaatteen suhtautumista tulevaisuuden muutoksiin. Tulevaisuuden muutoksia voivat aiheuttaa tietojärjestelmien muuttuminen, uusien tuotteiden kehittäminen, toimintatavan muuttuminen tai uusien teknologioiden käyttöönotto.

Moduulien kokonaislukumäärä vaikuttaa valintasääntöjen lukumäärään. Moduuliryhmiin kuuluvia moduuleja tulisi olla optimaalisen vähän. Valintasäännöt tulisivat olla hallittavissa.

Moduolointiperiaatteen laajuus aiheuttaa ongelmia ylläpidon kannalta. Moduolointiperiaate tulee olla hyvin dokumentoitu ja määritelty. Moduolointiperiaatteen tuntemus tulee jakaa useille eri henkilöille, jotta vältetään henkilöstön vaihtumisesta johtuvilta riskeiltä. Moduolointiperiaatteen kehittämisessä tulee ensimmäisenä aina huomioida käyttäjät ja heidän toivomuksensa moduloinnin suhteen.

Ylläpito kannattaa keskittää muutamille henkilöille. Tällöin ylläpito tulee hoidetuksi järjestelmällisesti. Jos kuka tahansa voi ylläpitää järjestelmää, syntyy jatkossa ristiriitaisuuksia. Ylläpidettävyyden kannalta olisi suositeltavaa, että moduulit esitettäisiin tietokantamuodossa. Näin vältetään ristiin viittauksilta, koska samaa tietoa ei tarvitse esittää useassa eri paikassa. Myös tuotetiedonhallintajärjestelmästä saattaisi olla apua modulaaristen tuotteiden hallinnassa.

Moduuliryhmissä on vielä moduuleja, jotka todennäköisesti esiintyvät harvoin tai ei ollenkaan. Harvoin esiintyvien moduulien ylläpito pienentää kannattavuutta ja kasvattaa työmäärää. Moduulien esiintymistä kannattaa seuraavien vuosien aikana seurata ja dokumentoida. Näin ollen tulevaisuudessa voidaan tehdä periaatteen parantamista karsimalla harvoin esiintyviä ja periaatetta kuormittavia moduuleja. Joissakin suurissa moduuliryhmissä tulisi miettiä moduulien ominaisuuksien siirtämistä osaluettelotasolle.

Moduuleja on tarkoitus toteuttaa vain silloin, kun tulee moduulia vastaava tilaus eli niitä ei tehdä etukäteen valmiiksi. Etukäteen on kehitetty systematiikka, jonka mukaan moduuleja tulevaisuudessa luodaan. Moduulin tekemiseen menevästä ajasta tulee vähentää arvioitu vanhasta projektista kopiaamiseen menevä suunnittelu-aika.

Ylläpitoon ja uudella tavalla suunnitteluun käytetty työmäärä ei saa olla suurempi kuin mitä vanhan projektin etsimiseen ja uudistamiseen menee aikaa. Uuden modulointiperiaatteen kehitystyö, varsinainen suunnittelu-aika ja periaatteen ylläpitoon menevä yhteisaika täytyy olla pienempi kuin, mitä vanhan projektin etsimiseen ja uudistamiseen meni aikaa.

Kannattavuuteen vaikuttaa lyhyen takaisinmaksujan lisäksi vaikeammin mitattavissa olevia tekijöitä. Näitä ovat esimerkiksi työsisällön laadun parantuminen, virheettömimpien tilausten toimittaminen, reklamaatioiden ja myöhästymien vähentyminen sekä vaikutukset suunnittelun toimitusaikaan ja siitä edelleen kokonaistoimitusaikaan.

Modulointiperiaate tulee olla suunniteltu siten, että se sallii tulevaisuuden muutokset. Modulointiperiaatteen perusmalli tulisi säilyä. Muutokset tulisi pystyä hallitsemaan valitun periaatteen sääntöjen sallimissa rajoissa.

Johdon tuki on erittäin tärkeä. Ilman johdon vankkaa tukea päätöksenteko ja resurssien varaaminen kehitystyöhön voi olla hankalaa. Kehitystyöhön tulee olla irrotettavissa enemmän resursseja, kuin tähän asti on ollut. Vajavaisilla resursseilla hanke pitkittyy ja se saattaa vaikuttaa periaatteen kehitykseen negatiivisesti.

Modulointiperiaatteen tulee palvella koko organisaatiota. Painopisteenä periaatteella on suunnittelun parantaminen ja sitä kautta vaikutukset myyntiin ja tuotantoon. Modulointiperiaatteen vaikutukset myös muihin organisaation osa-alueisiin tulisi tiedostaa. Myös eri organisaatio-alueilla työskenteleviä henkilöitä tulee informoida uudesta toimintatavasta. Modulointiperiaatteen kehitysprojektin aikana on suositeltavaa seurata tietotekniikka-alan kehitystä ja sen mahdollisia vaikutuksia periaatteelle.

Tulevaisuudessa saattaa hyvinkin tulla markkinoille kannattavia ratkaisuja, joilla nykyistä periaatetta on vaivatonta kehittää tai jotka tukevat periaatteen

ylläpitoa. Modulointiperiaatteen kehittämisessä tulee kuitenkin edetä johdonmukaisesti ja määritellä perusasiat kuntoon ennen yksityiskohtiin siirtymistä.

6 YHTEENVETO

Tässä työssä käsiteltiin asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden massaräätälöintiä, konfigurointia ja modulointia. Tavoitteena oli selvittää ja analysoida massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin käsitteet ja keskeisimmät periaatteet aikaisemmin julkaistun tiedon perusteella ja esittää massaräätälöinnin, konfiguroinnin ja moduloinnin välinen yhteys. Erillisessä esimerkkiprojektissa tarkasteltiin KCI Konecranesin sähkösuunnittelun modulointiperiaatetta.

Massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi ovat keinoja hallita asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteita kannattavasti. Konfigurointi on tehokas massaräätälöinnin toteutustapa. Modulaarinen tuotearkkitehtuuri mahdollistaa tuotteen jakamisen konfiguroitaviin osiin. Modulaarinen tuotearkkitehtuuri sisältää asiakaslähtöisen moduloinnin, parametrisoinnin ja komponenttien valinnan.

Modulointi voidaan jakaa asiakas- ja yrityslähtöiseen modulointiin. Asiakaslähtöisellä moduloinnilla voidaan konfiguroinnin lisäksi toteuttaa muita massaräätälöinnin toteutuskeinoja. Yrityslähtöisellä moduloinnilla tuetaan ja tehostetaan yrityksen toimintaa. Yrityslähtöinen modulointi ei varsinaisesti tuota lisäarvoa asiakkaalle.

Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden tarjoaminen ei ole pelkästään tuotekehityksen, suunnittelun ja myynnin asia, vaan sen tulisi olla osana koko yrityksen toimintaa. Tietojärjestelmien vankka tuki on edellytyksenä toimintatavalle. Tulevaisuudessa tietojärjestelmät tulevat kehittymään asiakaskohtaisten tuotteiden hallinnassa. Varsinkin konfiguroituvien tuoterakenteiden hallinta tietojärjestelmien avulla tulee lähivuosina kehittymään. Monien eri toimialojen yritykset ovat siirtyneet tai siirtymässä konfiguroitaviin tuotteisiin ja näin ollen konfigurointi- ja asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden tietous tulee laajentumaan.

KCI Konecranesin modulointiperiaatteen tarkastelun tavoitteena oli arvioida modulointiperiaatteen moduuliryhmä- ja moduulijakoa, kannattaako

moduointiperiaatteen suunnittelu ja ylläpito sekä miten periaate suhtautuu tulevaisuuden muutoksiin.

Moduointiperiaate tulee määritellä ja dokumentoida hyvin. Periaatteen laajuus aiheuttaa ongelmia ylläpidolle. Moduointiperiaatteen kannattavuus riippuu takaisinmaksujasta sekä mittaamattomissa olevista tekijöistä. Näitä ovat esimerkiksi työsisällön laadun parantuminen, virheettömimpien tilausten toimittaminen, reklamaatioiden ja myöhästymien vähentyminen sekä vaikutukset suunnittelun toimitusaikaan ja siitä edelleen kokonaistoimitusaikaan.

Tulevaisuudessa saattaa tulla tilanteita, jolloin tulee tarvetta tehdä muutoksia moduointiperiaatteeseen. Muutokset voivat aiheutua esimerkiksi käytössä olevien tietojärjestelmien muuttumisesta, uusien tuotteiden kehittämisestä tai toimintatavan muutoksista sekä uuden teknologian käyttöönotosta. Moduointiperiaate tulee olla suunniteltu siten, että se sallii tulevaisuuden muutokset. Moduointiperiaatteen perusmalli tulisi säilyä. Muutokset tulisi pystyä hallitsemaan valitun periaatteen sääntöjen sallimissa rajoissa.

KCI Konecranesin sähkösuunnittelun moduointiperiaatteen tarkoituksena on kehittää sähkösuunnittelua. Sähkösuunnittelua kehitetään pyrkimällä lyhentää suunnitteluaikaa, yhtenäistää suunnittelua ja nopeuttaa suunnittelun aloittamista. Näihin tavoitteisiin pääseminen nykyisellä moduointiperiaatteella on mahdollista. Eniten moduointiperiaate vaikuttaa suunnittelun yhtenäistämiseen ja siten virheiden määrän vähentymiseen. Jotta asetettuihin tavoitteisiin päästäisiin, vaatii se kuitenkin järjestelmällistä toimintaa ja motivaatiota kehitystyössä olevilta henkilöiltä.

LÄHDELUETTELO

- [Ande91] Andersson, R. QFD a Method for Effective Product Development. Swedish Studentlitteratur. 1991.
- [Burk94] Burke, R. Configurator Systems: Key to Mass Customization. International Conference Proceedings – American Production and Inventory Control Society Proceedings of the 37th International Conference. San Diego, CA, USA. 1994.
- [Elgå98] Elgård, P., Miller, T. Designing Product Families. 1998.
- [Erix96] Erixon, G. Modulindelning i Praktiken. Författarna och Förlags AB Industrilitteratur, Sweden. 1996.
- [Erix98] Erixon, G. Modular Function Deployment – A Method for Product Modularisation. KTH Högskoletryckeriet, Stockholm, Sweden. 1998.
- [Kaiv85] Kaivos, P. Standardisointi ja moduulointi yrityksen toiminnan selkeyttäjänä: esimerkkejä. SMK, Helsinki. 1985.
- [Kane99] Kanerva, E. Diplomi-insinööri. Technia Finland Oy. Haastattelut 1999-3-30, 1999-4-27.
- [Pahl86] Pahl, G., Beitz, W. Konstruktionslehre, Handbuch für Studium und Praxis. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg. 1986.
- [Pelt98] Peltonen, H., Männistö, T., Soininen, T., Tiihonen, J., Martio, A., Sulonen, R. Concepts for Modelling Configurable Products. To appear in Proceedings of European Conference Product Data Technology Days 1998, 25-26.3, Watford, UK. 1998.
- [Pimm94] Pimpler, T., Eppinger, S. Integration Analysis for Product Decompositions. Design Theory and Methodology-DTM '94, DE-Vol. 68, ASME. 1994.

- [Pine93] Pine, B. Joseph II. Mass Customization. The New Frontier in Business. Boston (Mass.) Harward Business School Press cop. 1993.
- [Sanc97] Sanchez, R., Mahoney, J. Modularity and Dynamic Capabilities. Schools of Thought in Strategic Management. Tom Elfring and Henrik Volberda, editors. Sage Publications, Thousand Oaks, CA. 1997.
- [Sanc98] Sanchez, R. Modular Architectures, Knowledge Assets and Organizational Learning: New Management Processes for Product Creation. International Journal of Technology Management. Tom van de Kraats, Guest Editor. 1998.
- [Tiih96] Tiihonen, J., Soininen, T., Männistö, T., Sulonen R. (1996). State of the practice in product configuration – a survey of 10 cases in Finnish industry. Knowledge Intensive CAD, Volyme 1, T. Tomiyama, M. Mäntylä, S. Finger, editors. Chapman & Hall.
- [Tiih97] Tiihonen, J., Soininen, T. Product Configurators – Information System Support for Configurable Products. Otaniemi, Suomi. 1997.
- [Ulri91] Ulrich, K., Tung, K. Fundamentals for Product Modularity. Proceedings of the 1991 ASME Winter Annual Meeting Symposium on Issues in Design/Manufacturing Integration, Atlanta, USA.. 1991.
- [Ulri95] Ulrich, K. and Eppinger, S. Product Design and Development. McGraw-Hill, Inc. 1995.
- [Verh93] Verho, A., Salminen, V. Systematic Shortening of the Product Development Cycle. 9th International Conference on Engineering Design, The Hauge, 1993.