

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Venealan koulutusohjelma

Jaakko Einovaara

MASSARÄÄTÄLÖINTI JA MODULAARISUUS VENEEN
TUOTESUUNNITTELUSSA

Insinööriyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Venealan koulutusohjelma

EINOVAARA, JAAKKO	Massaräätälöinti ja modulaarisuus veneen tuotesuunnittelussa
Insinööri työ	70 sivua
Työn ohjaaja	Terho Halme, veneensuunnittelun opettaja
Toimeksiantaja	Red Sky Oy
Huhtikuu 2012	
Avainsanat	Massaräätälöinti, tuotekehitys, veneenrakennus, suunnittelu, veneet, moduulit

Markkinoiden viimeaikainen kehitys on johtanut tilanteeseen, jossa yritysten on valmistettava tuotteita yhä edullisemmin ja yhä nopeammalla läpimenoajalla. Asiakkaista on tullut yhä vaativampia ja hintatietoisempia ja siksi yritysten olisi kyettävä valmistamaan asiakastarpeet huomioon ottavia tuotteita, mutta kohtuullisin kustannuksin.

Sarjatuotannon ja perinteisen räätälöivän tuotannon rinnalle on muodostunut uusi liiketoimintamalli, massaräätälöinti. Massaräätälöinnissä asiakkaiden vaihtelevia vaatimuksia ei nähdä uhkana, vaan niitä pyritään hyödyntämään. Massaräätälöinti on yrityksen strateginen valinta, joka vaikuttaa yrityksen koko toimintaan. Massaräätälöinnin tarkoituksena on hyödyntää sarjatuotannon edullisia tuotantomenetelmiä asiakkaiden yksilöllisten tarpeiden mukaisten tuotteiden valmistuksessa.

Työn tilaajana on Red Sky Oy, joka on erikoistunut puuveneiden valmistukseen ja restaurointiin. Tarkoituksena on selvittää, mitä massaräätälöinti on ja mitä vaatimuksia se asettaa yrityksen toiminnalle ja erityisesti tuotesuunnittelulle. Modulaarista rakennetta pidetään yleisesti edellytyksenä massaräätälöitävälle tuotteelle. Modulaarisessa rakenteessa tuote on jaettu helposti hallittaviin, itsenäisiin kokonaisuuksiin eli moduuleihin. Moduulijaon on perustuttava asiakastarpeisiin sekä yrityksen omaan tuotestrategiaan.

Tuotesuunnittelun periaatteita on tuotu esille käymällä esimerkkien avulla läpi asiakastarpeisiin perustuvan, modulaarisen venetuoteperheen suunnittelu. Modulaarisen tuoteperheen suunnittelussa on hyödynnetty modular function deployment (MFD) –menetelmää. Sen soveltaminen edellyttää selvää kuvaa yrityksen tuotestrategiasta sekä tarkkaa tietoa asiakastarpeista ja tuotteeseen kohdistuvista ulkoisista muutospaineista.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Boat Manufacturing

EINOVAARA, JAAKKO

Mass Customization and Modularity in the Product Design
of a Boat

Bachelor's Thesis

70 pages

Supervisor

Terho Halme, lecturer of yacht design

Commissioned by

Red Sky Oy

April 2012

Keywords

Mass customization, product development, boat building,
product design, boats, modules

Recent developments in the global market have led to a situation, where companies must produce goods with ever decreasing costs and shorter lead times. Customers have become more price sensitive and demanding, and therefore companies must produce products that fulfill customer demands, but with reasonable costs.

A new business model, mass customization, has emerged in addition to traditional business models of mass production and engineer-to-order. With mass customization the differentiating customer requirements are not seen as a threat but more as an opportunity to gain profit. Mass customization is a strategic choice which affects every area of the company's activities. In mass customization, products that fulfill specific customer requirements are produced while taking advantage of low cost methods of mass production.

This thesis was commissioned by Red Sky Oy, which specializes in wooden boat production and restoration. The aim of this thesis is to clarify what mass customization is and how it would affect company's activities, especially product design. Modular product structure is generally seen as a requirement for a mass customized product. With modular structure the product is divided into smaller, independent and more manageable units, modules. The product's division into modules has to reflect customer requirements and the company's own product strategy.

The principles of modular product design have been clarified by designing a mass customized, modular boat product family. The product family has been created with modular function deployment method (MFD). The method requires specific information about company's product strategy, customer requirements and external factors which may lead to changes in the product design.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	MASSARÄÄTÄLÖINTI YRITYKSEN STRATEGIANA	7
	2.1 Massaräätälöinnin taustaa	7
	2.2 Massaräätälöinnin asettamat edellytykset	8
	2.2.1 Asiakaslähtöisyys	8
	2.2.2 Tuotteen ominaisuudet	9
	2.2.3 Tuotanto	9
	2.2.4 Markkinointi	11
	2.3 Massaräätälöinnin edut ja haitat	12
3	MODULAARINEN RAKENNE	13
	3.1 Modulointi ja modulaarisuus	13
	3.2 Tuotteen variointi moduulien avulla	14
	3.3 Moduulityypit	16
	3.4 Modulaarisen rakenteen edut ja haitat	18
	3.5 Moduulien väliset rajapinnat	19
4	TUOTEPERHE JA TUOTEALUSTA	20
5	MODULAR FUNCTION DEPLOYMENT –MENETELMÄ	21
	5.1 Yleistä	21
	5.2 Asiakastarpeiden määrittäminen	22
	5.3 Teknisten ratkaisujen valinta	24
	5.4 Modulaaristen konseptien luominen	24
	5.5 Modulaaristen konseptien arviointi	28
	5.6 Moduulien optimointi	31
	5.7 Modulaarisuus useammalla tasolla	32
6	MASSARÄÄTÄLÖITÄVÄN VENETUOTEPERHEEN LUOMINEN	33
	6.1 Yleistä	33

6.2	Tuotestrategia	33
6.3	Asiakstarpeiden kartoitus	34
6.3.1	Asiakassegmentointi	34
6.3.2	Asiakassegmenttien vaatimuksien kartoitus	35
6.3.3	Quality Function Deployment –matriisi	36
6.4	Teknisten ratkaisujen valinta	38
6.5	Modulaarisen konseptin luominen	43
6.5.1	Module Indication -matriisi	43
6.5.2	Tuotteen jako moduuleihin	47
6.5.3	Konseptin luonnostelu	52
6.6	Konseptin arviointi	54
6.7	Moduulien optimointi	56
6.8	Konseptin visualisointi	58
6.9	Tuoteperheen laajentaminen	62
6.9.1	Akselivetoinen puoliliukuva vene	62
6.9.2	Tuulilasivene	65
7	LOPPUPÄÄTELMÄT	67
	LÄHTEET	69

1 JOHDANTO

Tietoyhteiskunnan kehittyminen on mahdollistanut kattavan tiedonsaannin markkinoilla olevista tuotteista. Asiakas on hyvin tietoinen siitä, mitä tuotteita maailmalla on tarjolla ja mihin hintaan. Tämä on johtanut siihen, että asiakkaista on tullut yhä vaativampia ja hintatietoisempia. Yritysten olisi kyettävä valmistamaan entistä paremmin asiakkaan toiveet täyttäviä mutta silti kohtuuhintaisia tuotteita.

Sarjatuotannossa eri asiakasryhmien huomioon ottaminen voi tarkoittaa nimikemäärän kasvua. Tuoterakenne paisuu ja tuotteiston hallinta on yhä vaikeampaa. Sarjatuotannossa pyritäänkin siksi löytämään sellaisia asiakasryhmiä, joiden vaatimukset voidaan täyttää rajallisella määrällä tuotteita. Toisaalta asiakas on riippuvainen siitä, mitä tuotteita yritys tuottaa. Jos tuote ei täytä asiakkaan sille asettamia vaatimuksia, jää ostopäätös usein tekemättä.

Asiakkaan yksilöllisiin tarpeisiin voidaan vastata myös suunnittelemalla ja valmistamalla asiakkaalle yksilöllinen tuote. Yksilöllisten tuotteiden valmistaminen on kallista, vie aikaa ja kustannuksien hallinta on vaikeaa. Tuote suunnitellaan ehkä vain kerran, ja projektin edetessä ongelmia joudutaan ratkomaan niiden ilmaantuessa. Tämä johtaa helposti monimutkaisiin ratkaisuihin, joita ei voida välttämättä soveltaa seuraavien tuotteiden valmistuksessa.

Sarjatuotannon ja räätälöivän tuotannon rinnalle on syntynyt erilainen tuotantokäsite, massaräätälöinti. Sillä tarkoitetaan asiakkaan yksilölliset tarpeet huomioon ottavien tuotteiden valmistamista sarjatuotannon menetelmiä soveltaen. Massaräätälöinti on yrityksen strateginen valinta, joka vaikuttaa koko yrityksen toimintaan. Massaräätälöinnissä asiakkaiden vaihtelevia vaatimuksia ei nähdä haittana, vaan niitä pyritään hyödyntämään.

Modulaarista tuoterakennetta pidetään yleisesti edellytyksenä massaräätälöitävälle tuotteelle. Modulaarisessa rakenteessa tuote jaetaan pienempiin, hallittavissa oleviin osiin, joita varioimalla voidaan eri asiakastarpeet ottaa huomioon. Modulaarinen rakenne mahdollistaa myös nopean reagoinnin uusiin asiakastarpeisiin, koska tuotteeseen tehtävät muutokset koskevat vain yksittäisiä moduuleja, eivät koko tuotetta.

Tämän insinööri työn tilaajana on kotkalainen puuveneveistämö Red Sky Oy. Työssä pyritään selvittämään yleisellä tasolla, mitä massaräätälöinti tarkoittaa yrityksen strategisena valintana. Työn pääpaino on tuotesuunnittelussa ja erityisesti siinä, miten tuotteet olisi mahdollista suunnitella siten, että yritys voisi ottaa huomioon asiakkaiden asettamat, vaihtelevat vaatimukset kustannustehokkaasti. Vaikka tässä työssä käsitelläänkin massaräätälöintiä, ovat monet työssä esiteltyt menetelmät sovellettavissa myös tuotekehitykseen yleisesti.

Venealan tulevaisuuden näkymiä visioivassa Open Wave –hankkeessa (Eerola, Pekkala & Jakobsson 2012) visioitiin massaräätälöinnin ja modulaarisuuden tulemistä yhdeksi venealan liiketoimintamalliksi 3 – 10 vuoden kuluttua.

Työn sovellutusosassa käydään periaatteellisella tasolla läpi, miten eri asiakasryhmien tarpeet voidaan ottaa huomioon suunniteltaessa massaräätälöitävää venettä. Modulaarisen tuoterakenteen suunnittelussa sovelletaan modular function deployment –menetelmää. Tässä työssä keskitytään siis suunnittelun pääperiaatteisiin, ja siksi työn ulkopuolelle on rajattu valmistusmateriaalit, tekniset yksityiskohdat sekä valmistustekniikat.

2 MASSARÄÄTÄLÖINTI YRITYKSEN STRATEGIANA

2.1 Massaräätälöinnin taustaa

Markkinoiden vapautuminen ja tiedonsaannin helpottuminen ovat johtaneet tilanteeseen, jossa asiakkaat ovat yhä tietoisempia markkinoilla olevista tuotteista. Asiakkaisista on tullut yhä hintatietoisempia ja vaativampia, mikä on johtanut kilpailuasetelman kiristymiseen. (Kratochvíl & Carson 2005:10.)

Pysyäkseen kilpailukykyisinä on yritysten tarjottava asiakkaalle enemmän tuotevaihtoehtoja, asiakkaalle sopivalla toimitusajalla ja kilpailukykyisin hinnoin (Kratochvíl & Carson 2005:10). Pystyäkseen täyttämään eri asiakasryhmien tarpeet, yrityksiä on tarjottava tuotteita yhä pienemmille markkinasegmenteille ja yhä lyhyemmällä tuotekehityksen läpimenoajalla. Asiakaskohtaisten tuotteiden tavoittelu on johtanut tuotevalikoiman kasvamiseen ja monimutkaistumiseen, minkä seurauksena yrityksen toiminnan tehokkuus laskee. (Ericsson & Erixon 1999:1.)

Vaihtelevaan asiakastarpeeseen on mahdollista vastata myös suunnittelemalla ja valmistamalla asiakkaille täysin yksilöllisiä tuotteita. Tällaisten tuotteiden suunnittelu ja valmistus vie aikaa, on kallista ja tuotteen laadunhallinta on vaikeaa. Lisäksi tuotteen elinkaaren aikana tehtävät muutokset muodostuvat usein kalliiksi. (Kratochvíl & Carson 2005:23–24.)

Massaräätälöinti (eng. mass customization) syntyi käsitteenä 1980-luvulla (Soronen 1999:5). Massaräätälöinnin tavoitteena on tarjota asiakkaille räätälöityjä tuotevariaatioita siten, että lähes kaikkien asiakkaiden toiveet voidaan täyttää. Massaräätälöinti voi kohdistua sekä tuotteisiin että palveluihin. (Coletti & Aichner 2011:23.) Massaräätälöinnissä tavoitteena on valmistaa tuotteita lähes sarjatuotannon tehokkuudella. Asiakkaiden vaihtelevia vaatimuksia ei siis nähdä uhkana, vaan niitä pyritään hyödyntämään. (Piller. & Tseng M. 2010:1.)

2.2 Massaräätälöinnin asettamat edellytykset

2.2.1 Asiakaslähtöisyys

Sarjatuotannossa yritykset pyrkivät löytämään asiakkaiden tuotteille asettamia keskeisiä vaatimuksia ja kehittämään rajallisen määrän näihin vaatimuksiin vastaavia yksittäisiä tuotteita. Asiakkaiden on valittava tuotevalikoimasta tuote, joka parhaiten vastaa heidän tuotteelle asettamia vaatimuksia. Asiakas on siis riippuvainen tuotevalikoiman laajuudesta ja tuotteelle etukäteen suunnitelluista ominaisuuksista. (Piller & Tseng 2010:3-4.)

Sarjatuotannosta poiketen massaräätälöinnissä pyritään hyödyntämään eri asiakasryhmien vaihtelevia ominaispiirteitä. Massaräätälöinnissä on siis selvitettävä ne tuoteominaisuudet, joissa eri asiakkaiden vaatimukset poikkeavat eniten toisistaan. Kun eri asiakasryhmien toisistaan poikkeavat vaatimukset ovat selvillä, yrityksen on kehitettävä ratkaisut, joilla vaatimukset voidaan täyttää. Asiakasryhmien tarpeiden ollessa selvillä voidaan yrityksessä selkeästi rajata, mihin asiakastarpeisiin tuotteita valmistetaan ja mitkä asiakastarpeet jäävät tuoterakenteen ulkopuolelle. Yritys siis kehittää itselleen ratkaisuväylien (eng. solution space), jonka sisällä sen tuoterakenne toimii. Massaräätälöinnissä asiakastarpeiden selvittäminen, asiakaspalautteen kerääminen ja tuotekonseptien jatkuva arviointi on siis keskeistä. (Piller & Tseng 2010:4)

2.2.2 Tuotteen ominaisuudet

Modulaarista tuoterakennetta pidetään yleisesti edellytyksenä tuotteen massaräätälöinnille (Ericsson & Erixon 1999:5; Soronen 1999:19; Kratochvíl & Carson 2005:5; Mertanen & Sievänen 2007:22). Modulaarisessa rakenteessa tuote jaetaan pienempiin, hallittaviin kokonaisuuksiin. Yksittäisiä moduuleja varioimalla voidaan täyttää erilaiset asiakastarpeet. Modulaarisen rakenteen tavoitteena on kehittää joustava tuoterakenne, joka mahdollistaa tuotteiden varioinnin ilman, että variointi aiheuttaa muutoksia koko tuotteen rakenteeseen. Variointi kohdistetaan niihin tuotteen osiin, joita varioimalla voidaan täyttää erilaiset asiakastarpeet. (Ericsson & Erixon 1999:5.) Modulaarista tuoterakennetta käsitellään tarkemmin kappaleessa 3.

2.2.3 Tuotanto

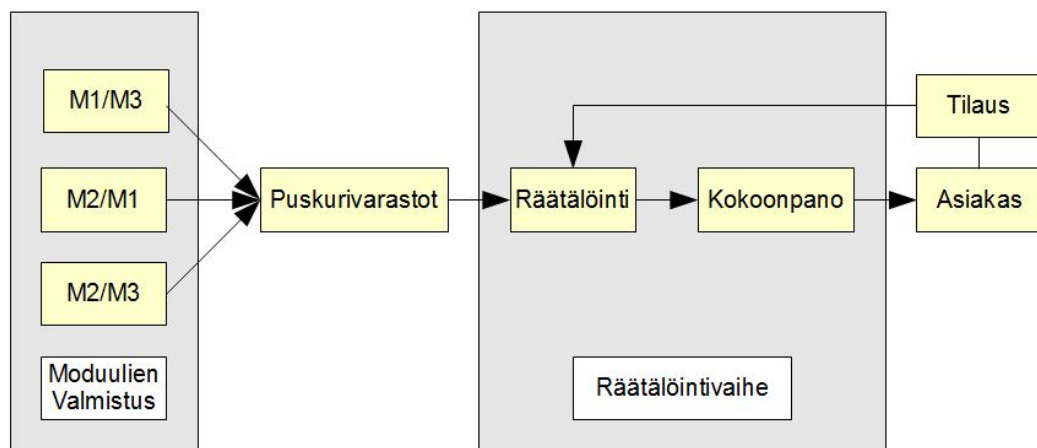
Massaräätälöinnissä tuotteen variointi toteutetaan valmiiksi suunnitelluilla vakio-
moduuleilla. Tuotannon tehokkuus perustuukin tuotteen osien ja moduulien samankaltaisuuteen. Massaräätälöinnissä hyödynnetään siis edullisen ja nopean sarjatuotannon menetelmiä asiakkaan yksilölliset tarpeet täyttävien tuotteiden valmistamiseen. Koska joustava tuoterakenne on massaräätälöinnin lähtökohta, suunnitellaan koko tuotantoprosessi sen mukaiseksi. (Soronen 1999:7,22.)

Massaräätälöinnissä pyritään tuotteen räätälöinti ja variointi sijoittamaan mahdollisimman myöhäiseen vaiheeseen valmistusprosessia. Liian aikainen räätälöinti johtaa suureen tuotenimikemäärään, jolloin tuotannon ohjaus ja hallinta vaikeutuu. Myöhäinen räätälöinti on otettava huomioon tuotesuunnittelussa, ja se voi myös edellyttää ylimääräisiä, räätälöiviä työvaiheita tuotannon loppupäähän. Nopea tuotanto edellyttää myöhäistä variointia, jolloin asiakkaalta tuleva tilaus vaikuttaa vain nopeaan räätälöintivaiheeseen tuotannon loppupäässä. (Harju 1999:35, 88.)

Massaräätälöinnissä pyritään hyödyntämään koko tuotantokapasiteetti kaikkien lopputuotteiden valmistuksessa. Tämä edellyttää tuotannolta joustavuutta. Mikäli jokin tuotannon osa-alue on erikoistunut valmistamaan vain tiettyjä osia tai moduuleja, on koko tuotannon tehokkuus voimakkaasti riippuvainen erikoistuneen tuotantolinjan tehokkuudesta. Toisaalta erikoistunut tuotantolinja ei pysty vastaamaan tarpeen vaatiessa muiden osien ja moduulien kysynnän kasvuun. Tuotantoyksiköiden tulisikin kyetä

tuottamaan joustavasti useita eri tuotteen komponentteja, jolloin kapasiteettia voidaan ohjata kysynnän mukaan. (Harju 1999:88-90.)

Joustava tuotanto voidaan organisoida esimerkiksi joustavalla automaatiolla, prosessin modulaarisuudella tai joustavilla henkilöresursseilla. Joustavassa automaatiossa hyödynnetään moderneja tuotantomenetelmiä, jotka mahdollistavat nopeat työnimikkeiden vaihdot ja sitä kautta useiden eri tuotenimikkeiden valmistuksen. Prosessien ollessa modulaarisia voidaan olemassa olevia prosesseja muuntelemalla ja yhdistelemällä tuottaa useita eri tuotevariaatioita. Joustavat henkilöstöresurssit mukautuvat nopeasti eri tuotantomenetelmiin ja tuotantomuokkeiden valmistamiseen. (Piller. & Tseng 2010:5-6.)



Kuva 1: Massaräätälöivä tuotantoprosessi

Kuvassa 1 havainnollistetaan yksinkertaistettuna joustavan tuotannon ja myöhäisen variaation periaatetta. Kolme tuotantoyksikköä valmistaa puskurivarastoon kolmea moduulia, M1 – M3. Asiakkaalta tuleva tilaus käynnistää räätälöintivaiheen, tehdään asiakaskohtaiset muutokset ja loppukokoonpano. Asiakkaalta tuleva tilaus ei siis vaikuta tuotantoyksiköissä valmistettaviin moduuleihin. Puskurivarastosta poistuvat moduulit käynnistävät niitä korvaavien moduulien valmistuksen. Koska tuotantoyksiköt on suunniteltu joustaviksi, voidaan yhdellä tuotantoyksiköllä tuottaa useampaa moduulia. Näin koko tuotantokapasiteetti saadaan hyödynnettyä lopputuotteiden valmistuksessa.

Edellä mainittua puskurivarastoihin perustuvaa tuotannonohjausta kutsutaan imuohjaukseksi. Imuohjauksella tarkoitetaan tuotantoa, joka korvaa syntyvää kulutusta. Imuohjaus on mahdollista, kun eri prosessien väleissä on pieni puskurivarasto, imu-

puskuri. Imupuskureihin kohdistuva kulutus käynnistää korvaavien nimikkeiden tuotannon. Puskureiden avulla saadaan lopputuotteeseen tarvittavat komponentit tuotettua nopeasti, koska komponentit ovat jo valmiina imupuskureissa. Komponentti, jonka valmistuksen lopputuote käynnistää ei siis päädy kyseiseen tuotteeseen. Koska imuohjauksessa imupuskureihin kohdistuva kulutus toimii prosessien käynnistävinä impulsseina, kulkee tilausinformaatio tuotantovirtaa vastaan, siis tuotannon loppupäästä alkuun. (Harju 1999:81.)

Imuohjaus on vaihtoehtoinen tapa työntöohjaukselle. Työntöohjauksessa komponentti käynnistää saapuessaan seuraavaan tuotantovaiheeseen. Ohjaus tapahtuu siis tuotantovirran mukana, alusta loppuun päin. Työntöohjauksessa tuotannon nopeus on riippuvainen komponenttien etenemisestä tuotantoprosesseissa. Komponenttien tuotannon myöhästyminen vaikuttaa koko prosessiin ja lisää epävarmuutta. Jotta työntöohjaus toimisi tehokkaasti, on tuotannon läpäisyajat pystyttävä arvioimaan tarkasti. (Harju 1999:75-76.)

Nopeassa tuotannossa vain räätälöinti suoritetaan työntöohjautuvasti ja räätälöintiä edeltävät vaiheet toteutetaan imuohjauksella. Imuohjaus edellyttää tuotteen suunnittelua siten, että räätälöintivaihe voidaan suorittaa vasta tuotannon loppupäässä. (Harju 1999: 35.)

2.2.4 Markkinointi

Massaräätälöinnissä pyritään hyödyntämään asiakkaiden vaihtelevia vaatimuksia tarjoamalla näihin ratkaisuja tuotevarianttien kautta. Yrityksen on pystyttävä opastamaan asiakasta löytämään tuotevalikoimasta ne ratkaisut, joilla asiakkaan tarpeet voidaan täyttää. Asiakas voi pitää liian suurta vaihtoehtojen määrää hankalana, ja tämä voi vaikuttaa ostopäätökseen. (Piller. & Tseng, 2010:5-6.) Oikeiden tuotevarianttien löytämisessä voidaan esimerkiksi käyttää myyjän ja asiakkaan välistä keskustelua tai verkossa olevaa ohjelmistoa, joka opastaa asiakasta ostotilanteessa. Asiakkaalle voidaan myös tarjota valmiiksi rakennettuja esimerkkipaketteja, jotka toimivat ikään kuin pohjana räätälöinnille. (Kratochvíl & Carson 2005:24-25, 74.)

Koska tuote räätälöidään vasta tuotannon loppupäässä, on asiakkaalle mahdollista kertoa myyntitilanteessa tarkka toimitusaika ja lopputuotteen hinta (Kratochvíl & Carson

2005:25). Yhtenä massaräätälöinnin etuna asiakkaan näkökulmasta voidaankin pitää toimitusvarmuutta (Harju 1999:153).

Asiakkaat ovat valmiita maksamaan räätälöidyistä tuotteista enemmän kuin standardituotteista. Massaräätälöityjä tuotteita on siis mahdollista valmistaa edullisesti ja samanaikaisesti myydä niitä korkeampaan hintaan kuin kilpailijoiden standardituotteita. (Kratochvíl & Carson 2005:16-17.)

Koska tuotevariaatioiden määrä massaräätälöinnissä nousee nopeasti hyvin suureksi, ei perinteinen, staattinen tuoterakenne sovellu tuotetiedon hallintaan. Ongelma on ratkaistavissa siirtymällä staattisesta tuoterakenteesta dynaamiseen, parametriseen tuoterakenteeseen. Luvussa 3.2 käsitellään dynaamista tuoterakennetta tarkemmin.

2.3 Massaräätälöinnin edut ja haitat

Massaräätälöinti on toimiva strategia niin pienille ja keskisuurille yrityksille (pk-yrityksille.) kuin suurille kansainvälisille yrityksille. Massaräätälöinnin vaatima joustavuus on pienissä organisaatioissa helppo toteuttaa. Pienissä yrityksissä käytetään paljon aikaa suoraan keskusteluun asiakkaan kanssa, mikä johtaa uusiin innovaatioihin ja tuotteisiin, joilla voidaan vastata asiakkaan tarpeisiin. (Kratochvíl & Carson 2005:4-7.)

Massaräätälöinti voi mahdollistaa yrityksen laajentumisen kansainvälisille markkinoille. Kotimaan markkinoiden ollessa pienet mahdollistaa massaräätälöinti tuotteiden tuottamisen erilaisille markkina-alueille ja –segmenteille. (Kratochvíl & Carson 2005:4-7.)

Massaräätälöinti myös pidentää tuotteiden elinkaarta. Uusien tuotevariaatioiden tuottaminen ei vaadi koko tuoterakenteen uusimista. Muutokset voidaan kohdentaa vain niihin osa-alueisiin, joissa muutosta tarvitaan. Uusia tuotteita on siis mahdollista rakentaa siten, että niissä hyödynnetään aikaisempien tuotesukupolvien moduuleja. (Kratochvíl & Carson 2005:5.)

Yrityksille, joiden toiminta koostuu perinteisestä sarjatuotannosta, voi siirtyminen massaräätälöintiin olla vaikeaa ja vaatia suuria investointeja ja jopa tuotannon alasajoa

siirtymisen ajaksi. Toisaalta siirtyminen täysin räätälöivästä tuotannosta massaräätälöintiin voi olla helpompaa. (Mertanen & Sievänen 2007:18-19.)

3 MODULAARINEN RAKENNE

3.1 Modulointi ja modulaarisuus

Modulointi tarkoittaa tuotteen jakamista moduuleihin eli pienempiin itsenäisiin osiin, joita muuntelemalla ja yhdistelemällä voidaan valmistaa erilaisia lopputuotteita. Moduulien välinen vuorovaikutus tapahtuu niin sanottujen rajapintojen kautta. Rajapinnan pysyessä vakiona voidaan eri moduuleja yhdistellä ja varioida. Tuotteen variointi kohdistuu vain yksittäisiin moduuleihin, eikä se vaikuta koko lopputuotteen rakenteeseen. Modulaarinen rakenne mahdollistaa siis eri moduulien itsenäisen suunnittelun, koska moduulit ovat riippuvaisia toisistaan ainoastaan rajapintojen kautta. (Österholm & Tuokko 2001:8.)

Modulaarista tuoterakennetta pidetään yleisesti edellytyksenä tuotteen massaräätälöinnille (Ericsson & Erixon 1999:5; Soronen 1999:19; Kratochvíl & Carson 2005:5; Mertanen & Sievänen 2007:22). Modulaarisuudesta tehdyssä kattavassa kirjallisuusanalyysissä (Fixson 2003) todetaan kuitenkin, että modulaariselle rakenteelle ei ole olemassa yhtä, tarkkaa määritelmää. Modulaarisuus käsitetään enemmänkin joukkona tuotteen ominaisuuksia kuin yhtenä selkeästi määrittelevänä tekijänä.

Modulaarisuudessa keskeisiä tekijöitä ovat siis moduulit sekä niiden väliset rajapinnat. Rajapinnoilla tarkoitetaan eri moduulien välisiä riippuvuuksia, pintoja, joiden kautta moduulit ovat vuorovaikutuksessa toisiinsa. (Fixson, 2003:12.) Tyypillisesti modulaarisessa tuoterakenteessa yksittäinen moduuli toteuttaa yhtä tai useampaa funktiota ja moduuli on vuorovaikutuksessa muihin moduuleihin tarkasti määritellyn rajapinnan kautta (Österholm & Tuokko 2001:9).

Funktionaalisisessa moduulijaossa on keskeistä, miten tuotteen funktiot määritellään. Jako funktioihin voi perustua markkinoilta saatuun tietoon, jolloin tuote jaetaan moduuleihin sillä perusteella, missä asiakastarpeet vaihtelevat eniten, ja toisaalta yhdistetään funktiot, joissa asiakastarpeet ovat yhteneviä. Markkinoihin perustuva moduulijako toteutetaan siis jo ennen tuotteen varsinaista suunnittelua. (Fixson, 2003:42.)

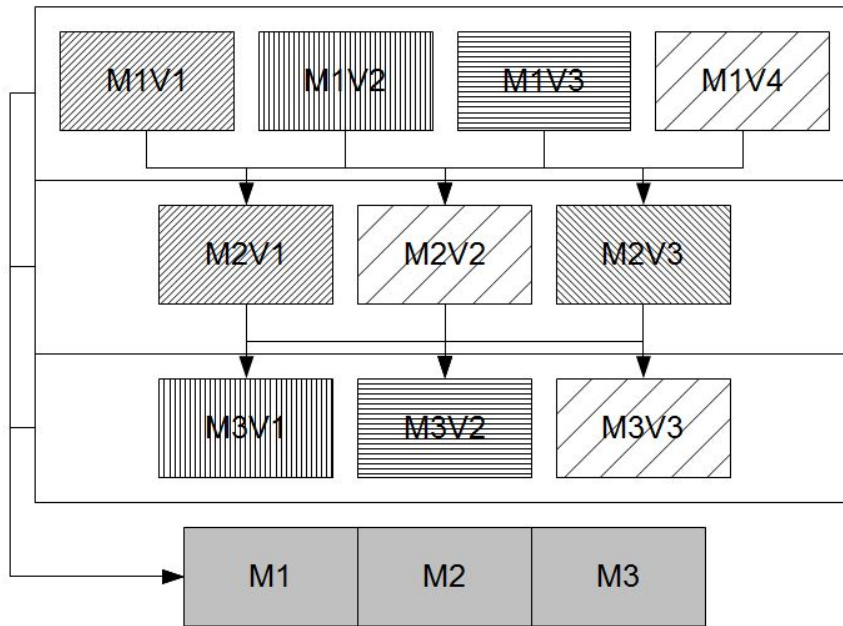
Jako funktioihin voi perustua myös teknisiin ongelmiin ja niihin haettuihin ratkaisuihin. Tuote jaetaan siis moduuleihin, joilla toteutetaan jokin funktio, joka ratkaisee jonkin teknisen ongelman. Moduulijako toteutetaan siis tuotteen suunnitteluvaiheessa. (Fixson, 2003:42.)

Moduulijako tapahtuu siis yrityskohtaisista syistä, jotka perustuvat yrityksen strategiaan (Österholm & Tuokko 2001:9). Suunnittelun näkökulmasta moduuleiden väliset vuorovaikutukset tulisi minimoida, jolloin tuotekehitys ja tuotesuunnittelu voidaan kohdistaa vain yksittäisiin moduuleihin. Tuotannon kannalta moduuleiden tulisi olla helposti valmistettavia ja kokoon pantavia, ja tuotteen käyttäjän kannalta moduulijako voi perustua esimerkiksi helppoon huollettavuuteen. Moduulijakoon vaikuttaakin siis, mitä vaihetta tuotteen elinkaarissa painotetaan. (Fixson, 2003:43.)

Massaräätälöinnillä voidaan tarkoittaa variaatioiden hallintaa ja tällöin sen on oltava peruste yrityksen tuotearkkitehtuurille. Varioinnin hallinta voidaan saavuttaa tekemällä moduulijako siten, että yksi moduuli sisältää vain yhden varioitavan ominaisuuden. Jos moduuli sisältää useita varioitavia ominaisuuksia, johtaa se nimikemäärän kasvuun. (Harju 1999:161.)

3.2 Tuotteen variointi moduulien avulla

Modulaarisella rakenteella on mahdollista tuottaa asiakkaalle räätälöityjä tuotteita rajatusta määrästä moduuleita. Moduuleihin on suunniteltu erilaisia variantteja, jotka ovat vaihtokelpoisia keskenään. Tuote valmistetaan asiakkaalle valitsemalla kuhunkin moduuliin yksi variantti. Mahdollisten varianttien määrä saadaan kertomalla eri moduulivarianttien määrät keskenään. (Soronen 1999:19.)



Kuva 2: Tuotteen variointi moduulien avulla. Tuote koostuu kolmesta moduulista M1, M2 ja M3. Kymmenellä vakiomoduulilla on mahdollista valmistaa 36 erilaista tuotetta. (Soronen 1999:19; Ericsson & Erixon 1999:99.)

Kuvassa kaksi on esimerkki tuotteesta, joka koostuu kolmesta moduulista: M1, M2 ja M3. Moduulista M1 on neljä variaatiota (V1...V4) ja moduuleista M2 ja M3 on kolme variaatiota (V1, V2, V3). Erilaisia moduulivariaatioita on siis yhteensä kymmenen. Mahdollisten lopputuotteiden määrä näillä kymmenellä vakiomoduulilla on $4 * 3 * 3 = 36$ kpl. Mikäli esimerkiksi moduuliin M2 kehitetään yksi variantti lisää, nousee mahdollisten lopputuotteiden määrä $4 * 4 * 3 = 48$ tuotteeseen. (Soronen 1999:19; Ericsson & Erixon 1999:99.)

Edellä esitetty esimerkki on hyvin yksinkertainen ja todellisessa tilanteessa moduuleja ja niiden variantteja voi olla paljon enemmän. Koska tuotteen variaatioiden määrä kasvaa helposti hyvin suureksi, asettaa se vaatimuksia myös tuoterakenteen hallinnalle ja markkinoinnille. Perinteisessä staattisessa tuoterakenteessa yrityksen on käsiteltävä jokaista tuotevariaatiota omana, itsenäisenä tuotteenaan. Jokaiselle tuotteelle on määriteltävä hinta ja tarkat tuotetiedot. Tämä vaikeuttaa tuotetiedon hallintaa ja voi johtaa tilanteeseen, jossa tuotemäärän paisuminen vaikeuttaa markkinointia. Esimerkkitapauksessa staattisella tuoterakenteella asiakkaalle olisi kyettävä siis markkinoimaan kaikkiaan 48 erilaista tuotetta. (Kratochvíl & Carson 2005:91-93.)

Dynaamisessa tuoterakenteessa tuotteita hallitaan käsittelemällä tuotevariaatioita parametrien avulla. Edellisen esimerkin tapauksessa tämä tarkoittaisi yhtä tuotetta, jossa on kolme varioitavaa parametria. Myyntitilanteessa asiakkaan haluamat tuotteen ominaisuudet muutetaan parametreiksi, joiden avulla tarvittava tieto tuotteen valmistamiseksi voidaan tuottaa. Sen sijaan, että asiakas valitsee jonkin tuotteen 1-48, valitsee hän tuotteen 1, johon hän valitsee parametrit M1V2, M2V3, M3V1. Dynaamisessa tuoterakenteessa tuotevariaatioiden lisääminen vaikuttaa siis hyvin vähän tuotetiedon hallintaan. (Kratochvíl & Carson 2005:91-94.)

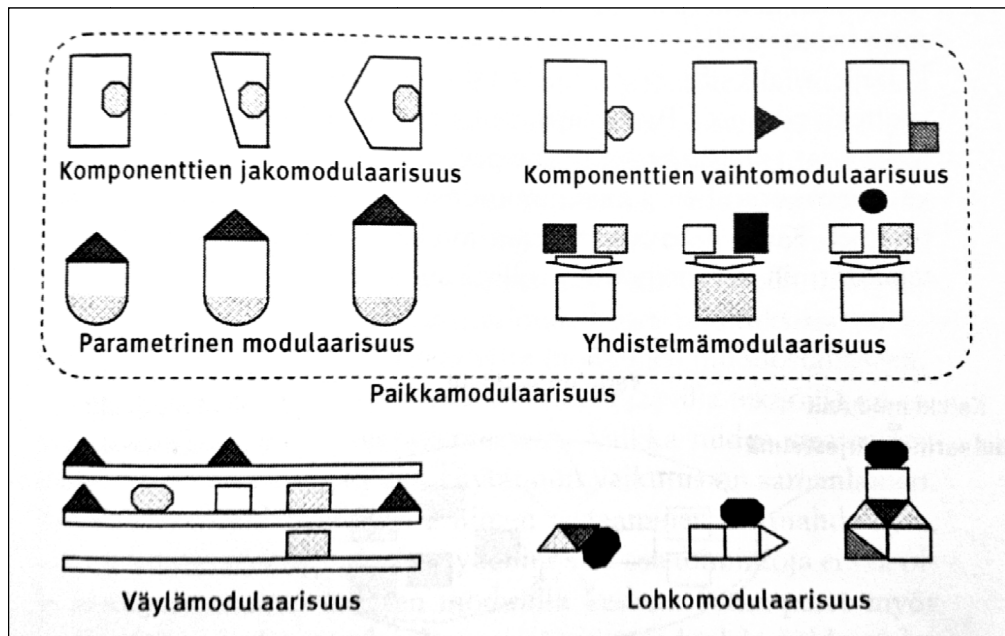
3.3 Moduulityypit

Modulaariset tuotteet jaetaan tavallisesti kolmeen tyyppiin: paikka-, väylä- ja lohkomodulaarisiin tuotteisiin. Väylämodulaarisuudessa on olemassa yhteinen, standardisoitu väylä, joka toimii komponenttien tai moduulien rajapintana. Väylään voidaan liittää moduuleja, joiden rajapinta on yhteensopiva väylän kanssa. Lohkomodulaarisuudessa tuote on jaettu moduuleihin, joita voidaan yhdistellä monella eri tavalla. Yhdisteleminen onnistuu standardisoidujen rajapintojen avulla. Paikkamodulaarisuudessa jokainen moduuli liittyy rajapinnan avulla tiettyyn paikkaan tuotteessa. Paikkamodulaarisuus jakautuu vielä neljään alakategoriaan: jakomodulaarisuuteen, vaihtomodulaarisuuteen, parametriseen modulaarisuuteen ja yhdistelmämodulaarisuuteen. Modulaarisuuden eri tyyppiä on myös havainnollistettu kuvassa 3. Seuraavana on moduulityyppien jaottelu luettelomuodossa. (Österholm & Tuokko 2001:10-11; Kratochvíl & Carson 2005:85 – 87.)

1. Paikkamodulaarisuus

- Jakomodulaarisuus – Samaa komponenttia käytetään useissa eri tuotteissa.
- Vaihtomodulaarisuus (yhteinen ydin) – Samaan perustuotteeseen voidaan yhdistää useita erilaisia moduuleita.
- Parametrinen modulaarisuus (varioitava dimensio) – Variointi toteutetaan liittämällä vakiomoduuleihin jokin moduuli, jonka jotain dimensiota tai parametria muunnellaan.

- Yhdistelmämodulaarisuus – Modulaarisuus, joka yhdistyy helposti muihin modulaarisuuden tyyppeihin (esimerkiksi pintamateriaali tai pintakäsittely).
2. Väylämodulaarisuus – Yhteinen, standardisoitu perusväylä, johon väylään sopivia moduuleita voidaan vapaasti liittää.
 3. Lohkomodulaarisuus – Moduuleita voidaan yhdistellä vapaasti standardisoitujen rajapintojen avulla ja siten luoda useita erilaisia tuotevariantioita. (Österholm & Tuokko 2001:10-11; Kratochvíl & Carson 2005:85 – 87.)



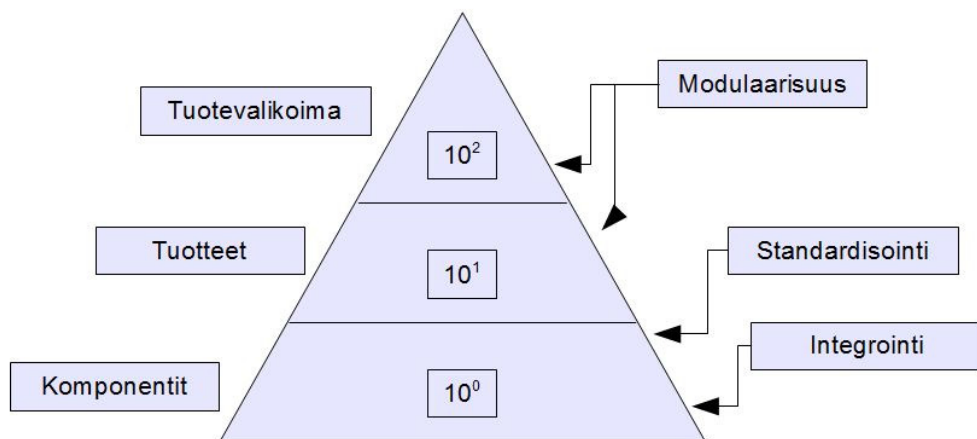
Kuva 3: Modulaarisuuden eri tyyppjä (Österholm & Tuokko 2001:11.)

Modulaarisuus voidaan jaotella myös useilla muilla tavoilla, esimerkiksi moduulien funktioihin, valmistustekniikkaan tai rajapintoihin perustuen (Österholm & Tuokko 2001:10-11; Kratochvíl & Carson 2005:85 – 87). Tässä työssä sovellettavassa modular function deployment –menetelmässä moduulijako perustuu moduulijakoa ohjaaviin tekijöihin, ns. moduuliajureihin (eng. module drivers). Menetelmää käsitellään tarkemmin luvussa 5 sekä tämän työn sovellusosassa, luvussa 6.

3.4 Modulaarisen rakenteen edut ja haitat

Kirjassa ”Controlling design variants” (Ericsson & Erixon 1999) modulaarisuuden etuna pidetään tuoterakenteen variaatioiden hallintaa. Monimutkaisuuden vähentämisessä ja variaatioiden hallinnassa keskeinen tekijä on yrityksen tuoterakenne eli tuotearkkitehtuuri. Modulaarisessa rakenteessa monimutkainen rakenne jaetaan pienempiin, hallittaviin kokonaisuuksiin. Tämä mahdollistaa tehokkaan tuotteiden hallinnan. (Ericsson & Erixon 1999:17.)

Tuotearkkitehtuuria voidaan käsitellä kolmella eri tasolla: tuotevalikoiman, tuotteiden tai komponenttien tasolla (kuva 4). Modulaarisuudella on mahdollista vähentää monimutkaisuutta tuoterakenteen ylemmillä tasoilla, jolloin tuoterakenteen monimutkaisuus vähenee eksponentiaalisesti. (Ericsson & Erixon 1999:17.)



Kuva 4: Modulaarisuus vaikuttaa tuotteiden hallinnan ylempiin tasoihin ja vähentää tuoterakenteen monimutkaisuutta eksponentiaalisesti (Ericsson & Erixon 1999:18.)

Ericsson & Erixon (1999:17-18.) luettelevat kirjassaan useita modulaarisen rakenteen tuomia etuja nimenomaan tuotteiden hallinnan ylemmillä tasoilla:

- Joustavuus – Uusien teknologioiden tai markkinatilanteen muuttumisen vaatimat muutokset ovat nopeita toteuttaa, sillä ne vaikuttavat vain rajoitettuun osaan tuotetta.
- Tuotekehityksen läpimenoajan nopeutuminen – Rinnakkainen tuotekehitys on mahdollista, kun tuotteiden väliset rajapinnat on määritelty.
- Tuotteen ja tuotannon rinnakkainen suunnittelu – Yksittäisen moduulin tuotanto on mahdollista suunnitella samanaikaisesti moduulin suunnittelun kanssa.

- Vähemmän sidottua pääomaa tuotannossa – Läpimenoaikojen lyhentymisen vähentää tarvittavaa työmäärää ja vähentää valmiiden tuotteiden varastointia.
- Pienemmät materiaali- ja hankintakustannukset – Yksittäisten komponenttien ja materiaalien kirjon väheneminen mahdollistaa suuremmat kertatilaukset ja vähentää tilausten hallinnan vaatimaa työtä.
- Tuotteen laadun paraneminen – Laadunhallinta on mahdollista kohdistaa yksittäisiin moduuleihin, jolloin korjaavat toimenpiteet ovat nopeampia ja yksinkertaisempia.
- Helpompi tuotteiden huolto ja päivittäminen – Vakioidut rajapinnat mahdollistavat uusien moduulien lisäämisen tai vanhojen moduulien korvaamisen helposti
- Helpompi hallinnointi – Tarjoukset voidaan suunnitella ja tehdä tehokkaammin.

Vaikka modulaarisuus tuo mukanaan paljon etuja, on modulaarisella rakenteella myös negatiivisia vaikutuksia. Koska modulaarinen rakenne koostuu erillisistä moduuleista, on moduulirakenteinen tuote todennäköisemmin painavampi kuin vastaava tuote, jossa moduulijakoa ei ole. Tämä voi vaikuttaa tuotteen suorituskykyyn. Modulaarinen rakenne on siis kompromissi joustavan tuoterakenteen ja suorituskyvyn välillä. Toisaalta, jos tuotteelle asetetut vaatimukset muuttuvat, voidaan muutokseen reagoida nopeammin modulaarisen rakenteen ansiosta. (Hölttä-Otto 2005:29-30.)

3.5 Moduulien väliset rajapinnat

Moduulit ovat siis vuorovaikutuksessa toisiinsa rajapintojen välityksellä. Rajapintojen suunnittelu ja arviointi onkin siksi tärkeä osa modulaarisen rakenteen suunnittelua. Rajapinnoilla on suuri vaikutus tuoterakenteen joustavuuteen. (Ericsson & Erixon 1999:38.)

Moduulien välinen rajapinta voi olla kiinteä, liikkuva tai välittäjäainetta siirtävä. Kiinteällä rajapinnalla tarkoitetaan geometristä rajapintaa, jolla moduulit liitetään toisiinsa. Kiinteä rajapinta siirtää voimia moduulien välillä. Liikkuva rajapinta voi olla esimerkiksi pyörivä akseli, joka välittää energiaa liikkeensä avulla. Välittäjäainetta siirtävä rajapinta välittää sähköä tai esimerkiksi nestettä. (Ericsson & Erixon 1999:38.)

Tarkasti määritellyt rajapinnat mahdollistavat moduulien käytön uudelleen muissa tuotteissa. Uudelleenkäyttö lyhentää tuotteen suunnittelun läpimenoaika ja nopeuttaa uuden tuotteen markkinoille saattamista. Yksinkertaiset rajapinnat mahdollistavat uu-

sien moduuleiden vapaan suunnittelun, jolloin uusiin asiakastarpeisiin on helpompi vastata. (Hölttä-Otto 2005:29.)

4 TUOTEPERHE JA TUOTEALUSTA

Tuoteperheellä (engl. product family) tarkoitetaan joukkoa tuotteita, jotka on johdettu yhteisestä tuotealustasta (engl. product platform). Tuoteperheen tarkoituksena on täyttää eri markkinasegmenttien tuotteelle asettamat vaatimukset. (Simpson, Siddique & Jiao 2006:3.)

Tuoteperhe, tuotealusta ja yksittäiset tuotteet ovat hierarkkisesti toisistaan riippuvaisia. Tuoteperhe muodostuu tuotteista, jotka jakavat yhteisen tuotealustan. Tuotealusta muodostaa siis yhteisen pohjan tuoteperheessä oleville tuotteille. Yksittäiset tuotteet koostuvat tuotealustaan kuuluvista osista tai komponenteista sekä tuotespesifeistä, tuotealustaan kuulumattomista osista. Nämä yksittäiset tuotteet yhdessä muodostavat tuoteperheen. (Halman, Hofer & van Vuuren 2006:29-30.)

Tuotealustan suunnittelussa onkin keskeistä erottaa toisistaan ne osat tai komponentit, jotka ovat tuoteperheen tuotteissa yhteiset, sekä ne osat tai komponentit, jotka ovat spesifejä jollekin tietylle tuotteelle. Modulaariseen tuotearkkitehtuuriin perustuva tuotealusta edellyttää modulaarisuuden suunnittelua, moduulien välisten rajapintojen määrittelyä sekä moduulien suunnittelun periaatteiden määrittelyä. (Halman ym. 2006:29-30; Simpson ym. 2006:5-6.)

Tuoteperheen suunnittelussa on kaksi erilaista lähestymistapaa: ylhäältä alas (engl. top-down) tai alhaalta ylös (engl. bottom-up). Ylhäältä alas tapahtuvassa suunnittelussa tuoteperhe ja sen sisältämät tuotteet suunnitellaan jo etukäteen tuotealustaan perustuen. Alhaalta ylöspäin tapahtuvassa suunnittelussa tuotealusta suunnitellaan jo suunniteltujen tuotteiden perusteella, jolloin tuotteista pyritään löytämään yhteiset komponentit tai osat, joista tuotealusta on mahdollista muodostaa. (Simpson ym. 2006:6.) Jos tuotealustan suunnittelu perustuu jo olemassa oleviin tuotteisiin (alhaalta ylös), voidaan tuotealustan suunnittelulla saavuttaa etuja vain optimoimalla nykyisen tuoterakenteen komponentit. Ylhäältä alaspäin tapahtuvaa suunnittelua voidaan pitää parempana vaihtoehtona, sillä silloin on mahdollista suunnitella koko tuoterakenne siten, että tuotealustan mukanaan tuomat edut voidaan hyödyntää. (Marion & Simpson 2006:76-77.)

Onnistunut tuotealustan suunnittelu tuo mukanaan monia etuja. Komponenttien ja tuotantoprosessien jakaminen koko tuoteperheen sisällä tuo kustannussäästöjä, mahdollistaa tuotteiden nopean kehittämisen, joustavan tuotannon ja uusien markkinasegmenttien hyödyntämisen. Tuoterakenteen monimutkaisuus vähenee ja tuotteiden ominaisuuksia on helppo varioida. (Simpson ym. 2006:4.)

Tuotealustaa suunniteltaessa ei siis suunnitella vain yhtä tuotetta. Tuotealusta on suunniteltava siten, että siihen perustuen on mahdollista tuottaa erilaisia tuotteita eri markkinasegmenteille. Yrityksen tuotestrategia siis perustuu tuotealustalle. Tuotealusta on mahdollista suunnitella jollekin tietylle markkinasegmentille ja myöhemmin laajentaa tuotevalikoimaa. (Marion & Simpson 2006:76-77.)

Tuotealustan suunnittelu on vaativampaa kuin perinteinen yksittäisen tuotteen suunnittelu. Tuotealustan suunnitteluun käytetty aika tuo etuja, kun tuotealustan pohjalta suunnitellaan uusia tuotteita. Uusissa tuotteissa voidaan keskittyä vain uusien ominaisuuksien kehittämiseen tuotealustan perusosien pysyessä samana. (Ericsson & Erixon 1999:58.)

5 MODULAR FUNCTION DEPLOYMENT –MENETELMÄ

5.1 Yleistä

Modular Function Deployment (MFD) on menetelmä modulaarisen tuotteen kehittämiseksi. MFD-menetelmää käsittelevässä kirjassaan Ericsson & Erixon määrittelevät moduulin ominaisuuksiksi fyysisen ja funktionaalisen rakenteen samankaltaisuuden sekä minimoidun fyysisten komponenttien välisen vuorovaikutuksen. Menetelmässä siis tuote moduloidaan eli jaetaan moduuleihin siten, että moduuleille on määritelty vuorovaikutussuhteet ja moduulijako on suoritettu yrityksen strategiaa tukevasti. (Ericsson & Erixon 1999: 19, 29.) Menetelmässä moduulijako perustuu siis tuotteen funktioihin.

Modular Function Deployment (MFD) –menetelmän tarkoituksena on suorittaa moduulointi eli tuotteen jako moduuleihin ns. moduuliajureiden perusteella. Tuotteelle määritellyt funktiot jaetaan moduuliajureiden avulla moduuleihin. Menetelmä koostuu viidestä vaiheesta: asiakastarpeiden määrittelystä, teknisten ratkaisujen valinnasta, mo-

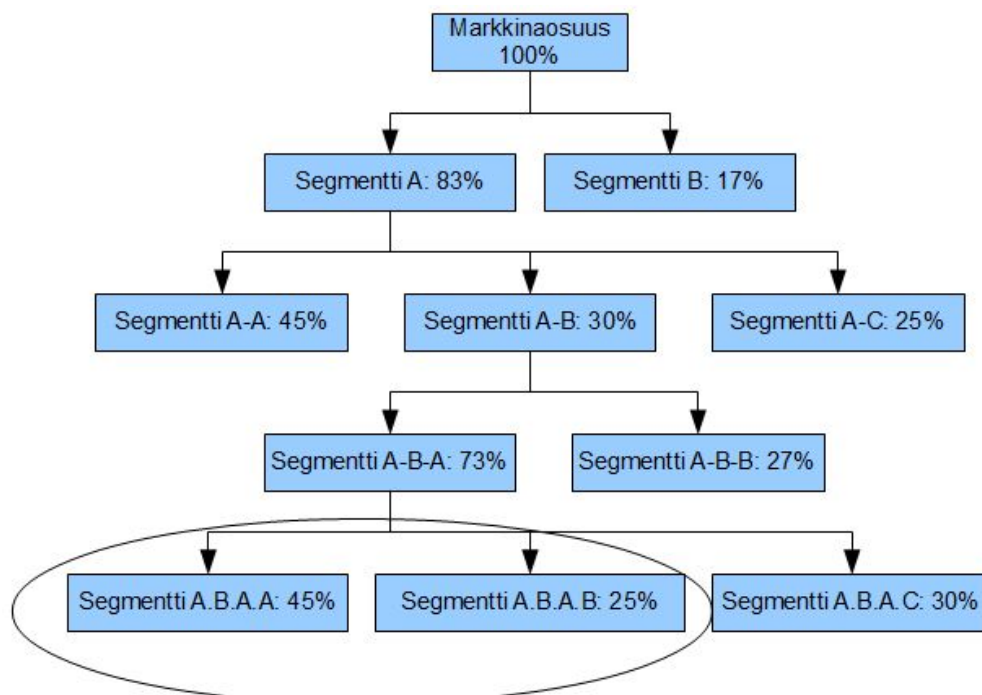
dulaarisen konseptin luomisesta, konseptien arvioinnista sekä moduulien optimoinnista. (Ericsson & Erixon 1999: 30.)

5.2 Asiakstarpeiden määrittelyminen

Asiakstarpeiden kartoittamisen tarkoituksena on selvittää, mitä vaatimuksia asiakkaat tuotteelle asettavat. Näin tuotteelle voidaan suunnitella sellaiset ominaisuudet, jotka täyttävät asiakkaiden vaatimukset (Ericsson & Erixon 1999:31.)

Ennen varsinaista asiakstarvekartoitusta yrityksen tulisi olla selvillä siitä, mikä on sen tuotestrategia, mitä muutoksia tuoterakenteessa tapahtuu tulevaisuudessa, miten yrityksen imagon toivotaan rakentuvan sekä mille asiakkaille tuotteita tarjotaan. Lisäksi tulisi olla hyvin selvillä tärkeimpien kilpailijoiden tuotteista. (Ericsson & Erixon 1999:32.)

Apuna asiakassegmentoinnissa voidaan käyttää niin sanottua segmentointipuuta (kuva 5). Asiakasryhmien segmentoituminen voi perustua esimerkiksi maantieteellisiin syihin, tuotteen ominaisuuksista johtuviin syihin tai tuotteen käyttötarkoitukseen. Segmentointipuun avulla on mahdollista kartoittaa, mille asiakasryhmille tuotetta tarjotaan ja mihin asiakassegmentteihin tarjontaa laajennetaan tulevaisuudessa. (Österholm & Tuokko 2001:19-20.)



Kuva 5.: Esimerkki segmentointipuusta (Österholm & Tuokko 2001:19).

Kun asiakassegmentit on määritelty, selvitetään niiden tuotteelle asettamat tarpeet. Jotta tuotesuunnittelussa voitaisiin hyödyntää asiakassegmenteiltä saatua informaatiota, pitää asiakastarpeet muuntaa tuotteen ominaisuuksiksi. MFD–menetelmässä tähän käytetään yksinkertaistettua quality function deployment (QFD) –matriisia (taulukko 1). (Ericsson & Erixon 1999:33, 45.)

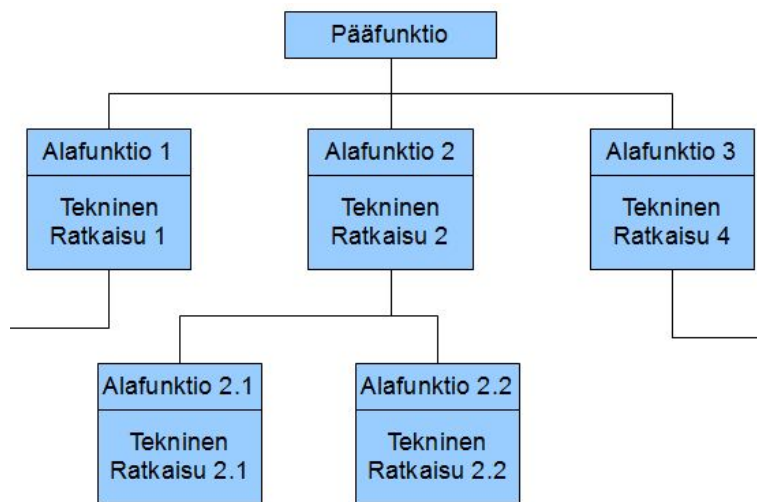
Taulukko 1: Esimerkki yksinkertaistetusta quality function deployment –matriisista (Ericsson & Erixon 1999:45).

	Painoarvo	Tulevaisuuden trendi	Modulaarisuus	Ominaisuus 1	Ominaisuus 2	Ominaisuus 3	Yhteensä
Asiakastarve 1	3	↑	9	9		9	27
Asiakastarve 2	5	↓	3	3		1	7
Asiakastarve 3	2	→		1	9	1	11
			42	44	18	34	
Asteikko:							
Vahva relaatio		9					
Keskim. Relaatio		3					
Heikko relaatio		1					

Quality function deployment –matriisiin kirjataan eri asiakastarpeet sekä asiakkaiden asettama painoarvo asteikolla 1 - 5. Lisäksi arvioidaan, pysyykö asiakastarpeen painoarvo tulevaisuudessa samana vai onko trendi kenties nouseva tai laskeva (merkintä nuolella). Asiakastarpeista johdetaan tuotteen ominaisuudet. Tämän jälkeen asiakastarpeiden riippuvuudet tuotteen ominaisuuksista arvioidaan kolmeportaisella asteikolla (9 = vahva relaatio, 3= keskimääräinen relaatio ja 1=heikko relaatio). Riippuvuudet kerrotaan asiakkaiden asettamilla painoarvoilla ja lasketaan yhteen matriisin alariville. Näin saadaan selville, miten suuri vaikutus tuotteen eri ominaisuuksilla on asiakkaan tarpeisiin. Huomattavaa on, että MFD–menetelmässä tuoteominaisuuksien ensimmäisellä rivillä on modulaarisuus. Tuotteen modulaarinen rakenne on siis syytä ottaa huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa. (Ericsson & Erixon 1999: 31-33, 43-45.)

5.3 Teknisten ratkaisujen valinta

Koska Modular function deployment –menetelmässä tuotteen modulointi perustuu funktioihin, on tuotteen eri funktiot selvitetävä, jotta asiakastarpeet voitaisiin pukea teknisiksi ratkaisuuksi. Tätä kutsutaan tuotteen toiminnalliseksi pilkkomiseksi (engl. functional decomposition). Kun tuotteen eri funktiot käydään järjestelmällisesti läpi, selviää, miten tuotteen eri osat liittyvät tuotteen kokonaistoimintaan. Jaon tuloksena syntyy niin sanottu toiminto-ratkaisupuu, jossa eri funktiot esitetään hierarkkisessa suhteessa toisiinsa (kuva 7). (Ericsson & Erixon 1999:32-33.)



Kuva 6: Toiminto-ratkaisupuu on hierarkkinen esitys tuotteen funktioista. (Ericsson & Erixon 1999:35.)

Optimaalisen modulaarisen rakenteen vaatimuksena on, että jokainen moduuli sisältää vain yhden varioitavan ominaisuuden (katso luku 3.1). Mikään yksittäinen tuotteen funktio ei siis voi jakautua useamman moduulin kesken, vaan moduulien on suoritettava itsenäisesti niille tarkoitetut funktiot. (Ericsson & Erixon 1999:33.)

5.4 Modulaaristen konseptien luominen

Kun funktionaalinen rakenne ja tekniset ratkaisut ovat selvillä, tuotteen moduulijako toteutetaan ns. moduuliajureiden avulla. Ne toimivat siis perusteena tuotteen moduloinnille. Moduuliajurit perustuvat yrityksen strategiaan valintoihin ja kattavat koko tuotteen elinkaaren. MFD–menetelmästä kertovassa kirjassaan Ericsson & Erixon kertovat moduuliajureiden perustuvat pitkään tutkimustyöhön ja lukuisiin tapaustutki-

muksiin. Alla on lueteltuna eri moduuliajurit sekä niiden merkitykset (Ericsson & Ericsson 1999:20-26, 34):

- **Suunnittelu ja tuotekehitys**
 - **Carryover - siirrettävä ominaisuus:** Tuotteen sellainen osa, joka ei todennäköisesti tule muuttumaan tuotealustan elinkaaren aikana. Carryover-osa on siis mahdollista siirtää tuleviin tuotesukupolviin.
 - **Technology evolution - tekninen kehitys:** Ne tuotteen osat, joissa tapahtuu todennäköisesti teknistä kehitystä tuotealustan elinkaaren aikana.
 - **Planned product changes - tuotteeseen suunnitellut muutokset:** Tekniset ratkaisut, joihin on suunniteltu tehtävän muutoksia tuotealustan elinkaaren aikana
- **Tuotteen variointi**
 - **Different specification - tekninen variointi:** Tuotteen ne osat, joita varioidaan teknisistä syistä.
 - **Styling – tyyli:** Styling viittaa niihin osiin, joita varioidaan ulkonäöllisistä syistä.
- **Tuotanto**
 - **Common unit – yhteinen osa:** Tuotteen osat, jotka ovat yhteisiä tuoteperheen muiden tuotteiden kanssa.
 - **Process and/or organization – prosessi ja/tai organisaatio:** Osat, joiden tuotantoprosessi on perusteena moduulijaolle
- **Laatu**
 - **Separate testing – erillinen testaus:** Osat, joiden testaus ja laadunvalvonta voidaan suorittaa muista osista erillään.
- **Alihankinta**
 - **Available from supplier – saatavissa toimittajalta:** Ne tuotteen osat, jotka on mahdollista hankkia valmiina osina alihankkijalta tai toimittajalta.
- **Jälkimarkkinointi**
 - **Service and maintenance – huolto ja kunnossapito:** Ne osat, jotka ovat keskeisiä tuotteen nopean huollon ja ylläpidon kannalta.
 - **Upgrading – päivittäminen:** Osat, jotka mahdollistavat asiakkaalle tuotteen päivittämisen
 - **Recycling – kierrätys:** Tuotteet, jotka sisältävät kierrätettävää tai ympäristölle vaarallista materiaalia.

Moduuliajurit muodostavat perusteet sille, miten tuotteen tekniset ratkaisut jaetaan moduuleihin eli moduloidaan. Teknisiä ratkaisuja verrataan moduuliajureihin muodostamalla niistä module indication –matriisi (MIM, taulukko 2). Se on QFD matriisin kaltainen ja siinä punnitaan moduuliajureiden ja teknisten ratkaisujen välinen riippuvuus. Jokaista tuotteen teknistä ratkaisua verrataan moduuliajureihin. Riippuvuus arvioidaan kolmiportaisella asteikolla, aivan kuten QFD–matriisissakin. (Ericsson & Erixon 1999:34-37.)

Taulukko 2: Esimerkki Module indication -matriisista. Alariville on laskettu teknisten ratkaisujen eri moduuliajureiden summa. Korkea luku indikoi, että kyseinen tekninen ratkaisu olisi syytä pitää omana ratkaisunaan. (Ericsson & Erixon 1999:34-37.)

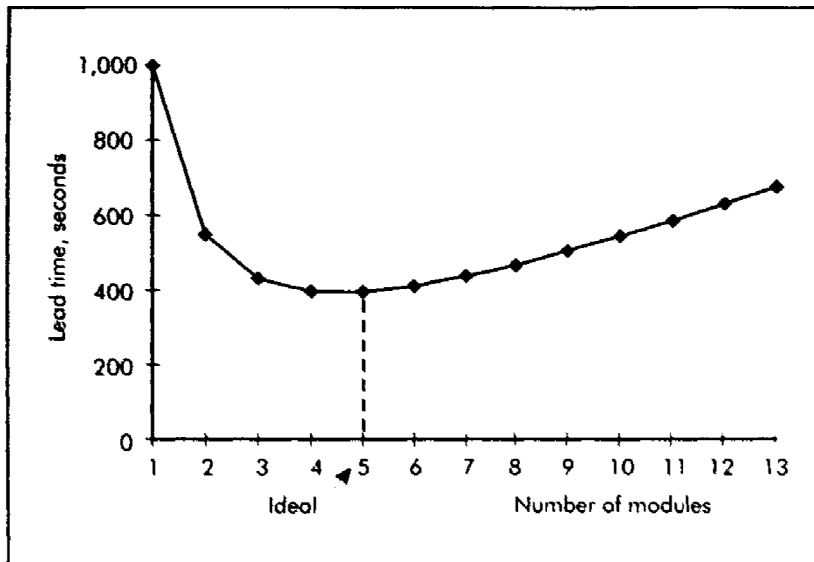
		Tekninen ratkaisu 1	Tekninen ratkaisu 2	Tekninen ratkaisu 3	Tekninen ratkaisu 4	Tekninen ratkaisu 5	Tekninen ratkaisu 6	Yhteensä
Suunnittelu ja tuotekehitys	Carryover	9						9
	Technology evolution		9					9
	Planned design changes				9			9
Variointi	Different specification			3	3			6
	Styling					9	9	18
Tuotanto	Common unit	9						9
	Process/organization		3					3
Laatu	Separate testing		9					9
Alihankinta	Supplier available	9				9		18
	Service/maintenance	3						3
Jälkimarkkinointi	Upgrading						9	9
	Recycling		9					9
		30	30	3	12	18	18	
Asteikko:								
	Vahva ajuri	9						
	Keskivahva ajuri	3						
	Heikko ajuri	1						

Moduuliajureiden voidaan ajatella olevan perusteluja sille, miksi joku toiminto tulisi pitää omana, erillisenä moduulinaan. Kun matriisi on täytetty, voidaan sen avulla hakea ne tekniset ratkaisut, joiden moduuliajurit ovat samankaltaisia ja näin ollen tekniset ratkaisut on mahdollista yhdistää samaan moduuliin. Mikäli jonkin teknisen ratkai-

sun moduuliajureiden summa on korkea tai jos jollakin ratkaisulla on muista teknisistä ratkaisuista poikkeava ajurirakenne, on se indikaatio sille, että kyseinen tekninen ratkaisu tulisi pitää omana moduulinaan. Pieni summa taas tarkoittaa, että tekninen ratkaisu voidaan integroida johonkin muuhun moduuliin. (Ericsson & Erixon 1999:34-37.)

Eri moduulikonsepteja luodaan matriisiin perustuen ja niiden etuja ja haittoja punnitaan. Huomattavaa on, että moduulien jakoperusteet eivät saa olla ristiriidassa keskenään. Esimerkiksi sellaista kahta teknistä ratkaisua ei voida yhdistää, joista toiseen on suunniteltu teknologista kehitystä (technology evolution) ja toisen tekniikan oletetaan siirtyvän muuttumattomana seuraaviin tuotteisiin (carryover). (Ericsson & Erixon 1999:26–27, 34–37.)

Moduulin valmistukseen kuluva aika riippuu moduulin sisältämien osien määrästä. Jos oletetaan, että moduuleja valmistetaan erillisillä linjoilla ja heti moduulien valmistuttua alkaa osien kokoonpano, on moduulien määrä suhteutettava koko tuotteen sisältämien osien määrään. Tämän edellytyksenä on, että moduulien valmistukseen kuluvan ajan ja moduulien kokoonpanoon kuluvan ajan on oltava tasapainossa. Karkea arvio optimaalisesta moduulien määrästä on neliöjuuri tuotteen sisältämien kaikkien osien määrästä (ks taulukko 2 kohta 6 sekä luku 5.5: kokoonpanon läpimenoaika). Kuvassa 7 on esitetty kuvaaja moduulien määrän vaikutuksesta tuotannon läpimenoaikaan (Ericsson & Erixon 1999:26–27, 36–37.). Kuvaajasta voidaan havaita, että optimaalista määrää suurempi moduulien määrä vaikuttaa läpimenoaikaan vähemmän, kuin liian alhainen moduulien määrä.

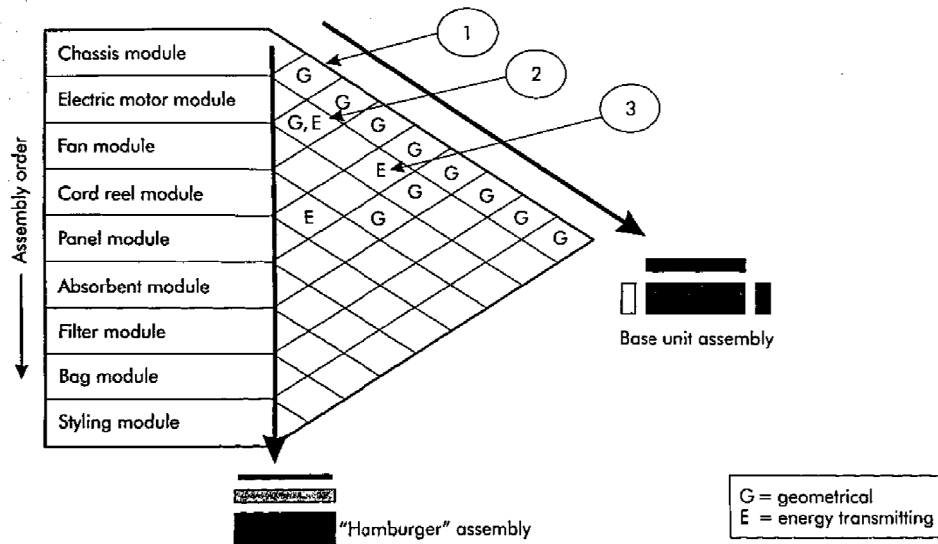


Kuva 7: Läpimenoaika (pystyakseli) suhteessa moduulien määrään (vaaka-akseli).
Ideaalinen moduulien määrä on tässä tapauksessa viisi moduulia. (Ericsson & Erixon 1999:37.)

Kun moduulijako on suoritettu, suunnitelluista konsepteista valitaan yksi tai useampia, jotka siirretään seuraavaan vaiheeseen (Ericsson & Erixon 1999:26–27, 34–37).

5.5 Modulaaristen konseptien arviointi

Moduulien väliset rajapinnat ovat keskeisiä rakenteen toimivuuden kannalta. Rajapintojen arviointi on siksi tärkeä osa konseptin arviointia. MFD-menetelmässä arviointiin käytetään rajapintamatriisia (kuva 8). Siinä moduulit listataan kuvitellussa kokoonpanojärjestyksessä. Moduulien väliset rajapinnat kirjoitetaan matriisiin. Näin voidaan arvioida modulaarisen rakenteen toimivuutta kokoonpanon kannalta. Rajapintamatriisi kertoo kootaanko tuotteen rakenne yhden perusyksikön ympärille (Base unit assembly, kuva 8, vino nuoli) vai onko rakenne ”hampurilaisrakenne” (Hamburger assembly, kuva 8, pystysuora nuoli), jossa moduulit yhdistetään toisiinsa peräkkäin. Näiden kahden perusrakenteen ulkopuolella olevat rajapinnat tarkoittavat, että moduulilla on rajapinta useamman kuin yhden muun moduulin kanssa. Näihin rajapintoihin tulisi kiinnittää erityistä huomiota ja niiden määrä olisi hyvä pitää mahdollisimman pienenä. (Ericsson & Erixon 1999:39, 52-53.)



Kuva 8: Rajapintamatriisi. G = geometrinen rajapinta, E = energiaa välittävä rajapinta (Ericsson & Erixon 1999:53).

Rajapintamatriisin lisäksi MFD-menetelmässä arvioidaan modulaarista konseptia kymmenellä eri säännöllä. Arviointisäännöt on lueteltu alla sekä taulukossa 3. Taulukossa on joidenkin sääntöjen kohdalla myös laskukaavat, joilla voidaan luoda vertailtavia lukuarvoja eri konsepteille. Sääntöjen avulla on siis mahdollista vertailla eri konsepteja keskenään, jolloin voidaan valita sellainen konsepti, joka vastaa parhaiten yrityksen omaa strategiaa. (Ericsson & Erixon 1999:107-132; Österholm & Tuokko 2001:32-36.) Tässä työssä optimoinnin sääntöjä ei sovelleta, koska se vaatisi hyvin tarkat tiedot koko tuotteen rakenteesta, yrityksen strategiasta ja tuotantomenetelmistä.

1. **Tuotekehityksen läpimenoaikaan** vaikuttaa rajapintojen monimutkaisuus. Jotta moduuleja olisi mahdollista suunnitella itsenäisesti, on rajapintojen oltava selkeästi määriteltyjä ja niiden on pysyttävä vakioina. Monimutkaiset ja muuttuvat rajapinnat vaativat informaation välittämistä suunnittelijoiden välillä, mikä hidastaa suunnittelutyötä ja siten pidentää läpimenoaika.
2. **Tuotekehityskustannuksiin** vaikuttaa suoraan, kuinka paljon tuotteessa on carryover -moduuleja. Mitä suurempi carryover-moduulien osuus on, sitä vähemmän muutoksia tuotteeseen tulee tuotealustan elinkaaren aikana.
3. **Tuotekehityksen kapasiteetti** riippuu ostettavien osien määrästä. Joidenkin moduulien suunnittelu voidaan ulkoistaa yrityksen ulkopuolelle, jolloin se vapauttaa tuotekehityksen kapasiteettia.

4. **Tuotteen kustannuksiin** vaikuttavat materiaali- ja työvoimakustannukset. Mitä enemmän osia tuote sisältää, sen monimutkaisempi se on. Monimutkainen tuote vaatii enemmän materiaaleja ja työtä.
5. **Järjestelmän kustannuksia** voidaan vähentää lisäämällä ostettavien moduulien määrää. Mikäli yritys tuottaa kaikki moduulit itse, vaatii se tuotantojärjestelmän, joka sisältää työkalut kaikkien moduulien valmistukseen. Tämä johtaa korkeisiin järjestelmäkustannuksiin. Mitä suurempi osuus ostettavia moduuleja tuotteessa on, sitä pienemmät yrityksen järjestelmäkustannukset ovat.
6. **Kokoonpanon läpimenoaikaan** vaikuttaa tuotteessa olevien moduulien lukumäärä. Jos oletetaan, että moduuleja valmistetaan rinnakkain eri tuotantolinjoilla ja moduulien valmistuessa kokoonpano alkaa välittömästi, on moduulien määrä suhteutettava yksittäisten moduulien valmistukseen kuluvaan aikaan. Moduulien valmistukseen kuluva aika on riippuvainen puolestaan valmiissa tuotteessa olevien yksittäisten osien määrästä.
7. **Tuotteen laatu** on sitä korkeampi, mitä suurempi osuus moduuleista voidaan testata erikseen. Kun viallinen moduuli havaitaan ennen kuin loppukokoonpano alkaa, ei se vaikuta lopullisen tuotteen laatuun tai kokoonpanon läpimenoaikaan. Tämä voi johtaa huomattaviin parannuksiin tuotteiden laadussa.
8. **Varioinnin joustavuudella** tarkoitetaan sitä, kuinka paljon eri tuotevariaatioita pystytään tuottamaan tietystä määrästä moduuleja. Mitä suurempi määrä variantteja moduuleista pystytään valmistamaan, sitä suurempi on varioinnin joustavuus.
9. **Huoltoon ja kunnossapitoon** vaikuttaa moduulien toiminnallinen riippumattomuus. Moduulin sisältäessä vain yhden funktion voidaan vioittunut moduuli vaihtaa ehjään ilman, että se vaikuttaa tuotteen muihin toimintoihin.
10. **Kierrätettävyys** riippuu siitä, kuinka paljon yhdessä moduulissa sekoitetaan eri materiaaleja keskenään. Kun eri materiaalien sekoittaminen on minimoitu, voidaan moduuli kierrättää.

Taulukko 3: Taulukko modulaarisen konseptin arviointikriteereistä (Ericsson & Erixon 1999: 107-132; Österholm & Tuokko 2001:32-33).

Vaikutus	Tuotteen ominaisuus	Tavoite (Sääntö / lukuarvo)
1. Tuotekehityksen läpimenoaika	Rajapintojen monimutkaisuus	Lukuarvo: $\frac{(N_m - 1)10}{3}$
2. Tuotekehityksen kustannukset	Carryover – moduulien osuus	Maksimoidaan
3. Tuotekehityksen kapasiteetti	Ostettavien moduulien osuus	Arviointi: Tehdäänkö itse vai ostetaanko
4. Tuotteen kustannukset	Valikoiman monimutkaisuus	Lukuarvo: $1,5\sqrt{N_p}$
5. Järjestelmän kustannukset	Ostettavien moduulien osuus	Arviointi: Tehdäänkö itse vai ostetaanko
6. Kokoonpanon läpimenoaika	Moduulien lukumäärä	Läpimenoaika: $20\sqrt{N_p} - 10$ [s] Optimi moduulien määrä: $\sqrt{N_p}$
7. Laatu	Erikseen testattavien moduulien osuus	Lukuarvo: Maksimoidaan
8. Varioinnin joustavuus	Samojen moduulien käyttö useassa tuotteessa	Lukuarvo: $E_{var} = \frac{N_{var}}{N_{mtot}}$
9. Huolto ja päivitys	Moduulien toiminnallinen puhtaus	Toimintoja ei jaeta kahden moduulin kesken
10. Kierrätys	Moduulien materiaalin puhtaus	Minimoidaan eri materiaalien sekoittuminen yhdessä moduulissa
<p>N_m = Yhden tuotevariantin moduulien lukumäärä N_p = Valmiin tuotteen yksittäisten osien lukumäärä E_{var} = Varianttien joustavuus N_{var} = Vaadittujen varianttien määrä asiakastarpeisiin perustuen N_{mtot} = Kaikkien varianttien valmistamiseen tarvittavien moduulien määrä</p>		

5.6 Moduulien optimointi

Kun moduulijako on tehty, MFD–menetelmän viimeisessä vaiheessa luodaan spesifikaatiot jokaiselle moduulille. Spesifikaatiot sisältävät esimerkiksi moduulien kustannustavoitteet, tekniset erittelyt, informaatiota rajapinnoista sekä varioinnin määrän ja laadun. Tästä vaiheesta eteenpäin moduuleja käsitellään itsenäisinä yksiköinä. Konseptia siis parannetaan optimoimalla yksittäisiä moduuleja. Moduulit myös visualisoidaan tässä vaiheessa. (Ericsson & Erixon 1999:40-41.)

Moduulien optimoinnissa tulee palata QFD-analyysistä saatuihin asiakastarpeisiin. Spesifikaatioissa tulee ottaa huomioon asiakastarpeista saatu informaatio ja suunnitella moduulin ominaisuudet siten, että asiakastarpeet otetaan huomioon. Moduulijaon perusteena toimivat moduuliajurit kertovat myös moduulin suunnittelussa huomioitava asioita. Mikäli moduulin ajurina on esimerkiksi huolto ja kunnossapito, tulee moduuli suunnitella helposti huollettavaksi. (Ericsson & Erixon 1999:41, 55.)

Koska tuotteen kustannuksiin vaikuttaa voimakkaasti tuotteen monimutkaisuus, tulee erillisten osien määrään kiinnittää huomiota moduuleja suunniteltaessa. Vaikka modulaarisuus vaikuttaakin yrityksen tuotearkkitehtuuriin tuoterakenteen ylemmillä tasoilla, ei komponenttitason tuotekehitystä pidä unohtaa. Minimoitaessa yksittäisten komponenttien nimikkeiden määrää vähenee tuotteen monimutkaisuus ja sitä kautta tuotteen valmistuskustannukset. (Ericsson & Erixon 1999:40-41.)

5.7 Modulaarisuus useammalla tasolla

Moduulijakoa voidaan toteuttaa useilla eri tasoilla. Tämä tarkoittaa sitä, että ensimmäisen moduulijaon jälkeen syntyneet moduulit jaetaan vielä erikseen moduuleihin. Moduulijakoa jatketaan yhä alenevilla tasoilla niin kauan, kuin yrityksen strategian kannalta on tarkoituksenmukaista, jopa yksittäisiin osiin ja komponentteihin asti. Syyinä moduulijaon jatkamiseen voi olla esimerkiksi variaation maksimointi tai yhteisten, tuoteperheen kesken jaettavien moduulien tavoittelu. Modulointi monilla tasoilla mahdollistaa monimutkaisten tuotteiden, kuten esimerkiksi auton, jakamisen hallittaviin kokonaisuuksiin. (Ericsson & Erixon 1999:59-60.)

Ensimmäisen tason moduulijako voidaan toteuttaa jakamalla tuote niin sanottuihin toiminnallisiin alueisiin (engl. functional areas). Menetelmä on käytössä esimerkiksi autoteollisuudessa. Toiminnalliset alueet tarkoittavat tuotteen päätoimintoja eli toimintoja, jotka löytyvät useista tuoteperheen tuotteista. Kun tuote on jaettu toiminnallisiin alueisiin, tuotteen modulointia jatketaan seuraavilla tasoilla. (Ericsson & Erixon 1999:59-62.)

6 MASSARÄÄTÄLÖITÄVÄN VENETUOTEPERHEEN LUOMINEN

6.1 Yleistä

Tässä luvussa käydään esimerkkien avulla läpi, kuinka yrityksen tulisi suunnitella modulaarinen, massaräätälöitävä tuote. Massaräätälöinnissä on keskeistä varioinnin hallinta. Varioinnin tulisi olla suunnitelmallista ja perustua yrityksen omaan strategiaan sekä asiakastarpeisiin.

Massaräätälöinnissä vaihtelevia asiakastarpeita ei nähdä uhkana, vaan niitä pyritään hyödyntämään. Tämä tarkoittaa sitä, että jopa hyvin yksityiskohtaiset asiakkaiden vaatimukset voidaan ottaa huomioon. Tämä kuitenkin edellyttää, että jo tuotteen suunnitteluvaiheessa on huomioitu, mihin tuotteen osiin variointi kohdistetaan, ja varioinnin vaikutukset tuotteen muihin osiin pitää minimoida.

Tässä työssä sovelletaan modulaarisen tuoterakenteen suunnittelussa modular function deployment –menetelmää. Koska pääpaino on suunnittelun periaatteiden esittämisessä, ovat kaikki sovellusosan esimerkit kuvitteellisia. Asiakassegmentointi ja asiakastarpeiden kartoitus eivät siis perustu todelliseen asiakastutkimukseen. Kuitenkin asiakastarpeista on pyritty luomaan mahdollisimman realistisia. Valmistusmateriaalit, tuotantomenetelmät, tekniset yksityiskohdat sekä tarkat tekniset piirustukset on rajattu työn ulkopuolelle. Tämä aiheuttaa joitain rajoituksia MFD–menetelmän soveltamiseen, mutta esimerkit on pyritty rakentamaan siten, että menetelmän pääperiaatteet voidaan esittää.

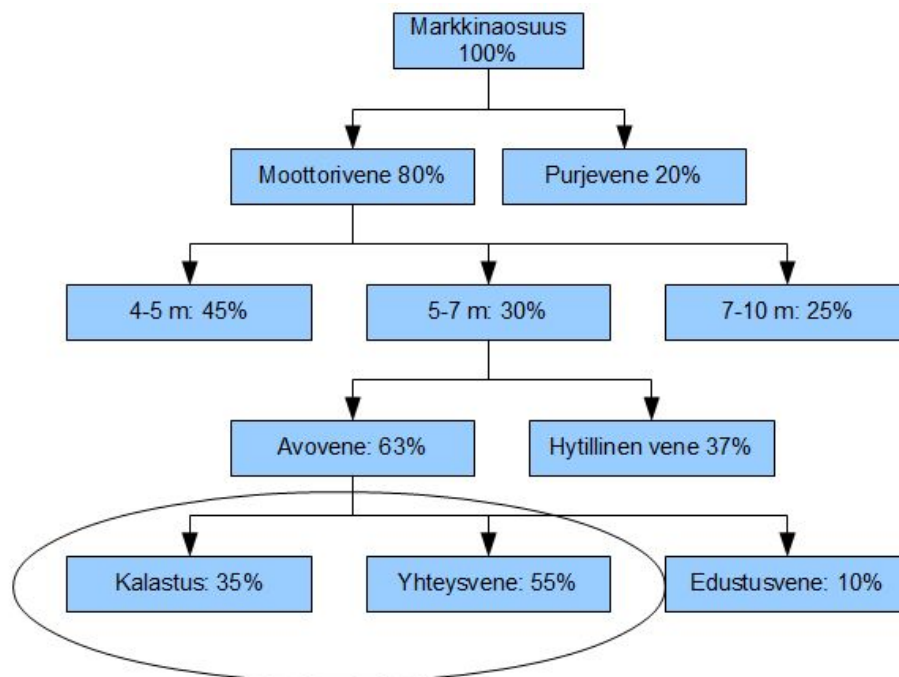
6.2 Tuotestrategia

Kun massaräätälöinti on yrityksen strategiana, tulee tuoterakenne suunnitella sellaiseksi, että asiakassegmenttien erityistarpeet voidaan ottaa huomioon. Keskeistä on siis selvittää, mihin tuotteen toimintoihin variointi pitää kohdistaa. Toisaalta jo tuotteen suunnitteluvaiheessa tulee ottaa huomioon mahdolliset muutokset, joita tuotteeseen tulevaisuudessa kohdistuu. Muutospaineita voi aiheuttaa esimerkiksi muuttuvat asiakastarpeet, lainsäädäntö ja jonkun tuotteen toiminnon tekninen kehitys. Muutos voi myös perustua yrityksen omaan strategiaan. Kun varioitavat osat ovat toiminnallisesti riippumattomia, on tuotekehitys helpompaa.

6.3 Asiakstarpeiden kartoitus

6.3.1 Asiakassegmentointi

Asiakassegmentointi on suoritettu segmentointipuun (kuva 9) avulla. Segmentoinnin perusteena toimii markkinaosuus. Kuten aiemmin on jo todettu (luku 5.2) voi segmentointiperusteita olla muitakin, kuten esimerkiksi maantieteelliset seikat tai tuotteen hinta.



Kuva 9: Segmentointipuun. Kuvassa on ympyröitynä valitut asiakassegmentit. Ne kattavat n. 14 % koko markkinaosuudesta.

Asiakassegmenteiksi on valittu kokoluokassa 5 - 7 m olevat moottoriveneet ja näiden käyttäjistä kaksi käyttäjäryhmää, kalastus- ja yhteysveneet. Yhdessä nämä kattavat noin 14 prosenttia koko markkinaosuudesta. Tässä yhteydessä kalastuksella tarkoitetaan vapaa-ajan kalastusta ja yhteysveneellä sellaisia veneitä, joita käytetään pääasiassa lyhyisiin päivamatkoihin, kuten retkeilyyn tai siirtymiseen kesämökille.

Asiakassegmentoinnissa on hyvä huomioida, että jo tässä vaiheessa suunnittelua voidaan kartoittaa asiakasryhmiä, joihin tuoterakennetta voitaisiin laajentaa. Massaräätälöinnillä on mahdollista hyödyntää myös hyvin pieniä markkinasegmenttejä, joiden vaatimuksia täyttäviä tuotteita ei perinteisellä sarjatuotannolla ole välttämättä kannattavaa valmistaa.

6.3.2 Asiakassegmenttien vaatimuksien kartoitus

Kun asiakassegmentit on valittu, näiden asiakasryhmien erityistarpeet kartoitetaan. Kalastusveneelle ja yhteysveneelle asetettuja asiakastarpeita on listattuna taulukoissa kolme ja neljä.

Taulukko 4: Kalastusveneelle asetettuja asiakastarpeita

Kalastus
Maksimissaan 4 matkustajaa
Paljon avointa tilaa
Vavoille ja kalastusvälineille tilaa
Kala päästävä haavimaan veneen takaa
Vapaata tilaa ohjauspulpetin molemmin puolin
Korkea varalaita, erityisesti keulassa
Kalat saatava kylmään
Keulassa erillinen taso heittokalastukseen
Huippunopeus ei niin tärkeää, 20-25 solmua
Kuluttaa vähän polttoainetta
Pintojen kestettävä pesua ja hankausta
Edullinen

Taulukko 5: Yhteysveneelle asetettuja asiakastarpeita

Yhteysvene
Veneillessä perhe mukana, maksimissaan 5 henkeä
Tarpeelliset tavarat mukaan mökille/retkelle
Veneeseen pitää päästä helposti
Monikäyttöiset sisätilat
Huippunopeus n. 30 solmua
Edullinen käyttää
Sisäosat pystyttävä pitämään puhtaana
Edullinen
Ei liian erikoinen muotoilu

Huomattavaa on, että lista sisältää myös hyvin yksityiskohtaisiakin vaatimuksia tuotteen ominaisuuksille, kuten esimerkiksi keulassa oleva taso heittokalastusta varten (taulukko 3). Koska massaräätälöinnin perusajatuksena on varioida tuotteita siten, että lähes kaikkien asiakkaiden vaatimukset voidaan täyttää, ei yksityiskohtaisiakaan tar-

Taulukko 7: Yhteysveneen QFD-matriisi. Asiakastarpeisiin vaikuttaa eniten veneen sisustusjärjestelyt (208 pistettä)

Yhteysvene												
Asiakastarpeet	Painoarvo (1-5)	Trendi	Modulaarisuus	Veneen koko	Pohjan muoto	Laidan muoto	Sisustusjärjestelyt	Kansijärjestelyt	Moottoriteho	Polttoainetankin tilavuus	Valmistusmateriaalit	Yhteensä
1-5 matkustajaa	4	→	1	9	1	3	9	3	9	3		38
Säilytystilaa	4	↑	9	3			9					21
Helppo kulku veneeseen	3	↑		1		9	9	9				28
Monikäyttöiset sisätilat	4	→	9	3		3	9	9				33
Nopeus yli 25 solmua	4	↓		1	9	3	1		9	9		32
Alhainen polttoaineen kulutus	3	↑		9	9	1	1		9	9		38
Helposti puhdistettavat pinnat	3	→	3		1	3	1	3			9	20
Edullinen	4	↑	9	9	3	3	9	1	9	1	9	53
Pelkistetty ulkonäkö	3	→			3	9	9	3			3	27
			121	130	91	114	208	97	135	79	72	
Asteikko:												
Vahva relaatio	9											
Keskim. Relaatio	3											
Heikko relaatio	1											

Molemmissa asiakasryhmissä asiakastyytyväisyyteen voidaan vaikuttaa selkeästi eniten sisustusratkaisuilla (301 ja 205 pistettä). Modulaarisuus vaikuttaa molemmissa ryhmissä paljon. Tämä johtuu siitä, että modulaarisuudella voidaan kattaa asiakasryhmien erilaiset erityistarpeet. Molemmissa ryhmissä myös veneen koko ja moottoriteho vaikuttavat asiakastyytyväisyyteen.

Huomattavaa on, että molemmissa käyttäjäryhmissä on ennustettavissa, että tulevaisuudessa nopeuden merkitys vähenee ja alhaisen polttoainekulutuksen merkitys kasvaa. Lisäksi erilaisten sisustusratkaisujen ja edullisen hinnan merkityksen on arveltu kasvavan eri käyttäjäryhmille.

Tehtyjen matriisien pohjalta voidaan asettaa tuotekehitykselle tavoitteet. Osa tavoitteista voi olla molemmille ryhmille yhteisiä, osa käyttäjäryhmäkohtaisia. Yhteenvedo tavoitteista on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8: Yhteenveto asiakassegmenttien yhteisistä tavoitteista ja erityispiirteistä

Yhteiset tavoitteet			
	Kalastus	Yhteysvene	Tavoite
Ihmisten määrä (istumapaikat, veneen koko)	1-4	1-5	Tilaa 1-5 hengelle ja varusteille
Nopeus	>20 solmua	n. 30 solmua	Kaksi konevaihtoehtoa
Hinta	Edullinen	Edullinen	Edullinen
Polttoaineen kulutus	Pieni	Pieni	Minimoi kulutus
Polttoainetankin tilavuus	Ajoaika matkanopeudella / uistelunopeudella	Toimintasäde	Polttoainetankin tilavuus suuremman vaatimuksen mukaan

Asiakassegmenttien erityispiirteet			
	Kalastus	Yhteysvene	Tavoite
Liikkuminen veneessä	Helposti takaa ulos, ympärikäveltävä	Helppo pääsy veneeseen, helppo liikkuvuus veneessä	Helppo pääsy veneeseen, helppo liikkuvuus veneessä, kulku takaa ulos, ohjauspiste veneen keskiosaan tai laidalle
Sisätilat	Heittotaso keulassa, säilytystilaa vavoille, kylmälaatikko	Monikäyttöiset sisätilat	Joustavat sisätilaratkaisut, variointi, avonainen kansijärjestely
Laidan muoto	Korkea varalaita keulassa	Pelkistetty ulkonäkö	Laidan muodon variointi

Kuten asiakastarpeiden yhteenvedossa (taulukko 8) todetaan, suurin osa varioinnista tulisi kohdistaa veneen sisustukseen. Tähän perustuen tuoteperheen tavoitteina ovat joustavat sisustusratkaisut ja sisustuksen variointi. Lisäksi tavoitteeksi on asetettu kaksi moottorivaihtoehtoa sekä laidan muodon variointi. Vaikka veneen kokoa ja polttoainetankin tilavuutta koskevat asiakastarpeet ovat erilaiset, näille molemmille on pystytty asettamaan yhteinen tavoite, jolla asiakastarpeet voidaan kattaa.

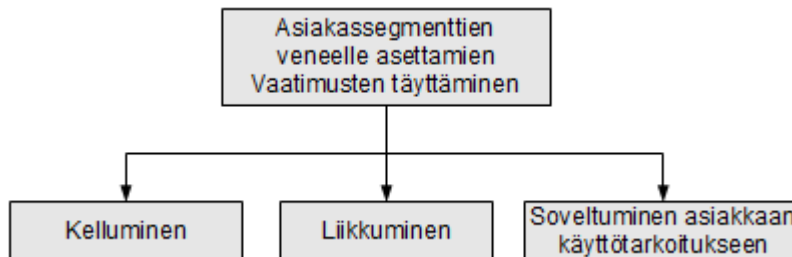
6.4 Teknisten ratkaisujen valinta

Modular function deployment –menetelmässä moduulijako perustuu tuotteen toimintoihin eli funktioihin. Perusajatuksena siis on moduulien itsenäinen toiminta eli toiminnallinen riippumattomuus.

Tuotteen toiminnallisessa pilkkomisessa on käytetty ns. toiminto-ratkaisupuuta. Peruseriaatteena on hakea abstraktilla tasolla tuotteelle vaaditut erilaiset toiminnot ja hakea jokaiselle toiminnolle tekninen ratkaisu. Jako toimintoihin on hierarkkinen, eli toiminnot jakautuvat päätoimintoihin sekä niiden alitoimintoihin.

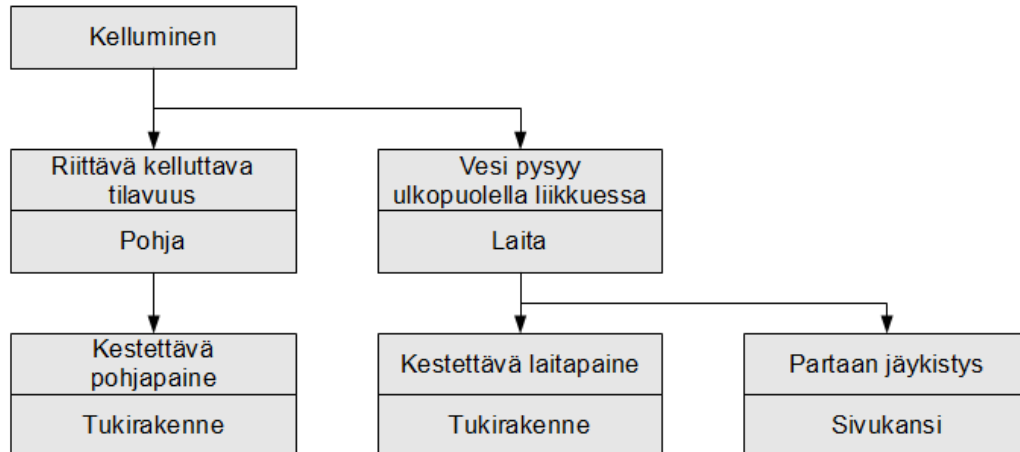
Toiminnallista pilkkomista tulisi jatkaa toimintojen alimmalle tasolle saakka eli tuotteen sisältämiin yksittäisiin komponentteihin tai osiin. Koska tässä työssä tekniset yksityiskohdat on rajattu käsittelyalueen ulkopuolelle, ei tämä kuitenkaan ole tarkoituksenmukaista. Toiminnallinen pilkkominen on pyritty suorittamaan siten, että tuotesuunnittelun periaatteet voidaan havainnollistaa.

Toiminnallisen pilkkomisen ensimmäinen vaihe on määrittellä, mikä on veneen päätoiminto. Tässä työssä veneen pääfunktioiksi on määritelty ”Asiakassegmenttien veneelle asettamien vaatimusten täyttäminen”. Jotta pääfunktio olisi mahdollinen, täytyy veneen kellua sekä liikkua ja sen on sovellettava asiakkaan käyttötarkoitukseen. Veneen päätoiminto ja ensimmäisen tason alatoiminnot on esitetty kuvassa kymmenen.



Kuva 10: Toiminto-ratkaisupuun ylin taso. Veneen pääfunktioiksi on määritelty "Asiakassegmenttien veneelle asettamien vaatimusten täyttäminen". Pääfunktio jakautuu kolmeen alafunktioon "Kelluminen", "Liikkuminen" ja "Soveltuminen asiakkaan käyttötarkoitukseen"

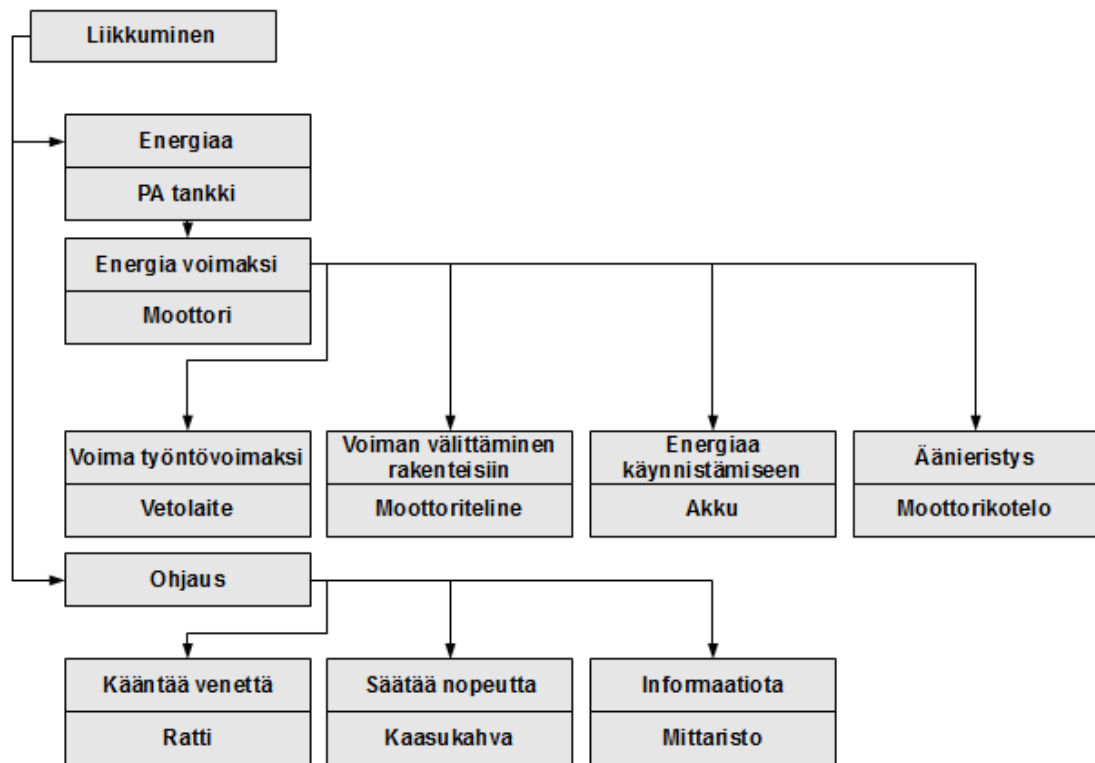
Veneen kelluminen edellyttää riittävää vedenalaista tilavuutta. Toisaalta vesi ei saa päästä veneeseen myöskään veneen liikkussa tai kallistuessa (kuva 11). Teknisiksi ratkaisuuksi näille toiminnoille on määritelty pohja ja laita. Pelkkä kelluttava tilavuus ja laita eivät yksinään riitä varmistamaan, että vene kelluu. Jotta pohja ja laita voisivat toimia veneen rakenteellisina osina, täytyy niiden kestää niihin kohdistuvat kuormitukset. Kuormituksen kesto on ratkaistu pohjan ja laidan tukirakenteilla. Veneen partaan riittävä jäykkyys toteutetaan erillisellä sivukannella.



Kuva 11: Toiminnon "kellua" edellyttämät alatoiminnot sekä niille määritellyt tekniset ratkaisut.

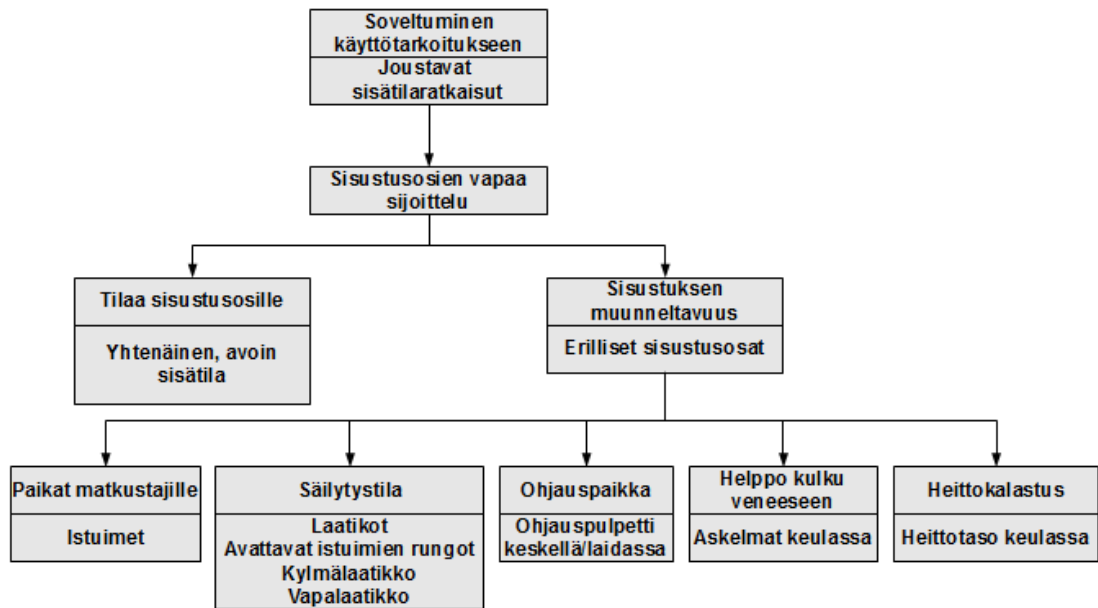
Veneen liikkuminen (kuva 12) edellyttää energiaa. Jotta energiaa voitaisiin hyödyntää, se pitää muuttaa voimaksi ja edelleen työntövoimaksi. Lisäksi tämä voima täytyy välittää veneen rakenteisiin. Teknisinä ratkaisuuina toiminnoille on määritelty polttoainetankki, moottori, vetolaite sekä moottoriteline. Lisäksi moottorin toiminta vaatii energiaa käynnistykseen, joka saadaan akusta. Moottorin äänieristys vaatii moottorin koteloinnin.

Veneen liikkumista on voitava hallita. Veneen ohjaaminen edellyttää veneen kääntämistä ja nopeuden hallintaa. Lisäksi kuljettajan on saatava informaatiota mm. moottorin toiminnasta (kuva 12).



Kuva 12: Toiminnon "liikkua" edellyttämät alatoiminnot ja niille määritellyt tekniset ratkaisut

Asiakastarpeiden kartoituksessa (luku 6.3) kävi ilmi, että veneen sisustusratkaisuilla on suurin merkitys asiakastarpeiden täyttämiseksi. Yhdeksi suunnittelun tavoitteeksi asetettiin joustavat sisätilaratkaisut (taulukko 8). Ne edellyttävät sisustusosien vapaata sijoittelua (kuva 13). Vapaan sijoittelun edellytyksenä taas puolestaan on, että sisustusosille on tilaa ja että sisustus on helposti muunneltavissa. Tässä yhteydessä sisustuksen muuntelulla tarkoitetaan mahdollisuutta yhdistellä eri sisustuselementtejä ja niiden toimintoja. Teknisinä ratkaisuuina sisustuksen toiminnoille on määritelty yhtenäinen, avoin sisätila sekä erilliset sisustusosat.



Kuva 13: Tuotteen soveltuminen asiakassegmenttien käyttötarkoitukseen edellyttää sisustusosien vapaata sijoittelua. Lisäksi sisustukseen kohdistuu useita käyttäjäryhmäkohtaisia toimintoja.

Sisustusosille on asiakastarpeissa määritelty useita eri toimintoja (kuva 13). Asiakasyhmille yhteisiä vaatimuksia ovat paikat matkustajille sekä säilytystila varusteille. Teknisinä ratkaisuinä säilytykselle on määritelty säilytyslaatikot sekä avattavat istuimien rungot. Kalastukseen liittyviä erityistarpeita ovat lisäksi kylmälaatikko, keulan heittotaso sekä säilytystila vavoille.

Yhtenä varioitavana veneen ominaisuutena on ohjauspaikan sijainti (kuva 13). Asiakaille tarjotaan vaihtoehtoina ohjauspaikan sijoittamista joko veneen keskiosaan tai laidalle. Lisäksi yhteysveneilijöiden toivoma helppo kulku veneeseen on ratkaistu-keulassa olevien askelmien avulla.

Vaikka tekniset ratkaisut perustuvatkin eri asiakassegmenteiltä kerättyyn tietoon, on tärkeää huomata, että välttämättä mikään yksittäinen tekninen ratkaisu ei ole yksilöity vain ja ainoastaan yhdelle segmentille. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että yhteysveneeseen, jota käytetään myös kalastukseen, voidaan asentaa säilytystila vavoille tai heittotaso. Toisaalta kalastusveneeseen, jota käytetään pääasiassa yksin tapahtuvaan verkkokalastukseen, ei asenneta muuta, kuin ohjauspulpetti, kuljettajan istuin ja portaat veneen keulaosaan. Massaräätälöinnin perusajatuksena siis on, että asiakas saa itse valita tuotteeseen haluamansa ominaisuudet.

6.5 Modulaarisen konseptin luominen

6.5.1 Module Indication -matriisi

Modular function deployment –menetelmässä tuotteen jako moduuleihin perustuu ns. moduuliajureihin (katso luku 5.4). Moduuliajureiden avulla voidaan arvioida, mitkä tuotteen eri tekniset ratkaisut voivat muodostaa yhdessä moduulin ja toisaalta mitkä ratkaisut on syytä pitää erillisenä omana moduulinaan. Teknisistä ratkaisuista ja moduuliajureista muodostetaan ns. module indication –matriisi (taulukko 9).

Taulukko 9: Teknisistä ratkaisuista muodostettu module indication -matriisi

Moduuliajurit	Pohja	Pohjan tukirakenne	Laita	Laidan tukirakenne	Sivukansi	Polttoainetankki	Akku	Moottori	Vetolaitte	Moottoriteline	Moottorikotelo	Ratti	Kaasukahva	Mittaristo	Yhtenäinen sisäosa	Istuimet	Säilytystilat	Ohjauspultti	Keulan askelma/heittotaso	Yhteensä
Carryover	3		9	9	9						9									48
Technology evolution	1					3	9	9	3	3		1	3	3						35
Planned product changes	9	9																		18
Different specification			9	9	9			9	3	3										42
Styling	1										3	3	3	3	1	9	3	9	9	44
Common unit	9	9	3	3	3	9	9	3	3	3	9	9	9	9	9	3	1	3		106
Process/organization	9	3	9	3	3										9					36
Separate testing	9		9																	18
Supplier available						9	9	9	9			9	9	9					1	64
Service/maintenance						3	3	9	3			1	1	1						21
Upgrading								3								3	3	1	1	11
Recycling							3	3												6
Yhteensä:	41	21	39	24	24	24	33	45	21	9	21	23	25	25	28	15	7	14	10	
Asteikko:																				
Vahva ajuri	9																			
Keskivahva ajuri	3																			
Heikko ajuri	1																			

Moduuliajureiden avulla on mahdollista löytää yrityksen strategiaan perustuvia syitä tuotteen moduloinnille. Kaikkien teknisten ratkaisujen kohdalta matriisin sisältöä ei tässä käydä läpi, mutta sen täyttämistä selvennetään muutamilla esimerkeillä.

Asiakastarpeiden kartoituksessa ilmeni, että veneen vähäisen polttoaineen kulutuksen merkitys on kasvamassa ja toisaalta nopeuden merkitys pienenee. Yrityksen on mahdollista jo suunnittelun tässä vaiheessa ennakoida tuotteeseen kohdistuvaa teknologista kehitystä. Muutoksien voi olettaa kohdistuvan veneen propulsiojärjestelmään eli moottoriin ja akkuun sekä polttoainetankkiin ja vetolaitteeseen. Lisäksi uusi moottoritekniikka saattaa vaatia muutoksia moottoritelineeseen. Propulsiojärjestelmään ennakoituja muutoksia kuvaa MI–matriisissa **technology evolution** –moduuliajurin pisteet (taulukko 9). Moottoritekniikan kehittyminen saattaa merkitä myös muutoksia ohjauslaitteisiin (ratti, kaasukahva, mittaristo).

Koska asiakkaalle tarjotaan kahta eri moottorivaihtoehtoa, on moottorin vahvana moduuliajurina myös **different specification** –ajuri (taulukko 9). Asiakastarpeet saattavat lisäksi vaatia erilaisen vetolaitteen sekä moottoritelineen, ja tästä syystä näiden teknisten ratkaisujen moduuliajuri on keskivahva. Propulsiojärjestelmän eri osat on mahdollista ostaa valmiina yrityksen ulkopuolelta ja tämä ilmenee matriisissa **supplier available** –ajurille määriteltynä pisteinä.

Tekniikan kehitystä voidaan ennakoida myös suunnittelemalla tuotteeseen tulevia muutoksia. Vaikka propulsiojärjestelmään kohdistuva tekninen kehitys ei ole täysin ennakoitavissa, voidaan asiakastarpeiden perusteella joka tapauksessa arvioida veneeltä vaaditun nopeuden laskevan. Koska veneen pohja määrittelee veneen hydrodynaamiset ominaisuudet, voidaan jo tässä vaiheessa alkaa suunnitella veneen pohjan muodon muuttumista. Lisäksi pohjan tukirakenne on riippuvainen veneen pohjan muodosta sekä veneen nopeudesta, ja näin ollen muutokset koskevat myös tukirakennetta. Tuotteelle tehtäviä muutoksia kuvaa **planned product changes** –moduuliajuri (taulukko 9). Voidaan toisaalta olettaa, että jotkut asiakkaat haluavat jatkossakin käyttää suuremmille nopeuksille soveltuvaa pohjaa ja että nykyinen pohja voidaan siirtää muuttumattomana myös tuoteperheen tuleviin tuotteisiin. Tätä ominaisuutta kuvaa keskivahva **carryover**–moduuliajuri.

Yhdeksi suunnittelun tavoitteeksi määriteltiin laidan muodon variointi (taulukko 8). MI –matriisissa laidalle onkin määriteltä vahvaksi moduuliajuriksi **different specification** –ajuri. Koska laitevaihtoehdot todennäköisesti siirretään muuttumattomina myös tuleviin tuotesukupolviin, on laidalla myös vahva **carryover**–ajuri. Laidan tukirakenne

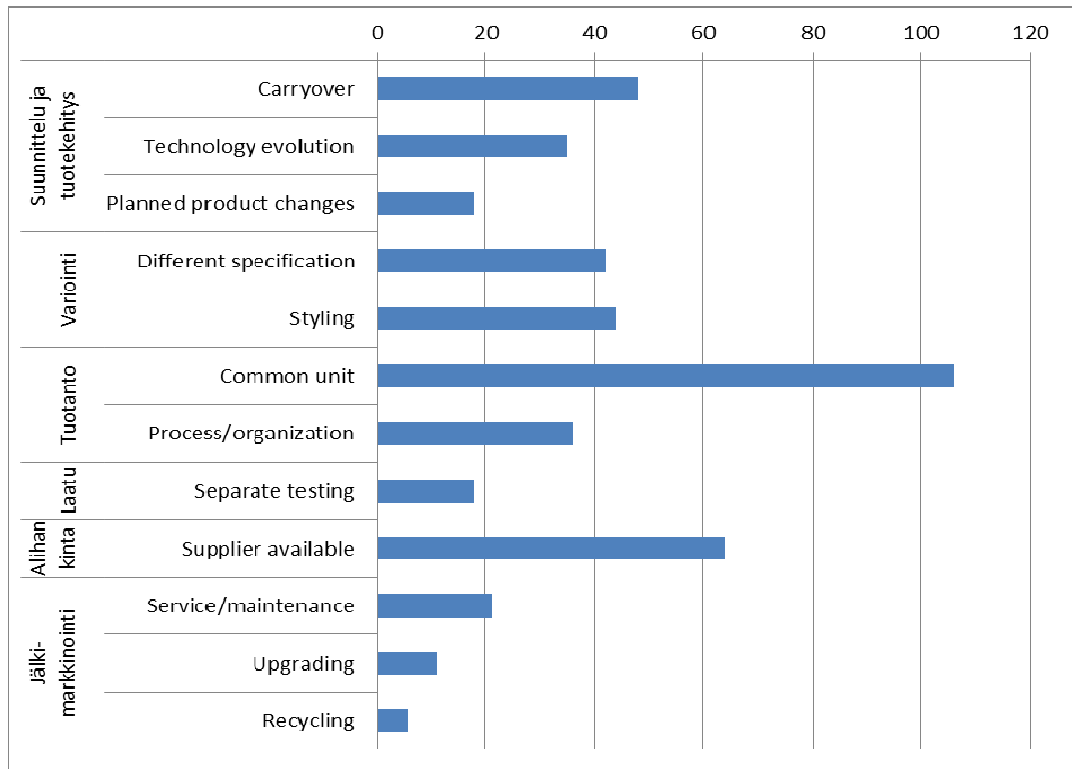
sekä sivukansi ovat geometrisesti riippuvaisia laidan muodosta, joten niiden ajurirakenne on samankaltainen.

Laidan, pohjan sekä yhtenäisen sisäosan vahvana moduuliajurina on **Process/organization** (taulukko 9). Tämä merkitsee esimerkiksi sitä, että yritys arvioi kyseisten teknisten ratkaisujen valmistusmenetelmän olevan muista osista poikkeava tai että tekninen ratkaisu on kokoonpanon kannalta syytä pitää omana moduulinaan.

Lähes kaikille teknisille ratkaisuille on määritelty moduuliajuriksi **common unit** (taulukko 9), koska tekniset ratkaisut sisältyvät molemmille asiakassegmenteille tarkoitettuihin tuotteisiin. Common unit –moduuliajuri määritellään siis sellaisille tuotteen teknisille ratkaisuille, jotka sisältyvät useisiin tuoteperheen tuotteisiin. Common unit –moduuliajuri eroaa carryover–ajurista siinä, että teknisiä ratkaisuja ei välttämättä siirretä muuttumattomina enää tuleviin tuotesukupolviin.

Suurin osa asiakastarpeista kohdistuu veneen sisustusjärjestelyihin. Vaikka sisustukseen tarjotaan erilaisia vaihtoehtoja, on tässä yhteydessä katsottu variaation olevan muotoilullista, mistä kertoo **Styling**–moduuliajurille määritellyt pisteet.

Kun MI–matriisi on täytetty, voidaan moduuliajureiden yhteen lasketuista pistemääristä (vaakarivien summat) arvioida, mitä yrityksen strategisia tekijöitä modulaarinen tuote painottaa (taulukko 9 ja kuva 14). Suurimmat pistemäärät ovat ajureilla common unit, supplier available sekä carryover.



Kuva 14: Pylväskaavio module indication -matriisin eri ajurien yhteispisteistä

Suuri common unit –pistemäärä (106 pistettä, taulukko 9 ja kuva 14) tarkoittaa, että samat tekniset ratkaisut soveltuvat useisiin tuoteperheeseen sisältyviin tuotteisiin.

Tuotannon kannalta tämä merkitsee alhaista tuotantonimikkeiden määrää. Kun tuoteperhettä laajennetaan ja variaatioita tulee lisää, tuotantonimikkeiden määrä todennäköisesti kasvaa, ja se pienentää myös common unit –ajurin pistemäärää.

Supplier available –ajurin korkea pistemäärä (64 pistettä, taulukko 9 ja kuva 14) merkitsee, että yritys ostaa osan moduuleista yrityksen ulkopuolelta. Tämä voi tarkoittaa yrityksen keskittymistä omaan osaamisalueeseensa ja mahdollisia pieniä järjestelmäkustannuksia. Mikäli sopiva alihankkija löytyy, voidaan kokonaisen moduulin valmistus ja jopa tuotekehitys antaa alihankkijalle.

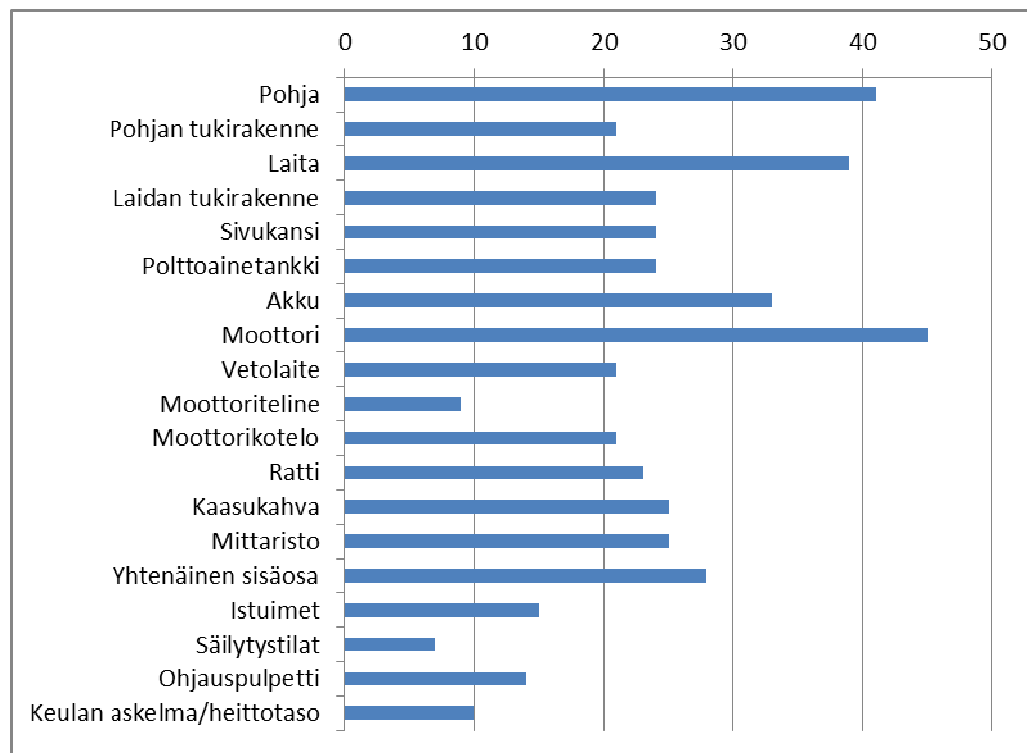
Kolmanneksi suurin pistemäärä on MI–matriisissa määritelty carryover–ajurille (48 pistettä, taulukko 9 ja kuva 14). Carryover–ajuri merkitsee siis teknisiä ratkaisuja, jotka todennäköisesti voidaan siirtää muuttumattomina seuraaviin tuotesukupolviin.

Tekniset ratkaisut, joiden carryover ja common unit –ajurit ovat korkeat, muodostavat siis nykyisen tuoteperheen tuotealustan. Carryover–moduulit siirtyvät siis todennäköisesti myös seuraavien tuotesukupolvien tuotealustoihin (katso luku 4, tuoteperhe ja tuotealusta).

Different specification - ja styling-ajureiden suhteellisen korkeat pistemäärät (42 ja 44 pistettä, taulukko 9 ja kuva 14) merkitsevät, että tuotteeseen kohdistuva variointi perustuu sekä asiakkaalle tarjottaviin erilaisiin teknisiin vaihtoehtoihin että tyyllillisiin ja muotoilullisiin seikkoihin.

6.5.2 Tuotteen jako moduuleihin

Tuotteen jako moduuleihin perustuu siis yrityksen strategiaan. Module indication - matriisi on työkalu, jonka avulla on mahdollista löytää eri teknisten ratkaisujen välisiä tekijöitä, joiden perusteella jotkut tekniset ratkaisut voidaan yhdistää yhdeksi moduuliksi. On tärkeää huomata, että moduulijakoon vaikuttavia tekijöitä on monia, ja siksi saman tuotteen moduulijako voi olla eri tilanteissa esimerkiksi yrityksen toiminnasta tai strategiasta johtuen erilainen.



Kuva 15: Eri teknisten ratkaisujen moduuliajuriin yhteen lasketut pisteet (taulukko 9, alarivi).

Teknisten ratkaisujen yhteen lasketut moduuliajuriin pisteet (taulukko 9, alarivi sekä kuva 15) kertovat, kuinka paljon tiettyyn tekniseen ratkaisuun kohdistuu paineita olla oma, erillinen moduuli. Suuri summa siis ennakoii, että tekninen ratkaisu tulisi pitää omana moduulinaan tai että tekninen ratkaisu voi toimia pohjana moduulille, johon

muita teknisiä ratkaisuja yhdistetään. Toisaalta pieni summa tarkoittaa, että tekninen ratkaisu on mahdollista integroida muihin teknisiin ratkaisuihin.

Pelkkä summa ei kuitenkaan kerro, miten moduulijako tulisi suorittaa. Yhdistettävät tekniset ratkaisut eivät saa olla moduuliajurirakenteeltaan ristiriidassa, eli ajurirakenteen on oltava samankaltainen. Tämä merkitsee myös sitä, että sellaiset tekniset ratkaisut, joiden ajurirakenne on muista poikkeava, on syytä pitää omana moduulinaan. Esimerkiksi tuotteen osaa, johon on suunniteltu tehtävän muutoksia (planned product changes), ei voida yhdistää sellaiseen tekniseen ratkaisuun, jonka oletetaan siirtyvän muuttumattomana myös seuraaviin tuotesukupolviin (carryover).

Suurimmat yhteen lasketut moduuliajuripisteet (taulukko 9 ja kuva 15) ovat teknisillä ratkaisuilla moottori (45 pistettä), pohja (41 pistettä) sekä laita (39 pistettä). Moottorin saama suuri pistemäärä tarkoittaa siis sitä, että moottori voi toimia pohjana, johon yhdistämällä muita teknisiä ratkaisuja voidaan muodostaa moduuli. Moottorin kanssa geometrisesti yhteydessä olevia osia, joilla on samanlainen ajurirakenne, ovat vetolaitte sekä moottoriteline. Lisäksi moottorin käynnistykseen tarvittava akku yleensä sijoitetaan moottorin läheisyyteen ja sillä on samankaltainen ajurirakenne, joten akku voidaan myös liittää samaan moduuliin. Toisaalta akun moduuliajuripisteet ovat melko korkeat (33 pistettä), ja siksi onkin pohdittava, pitäisikö akku pitää omana, erillisenä osanaan.

Vaikka polttoainetankin ajurirakenne on samankaltainen, ei polttoainetankkia välttämättä kannata yhdistää samaan moduuliin (taulukko 9 ja kuva 15). Esimerkiksi polttoainetankin sijainti, fyysinen koko sekä muista osista poikkeava asennustapa voivat olla perusteita polttoainetankin pitämiseksi omana, erillisenä osanaan.

Vaikka laidan ja pohjan yhteen lasketut moduuliajuripisteet (taulukko 9 ja kuva 14) ovat lähes samansuuruiset, ovat niiden ajurirakenteet toisistaan poikkeavat. Pohjaan on suunniteltu tehtävän muutoksia (planned product changes), kun taas laidan oletetaan pysyvän muuttumattomana vielä seuraavissakin tuotesukupolvissa (carryover). Ajurirakenteet ovat siis keskenään ristiriitaisia, ja siksi pohjaa ja laitaa ei voida yhdistää samaan moduuliin. Pohjan kanssa samanlainen ajurirakenne on pohjan tukirakenteella, ja ne voidaan yhdistää.

Ajurirakenteen perusteella (taulukko 9) laidan kanssa samaan moduuliin voidaan yhdistää laidan tukirakenne ja sivukansi. Moduulin muodostamisessa on kuitenkin otettava huomioon, voidaanko laittaa ja kantta asentaa samanaikaisesti, vai tulisiko ne kokoonpanon kannalta pitää erillisinä, omina osinaan.

Moottorikotelo sekä veneen sisäosa ovat fyysisesti toisiinsa liittyviä osia ja niillä on samankaltainen ajurirakenne (taulukko 9). Sisäosalla on moottorikotelosta poiketen myös vahvana ajurina process/organization – ajuri, mutta tämä ei ole välttämättä este teknisten ratkaisujen yhdistämiselle.

Ohjauslaitteet (ratti, kaasukahva ja mittaristo) voidaan ajurirakenteen perusteella yhdistää samaan moduuliin (taulukko 9). Käytännössä ohjauslaitteet asennetaan veneen ohjauspulpettiin. Aiemmin on jo määritelty, että asiakkaalle tarjotaan vaihtoehtona (styling) ohjauspulpetin sijoittamista veneen keskiosaan tai laidalle (kuva 13). Toisaalta tekniikan kehityksen on katsottu mahdollisesti vaikuttavan myös ohjauslaitteisiin ja laitteiden oletetaan sopivan kaikkiin nykyisen tuoteperheen tuotteisiin (vahva common unit -ajuri). Siksi ohjauslaitteista voidaankin muodostaa oma, ohjauspulpetista erillinen moduuli, joka soveltuu kaikkiin asiakkaille tarjottaviin ohjauspulpettivariaatioihin.

Kuten jo aiemmin on todettu, suurin osa asiakastarpeista kohdistuu veneen sisustusratkaisuihin (luku 6.3.3). Module indication –matriisissa (taulukko 9) eri sisustusratkaisujen (istuimet, säilytystilat, ohjauspulpetti ja keulan taso/askelmat) ajurirakenteiden perusteella ne voitaisiin yhdistää omaan moduuliinsa. Kuitenkin suunnittelun yhtenä tavoitteena on tarjota asiakkaalle joustavat sisätilaratkaisut, mikä käytännössä tarkoittaa sisustusosien vapaata sijoittelua. Tämä on esteenä niiden yhdistämiselle. Kuitenkin sisustusosia voidaan ajatella yhtenä moduulina, jonka eri variaatioita ovat erilaiset istuimet, säilytystilat ja muut sisustusosat. Sisustusosista voidaan muodostaa ns. toiminnallinen alue (katso luku 5.7), joka pitää sisällään useita erilaisia moduuleja. Jotta modulaarista rakennetta voitaisiin sisustuksen osalta täysin hyödyntää, sisustusosien modulointia tulisi jatkaa vielä seuraavalla tasolla. Tässä työssä modulointia ei jatketa, vaan sisustusosia käsitellään siis yhtenä moduulina, josta on olemassa useita erilaisia variaatioita.

Asiakas valitsee siis sisustusmoduuleista ne vaihtoehdot, jotka hän tuotteeseensa haluaa. Sisustusosat ovat siis vaihtomodulaarisia (katso luku 3.3). Poikkeuksen sisustus-

moduuleista tekee kuitenkin ohjauspulpetti. Ohjauspiste on veneelle suunnitellun toiminnan edellytys, ja asiakkaan on joka tapauksessa valittava veneeseensä jokin vaihtoehto eri ohjauspulpettivariaatioista. Ohjauspulpetti on siis syytä pitää omana, muista sisustusmoduuleista erillisenä moduulina.

Moduulijaon tuloksena tuotteelle on määritelty seitsemän moduulia:

- Pohja
- Laita
- Propulsiomoduoili
- Sisäosa
- Kojetaulu
- Ohjauspiste
- Sisustusmoduulit
 - Istuimet
 - Säilytystilat
 - Muut sisustusmoduulit

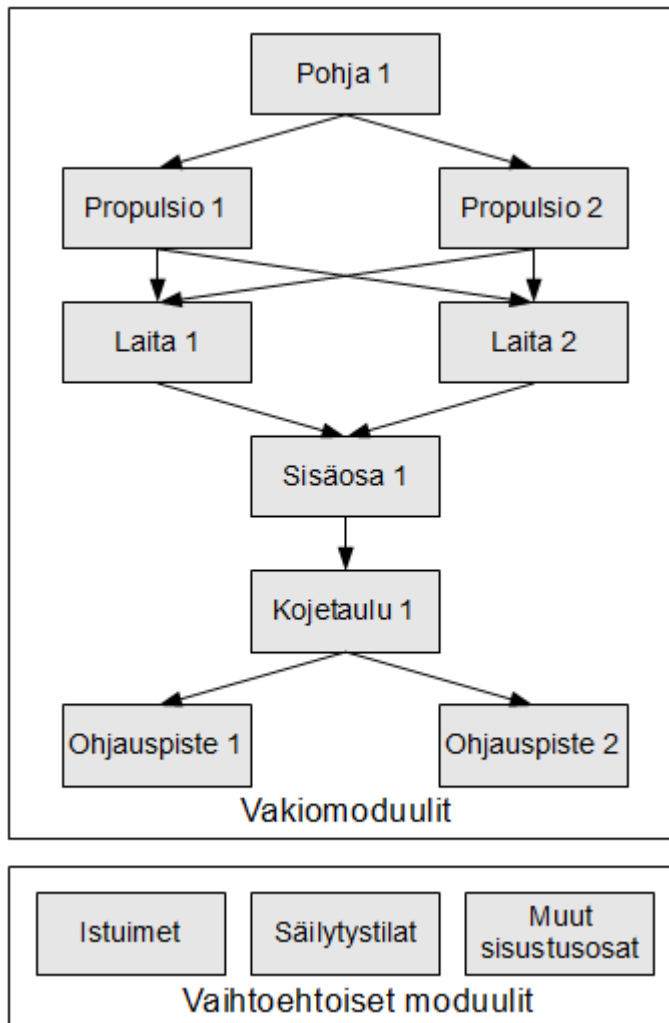
Näiden moduulien lisäksi polttoainetankki on pidetty omana, erillisenä osanaan. Yhteenveto moduuleista ja niiden sisältämistä teknisistä ratkaisuista ja suunnitelluista variaatioiden määrästä on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10: Yhteenveto tuotteelle määritellyistä moduuleista, tärkeimmistä moduuliajureista sekä moduulien sisältämistä teknisistä ratkaisuista ja variaatioiden määrästä.

Moduuli	Tärkeimmät moduuliajurit	Sisältää	Variaatioiden määrä
Pohja	Common unit Planned product changes	Pohja Pohjan tukirakenne	1
Laita	Carryover Different specification	Laita Laidan tukirakenne Sivukansi	2
Propulsiomoduoili	Technology evolution Supplier available	Moottori Vetolaite Moottoriteline Akku	2
Sisäosa	Carryover Common unit	Sisäosa Moottorikotelo	1
Kojetaulu	Common unit Supplier available	Ratti Kaasukahva Mittaristo	1
Ohjauspiste	Styling	Ohjauspulpetti	2
Sisustusmoduulit	Styling	Säilytystilat Istuimet Muut sisustusratkaisut	Useita
Erilliset osat		Polttoainetankki	

Sekä propulsiomoduoililla että kojetaululla on toisena tärkeimpänä moduuliajurina supplier available (taulukko 10). Tämä voi merkitä sitä, että yritys pyrkii löytämään alihankkijat, joilta moduulit voidaan ostaa valmiina yksikkönä. Mikäli tuotekehityksen resursseja halutaan yrityksen sisällä vapauttaa, voidaan myös moduulien tuotekehitys antaa alihankkijoille.

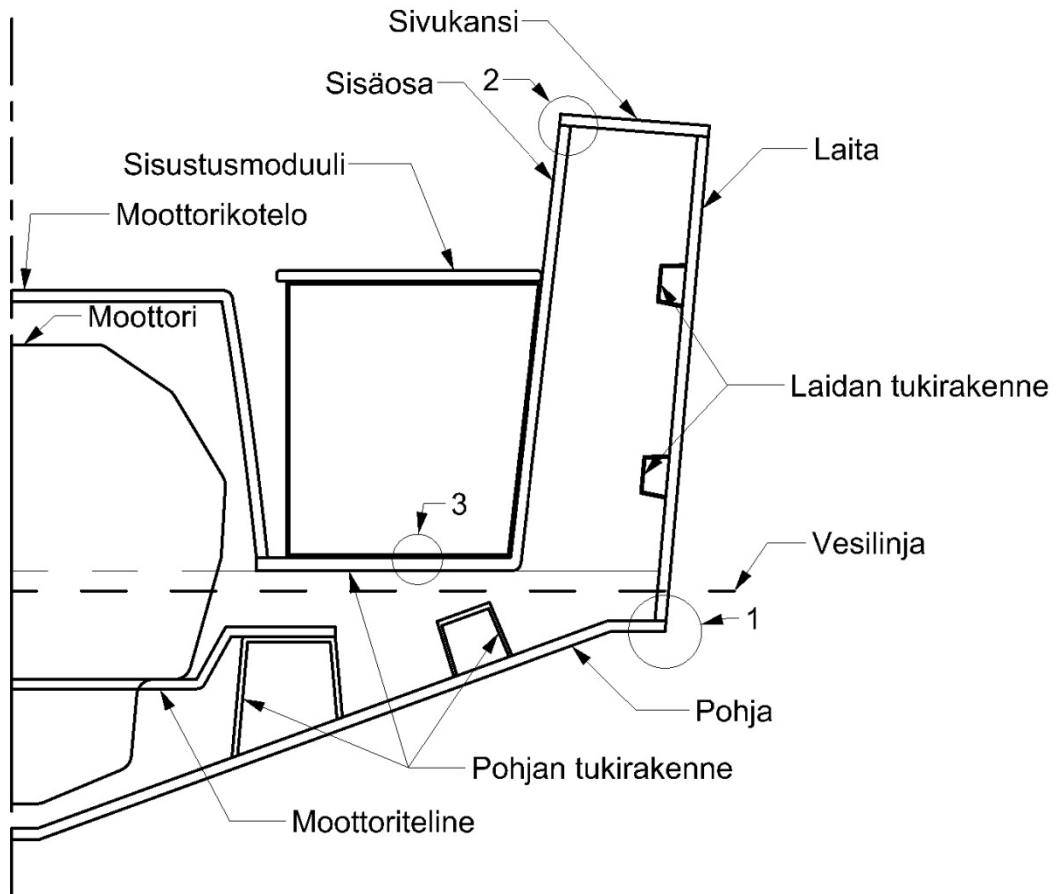
Tässä vaiheessa suunnittelua voidaan jo laskea, kuinka monta erilaista lopputuotetta nyt suunnitelluilla moduuleilla pystytään tuottamaan. Lopputuotteiden määrä saadaan kertomalla eri moduulien variaatioiden määrät keskenään. Nyt suunnitelluilla vakio-moduuleilla voidaan siis valmistaa 8 erilaista lopputuotetta. Lisäksi vaihtoehtoiset sisustusmoduulit nostavat eri variaatioiden määrää huomattavasti. Variaatioista tehty vuokaavio on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16: Vakiomoduulit ja vaihtoehtoiset moduulit. Vakiomoduuleista on mahdollista muodostaa 8 erilaista tuotetta.

6.5.3 Konseptin luonnostelu

Kun moduulijako on suoritettu, voidaan modulaarista konseptia alkaa luonnostella. Kuvassa 17 on luonnosteltu veneen perusrakennetta piirtämällä veneestä poikkileikkaus.



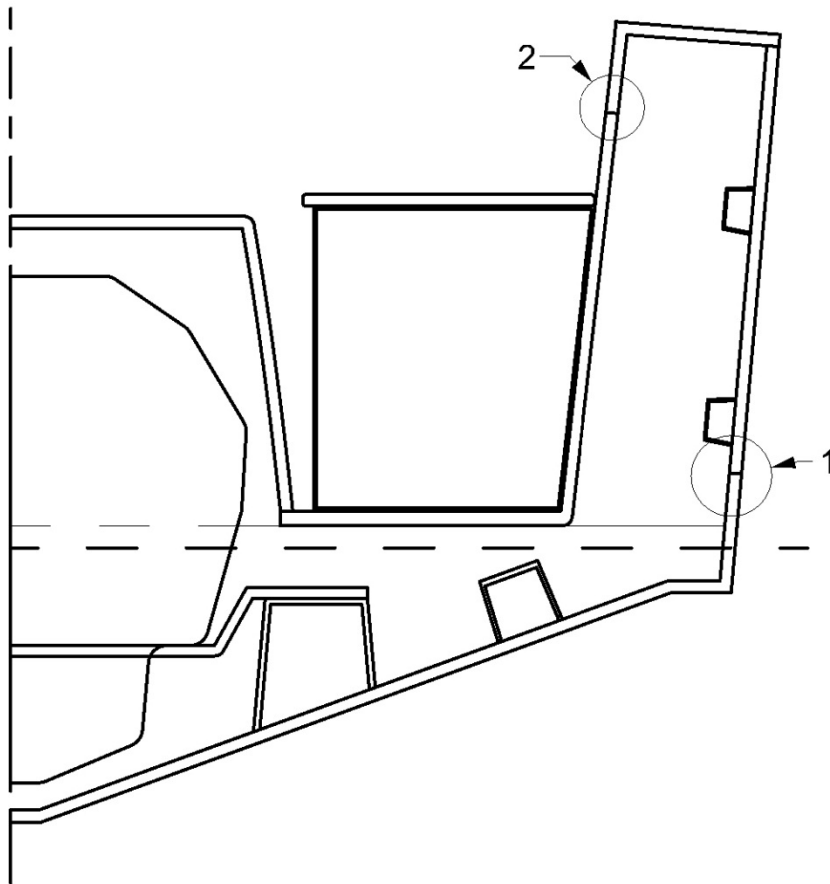
Kuva 17: Veneen perusrakennetta havainnollistetaan poikkileikkauksella. Ongelmallisia moduulien välisiä rajapintoja ovat pohjamoduulin ja laitamoduulin rajapinta (1) sekä laidan ja sisäosan rajapinta (2, sivukansi on siis osa laitamoduulia). Sisäosalla on myös rajapinta pohjamoduulin ja sisustusmoduulin kanssa (3).

Jotta moduulit olisivat toisistaan riippumattomia, itsenäisiä yksiköitä, täytyy moduulien välisten rajapintojen olla selkeästi määriteltyjä. Kuvan 17 luonnoksessa on havainnollistettu kahta ongelmallista rajapintaa.

Pohjamoduulin ja laitamoduulin välinen rajapinta (kuva 17, 1) on luonnoksessa sijoitettu vesilinjan alapuolelle. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että laita joutuu kantamaan osan pohjalle määritellystä rasituksesta. Koska pohjaan kohdistuva kuormitus on suurempi kuin laitaan kohdistuva kuormitus, merkitsee tämä sitä, että laidan ei voida olettaa kestävän pohjakuormaa. Rajapinta pitäisi siis sijoittaa vesilinjan yläpuolelle, jolloin pohjamoduuli rakenteellisesti lujempaan osana kantaa osan laitakuormasta.

Laitamoduulin ja sisäosan välinen rajapinta on luonnosteltu sivukannen reunaan (kuva 17, 2). Sisäosan muoto on siis riippuvainen laidan muodosta. Koska jo tässä vaiheessa

tiedetään, että laidan muotoa tullaan varioimaan, merkitsee tämä sitä, että variointi kohdistuisi myös sisämoduulin muotoon. Tämä aiheuttaa siis moduulien välille geometrisen riippuvuuden. Ratkaisuna on sijoittaa rajapinta siten, että sisämoduulin muoto voi pysyä vakiona. Rajapintoihin tehdyt muutokset on esitetty kuvassa 18.

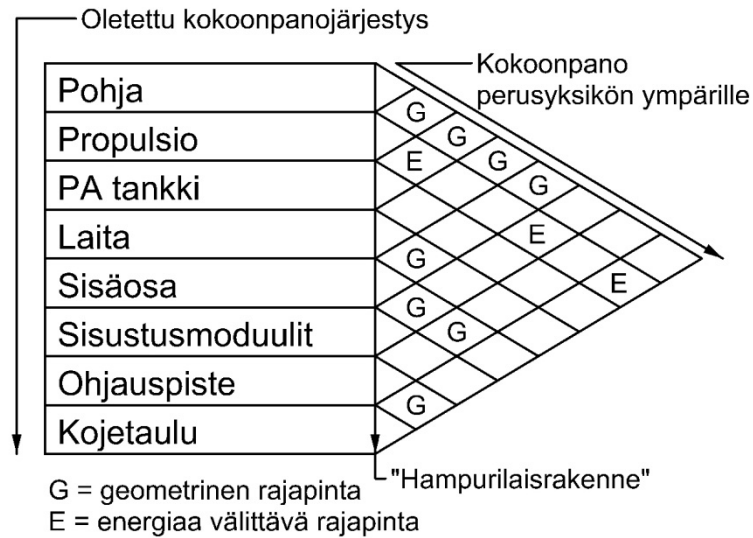


Kuva 18: Veneen poikkileikkaus, johon on luonnosteltu uudet rajapinnat. Pohjan ja laidan välinen rajapinta (1) on siirretty vesilinjan yläpuolelle. Laidan ja sisustusosan rajapintaa (2) on muutettu siten, että laitamoduulille suunniteltu variointi on mahdollista.

6.6 Konseptin arviointi

Tuotteen moduulit ovat vuorovaikutuksessa toisiinsa rajapintojen kautta. Moduulien väliset rajapinnat ovat siis keskeinen tekijä tuotteen suunnittelussa, valmistuksessa ja kokoonpanossa. Moduulien välisiä rajapintoja voidaan arvioida muodostamalla ns. rajapintamatriisi (kappale 5.5). Sen avulla voidaan arvioida, miten eri moduulit ovat

vuorovaikutuksessa toisiinsa. Veneen moduuleista muodostettu rajapintamatriisi on kuvassa 19.



Kuva 19: Moduuleista muodostettu rajapintamatriisi.

Rajapintamatriisi (kuva 19) havainnollistaa siis eri moduulien väliset rajapinnat. Matriisin vasemmassa sarakkeessa on lueteltu veneen eri moduulit niiden oletetussa kokoonpanojärjestyksessä. Matriisista voidaan havaita, että veneen propulsio, polttoainetankki, laita sekä sisäosa kokoonpannaan perusyksikkönä toimivan pohjan ympärille. Sisäosa muodostaa geometrisen rajapinnan myös laidan kanssa ja sisäosa muodostaa oman perusyksikön siihen asennettaville moduuleille (sisustusmoduulit, ohjauspiste ja kojetaulu). Käytännössä tämä voi tarkoittaa sitä, että sisäosaan asennettavat moduulit voidaan asentaa valmiiksi ennen sisäosan liittämistä veneen muuhun rakenteeseen.

Geometristen rajapintojen lisäksi matriisissa on kuvattuna energiaa välittäviä rajapintoja (kuva 19). Polttoainetankki välittää propulsiomoduulille polttoainetta, kun taas sisäosat saavat propulsiomoduulilta sähköä. Lisäksi kojetaulun ja propulsiomoduulin välillä kulkee ohjaukseen liittyvää energiaa ja informaatiota.

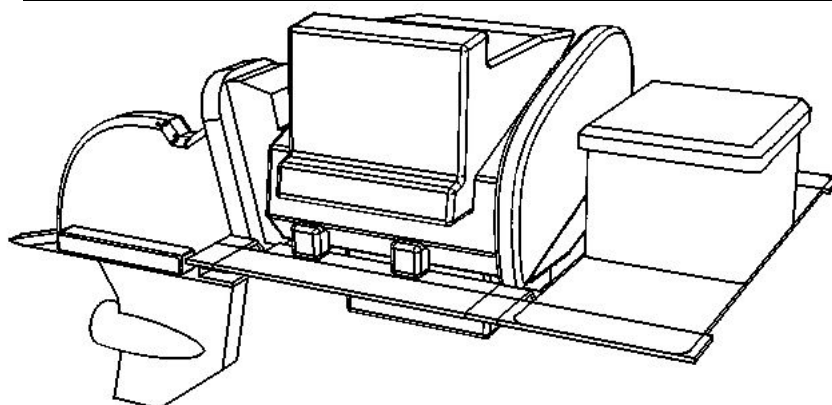
Konseptin arviointiin kuuluu myös kustannuksiin liittyviä, laskennallisia menetelmiä, joita ei tässä yhteydessä sovelleta. Menetelmiä selvennetään luvussa 5.5 ja tarkempaa tietoa arviointimenetelmistä löytyy kirjasta ”Controlling design variants” (Ericsson & Erixon 1999).

6.7 Moduulien optimointi

Kun modulaarinen konsepti on arvioitu, siirrytään suunnittelemaan yksittäisiä moduuleja. Jokaisesta moduulista kirjataan moduulin spesifikaatiot. Tässä vaiheessa hyödynnetään QFD–matriisista saatuja tietoja, jotka toimivat ohjeina moduulien suunnittelulle. Moduuleista voidaan kirjata esimerkiksi kustannustavoitteet, suunnitellut muutokset sekä tarkat tekniset tiedot. Moduulit myös visualisoidaan tässä suunnittelun vaiheessa. Esimerkit propulsiomoduulista ja sisäosasta tehdyistä yhteenvedoista sekä visualisoinneista ovat taulukoissa 11 ja 12 sekä kuvissa 20 ja 21.

Taulukko 11: Esimerkki propulsiomoduulista tehdystä yhteenvedosta (Ericsson & Ericson 1999:55)

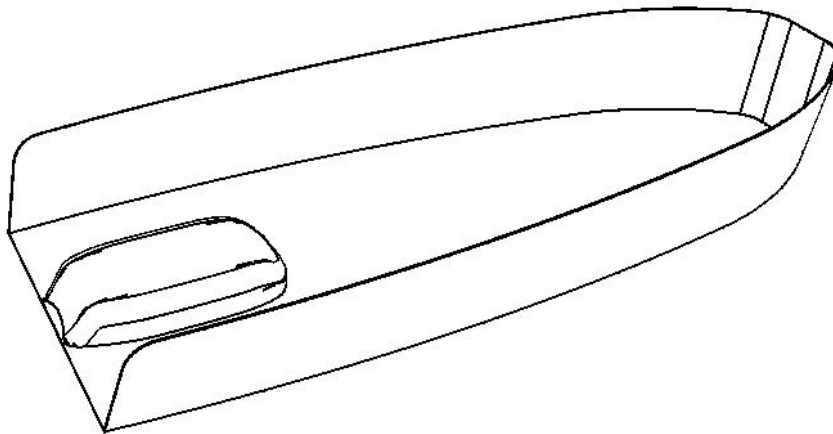
Moduuli: Propulsiomoduuli	Variaatioiden määrä: 2
Moduulin sisältämät tekniset ratkaisut: Moottori Vetolaite Moottoriteline Akku	Tärkeimmät moduuliajurit: Technology evolution Supplier available
Liittyy rajapinnoilla: Pohja Polttoainetankki	Rajapinnan tyyppi: Geometrinen Väliainetta välittävä
Asiakastarpeet: Kaksi nopeusaluetta: > 20 ja n. 30 solmua Pieni polttoaineenkulutus Laskeva nopeuden merkitys Edullinen hinta	Huomioi lisäksi: Huolto Tekniikan kehitys



Kuva 20: Propulsiomoduuli koostuu vetolaitteesta, moottorista, akusta sekä moottoritelineestä

Taulukko 12: Esimerkki sisäosasta tehdystä yhteenvedosta (Ericsson & Erixon 1999:55)

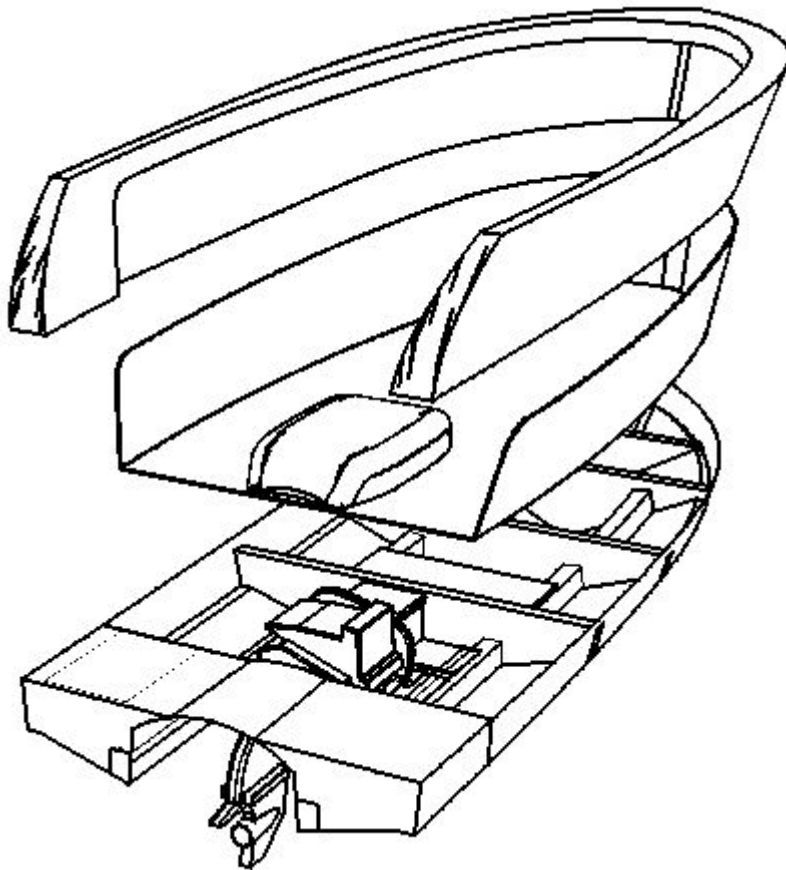
Moduuli: Sisäosa	Variaatioiden määrä: 1
Moduulin sisältämät tekniset ratkaisut: Yhtenäinen sisäosa Moottorikotelo	Tärkeimmät moduuliajurit: Carryover Common unit
Liittyy rajapinnoilla: Laita Pohja Ohjauspiste Sisustusmoduulit	Rajapinnan tyyppi: Geometrinen Geometrinen Geometrinen Geometrinen
Asiakastarpeet: Sisustusosien vapaa sijoittelu Kulku takaa ulos	Huomioi lisäksi: Moottorin huolto



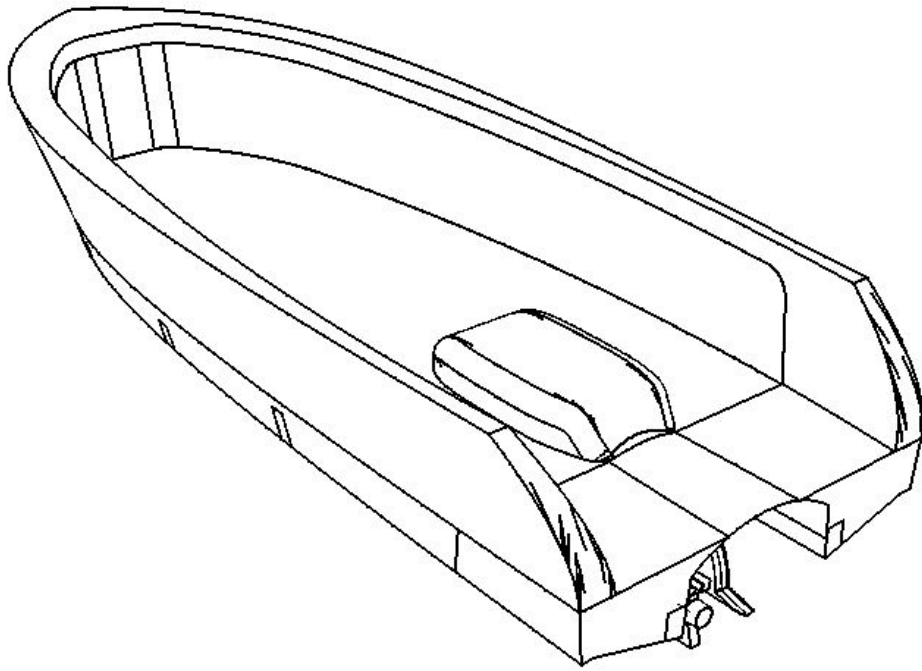
Kuva 21: Sisämoduuli koostuu yhtenäisestä sisäosasta ja moottorikotelosta.

6.8 Konseptin visualisointi

Luodun modulaarisen konseptin pohjalta on suunniteltu venetuoteperhe, jolla havainnollistetaan tuotteen modulaarisesta rakennetta sekä tuotteen variointia. Kuvassa 22 on esitettynä osa veneen modulaarisesta rakenteesta. Runko koostuu laitamoduulista, sisäosasta sekä pohjamo­duulista. Pohjamo­duuli siis toimii perusyksikkönä, jonka ympärille runko kokoonpannaan. Kuvassa 23 on esitettynä sama rakenne yhdistettynä.

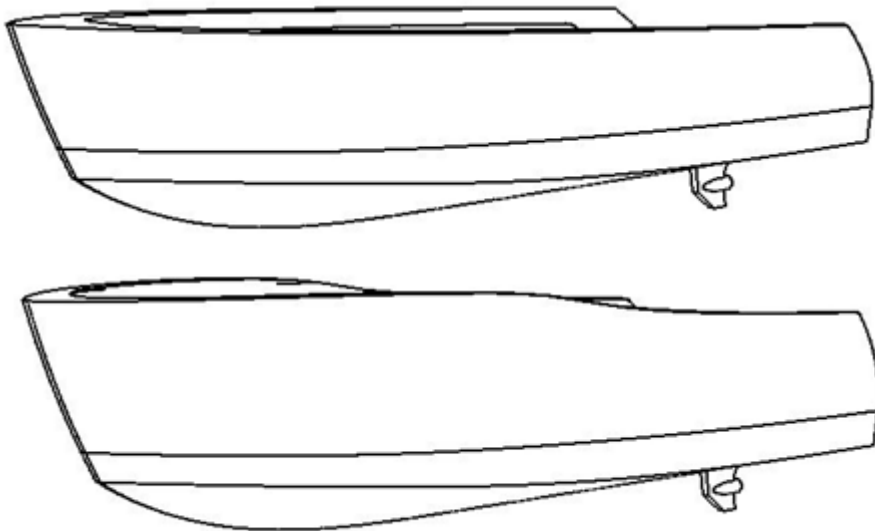


Kuva 22: Kuvassa on esitettynä veneen rungon modulaarinen rakenne. Ylhäältä alaspäin: laitamoduuli, sisäosa sekä pohja, johon on asennettuna propulsiomoduuli ja polttoainetankki.



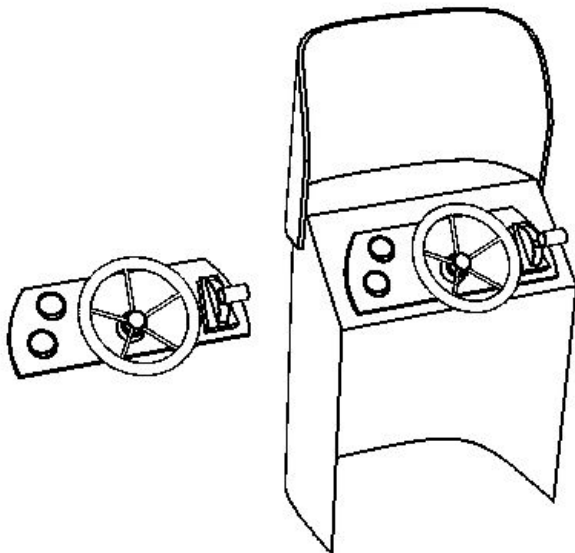
Kuva 23: Kuvan 22 moduulit yhdistettynä.

Yksi tuoteperheen suunnittelun tavoitteista oli tarjota asiakkaille kahta erilaista laita- vaihtoehtoa. Vaihtoehdot on esitetty kuvassa 24. Vaikka laidat siis ovat erilaiset, ovat moduulien väliset rajapinnat samat, jolloin laidan variointi ei vaikuta tuotteen muihin moduuleihin.



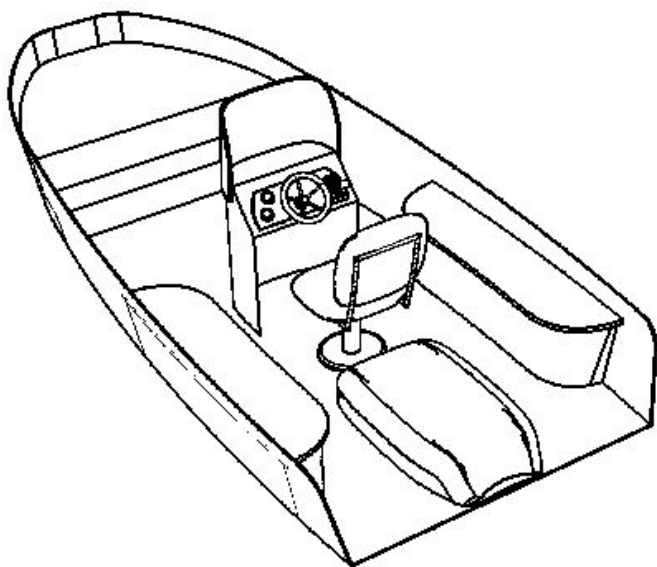
Kuva 24: Kaksi erilaista laitavariaatiota

Ohjauslaitteet (ratti, mittaristo ja kaasukahva) muodostavat yhdessä moduulin, kojetaulun, joka voidaan asentaa erilaisiin ohjauspulpetteihin. Kuvassa 25 on esitettyä kojetaulu sekä ohjauspulpetti, johon kojetaulu on asennettu.



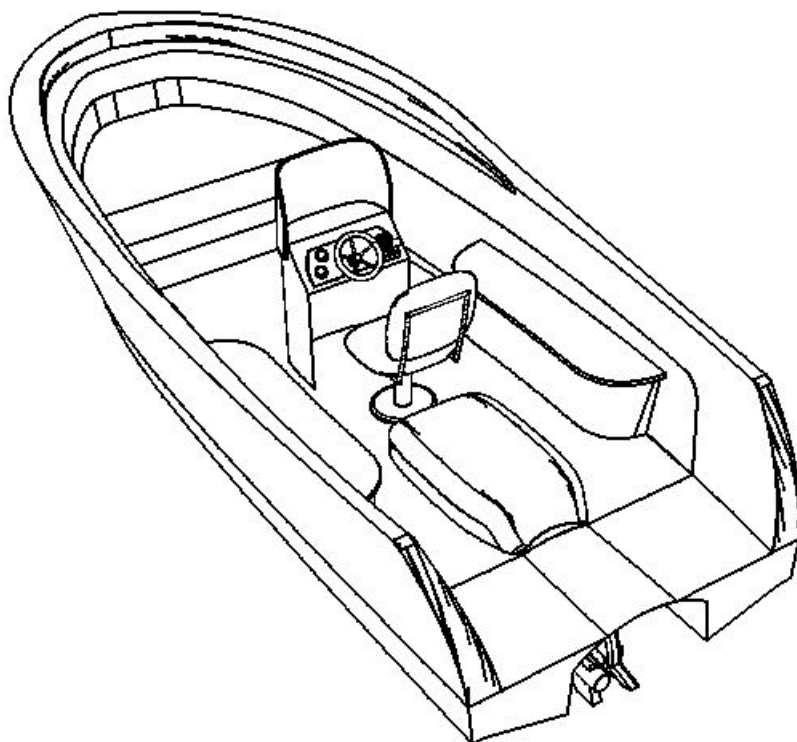
Kuva 25: Kojetaulu sekä kojetaulu asennettuna ohjauspulpettiin.

Suunnittelun tavoitteena oli sisustusosien vapaa sijoittelu ja sisustuksen variointi. Sisustusmoduulit sekä ohjauspiste muodostavat rajapinnan sisäosan kanssa. Erilaisia sisustusmoduuleja voidaan siis suunnitella riippumatta veneen muusta rakenteesta. Kuvassa 26 veneen sisäosaan on asennettuna heittotaso, kaksi pitkittäistä istuinta sisäosan laidalle sekä ohjauspulpetti ja kuljettajan istuin.



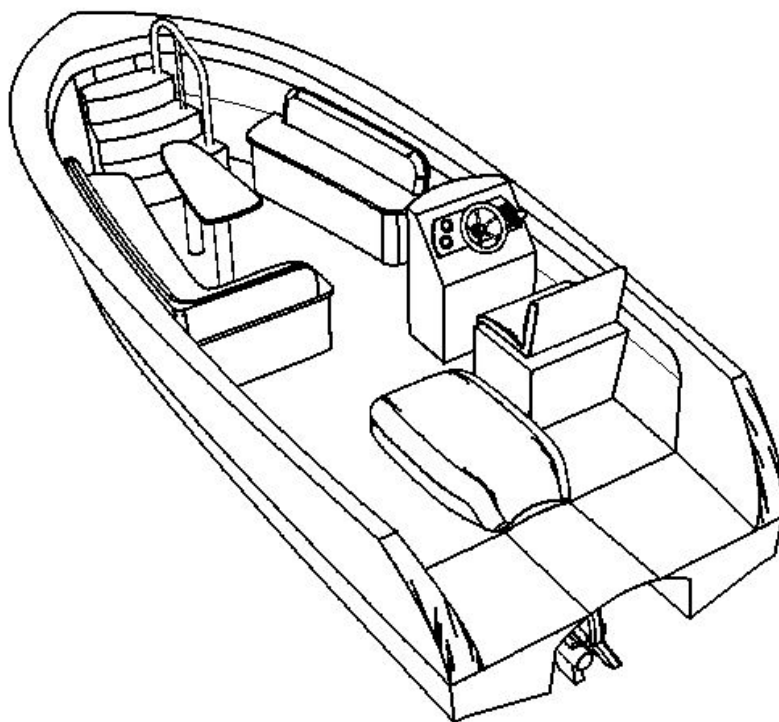
Kuva 26: Veneen sisäosaan on asennettuna ohjauspulpetti, kuljettajan istuin, heittotaso keulaan sekä kaksi pitkittäistä istuinta laidalle.

Kuvassa 27 edellä esitetty sisustus on asennettuna veneeseen. Kuten rajapintamatriisista (luku 6.6) selvisi, muodostaa sisäosa perusyksikön, johon sisustus rakennetaan. Sisäosa voidaan siis kasata valmiiksi muusta kokoonpanosta riippumatta ja asentaa veneeseen yhtenä, kokonaisena yksikkönä.



Kuva 27: Kuvan 26 sisustus asennettuna veneeseen.

Asiakas siis voi valita, mitkä sisustusmoduulit hän veneeseensä haluaa. Sisäosan muodostama vakioitu rajapinta mahdollistaa sisustusmoduulien suhteellisen vapaan ja nopean suunnittelun, jolloin myös uusiin asiakastarpeisiin voidaan reagoida nopeasti. Kuvassa 28 on esitettyä yksi esimerkki veneen sisustusratkaisusta.



Kuva 28: Esimerkki veneen sisustusratkaisusta

6.9 Tuoteperheen laajentaminen

6.9.1 Akselivetoinen puoliliukuva vene

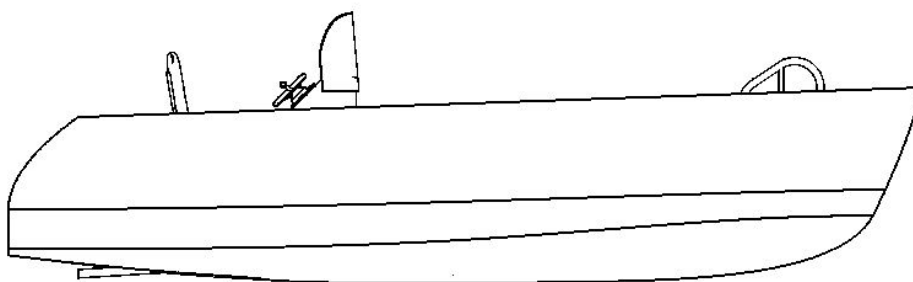
Asiakastarpeiden kartoituksessa arvioitiin, että tulevaisuudessa nopeuden merkitys vähenee ja alhaisen polttoainekulutuksen merkitys kasvaa (luku 6.3.3). Asiakastarpeissa tapahtuvaa muutosta ennakoitiin jo modulaarisen konseptin suunnitteluvaiheessa (luku 6.5). Tuoteperhettä laajennetaan tarjoamalla asiakkaille vaihtoehtona myös akselivetoista puoliliukuvaa venettä.

Modulaarinen rakenne mahdollistaa hyvin nopeat suunnittelun läpimenoajat, koska uusien ominaisuuksien suunnittelu vaikuttaa vain yksittäisiin moduuleihin eikä koko tuotteeseen. Kuvassa 29 on esitetty uusi puoliliukuva pohjamoduuli.

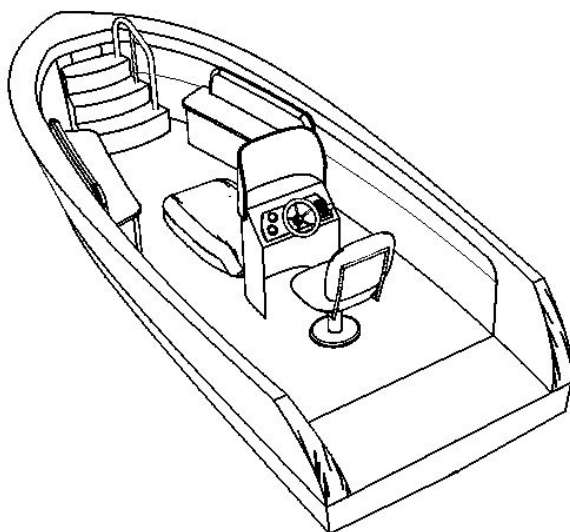


Kuva 29: Puoliliukuva pohjamoduuli

Lisäksi tuoteperheeseen suunnitellaan uusi propulsiomoduoili, jolla puoliliukuvalla veneelle suunniteltu nopeusalue voidaan saavuttaa. Koska propulsiomoduoili siirtyy veneen takaosasta veneen keskelle, vaatii tämä muutoksen myös veneen sisäosaan. Sisäosaa muutetaan siten, että moottorikotelo on mahdollista asentaa sekä veneen perään että keskelle. Kokonaan uutta sisäosaa ei siis suunnitella, vaan olemassa olevaan moduuliin tehdään muutos. Kuvissa 30 ja 31 on esitettyinä puoliliukuva pohjamoduuli asennettuna veneeseen.

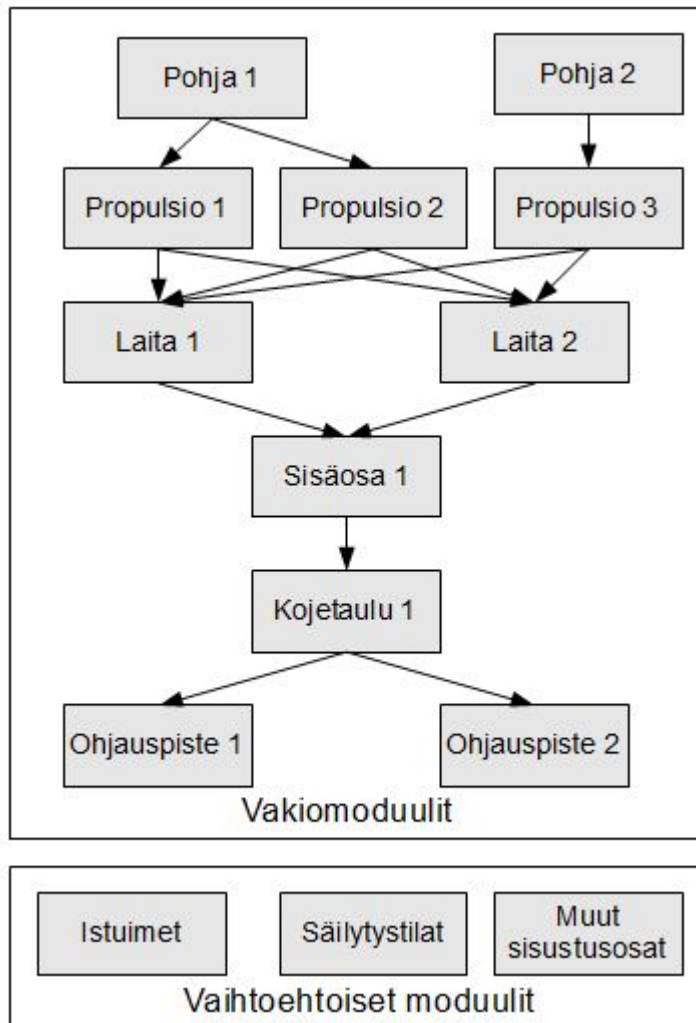


Kuva 30: Puoliliukuva pohjamoduuli asennettuna veneeseen



Kuva 31: Puoliliukuva pohjamoduuli asennettuna veneeseen. Moottorikotelo on siirretty veneen takaosasta veneen keskiosaan.

Propulsio- ja pohjamoduulin lisääminen tuoteperheeseen lisää tuotteen variaatioiden määrää. On huomattava, että uusi propulsiomoduoili ei ole vaihtoehtoinen aiemmille moduuleille uudesta asennustavasta ja vetolaitteesta johtuen. Veneen vakiomoduuleista on nyt mahdollista valmistaa aiemman kahdeksan lopputuotteen lisäksi neljä uutta variaatiota. Vakiomoduuleista tuotettavien lopputuotteiden määrä nousee siis kahtentoista.

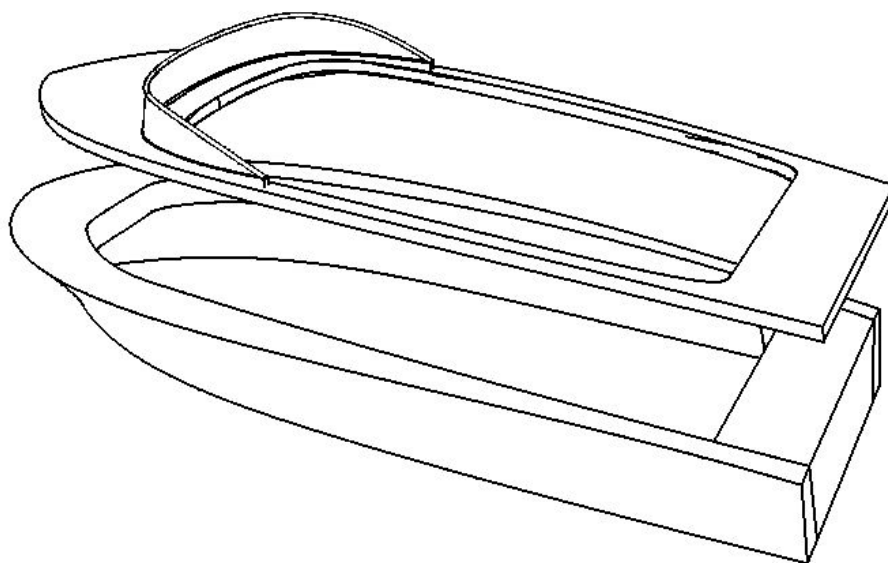


Kuva 32: Kaavio veneen moduulirakenteesta uuden pohja- ja propulsiomodulin (pohja 2 ja propulsio 3) lisäämisen jälkeen. Vakiomoduuleista on mahdollista valmistaa 12 erilaista lopputuotetta, ja kun vaihtoehtoiset sisustusmoduulit otetaan huomioon, nousee lopputuotteiden määrä huomattavasti.

6.9.2 Tuulilasivene

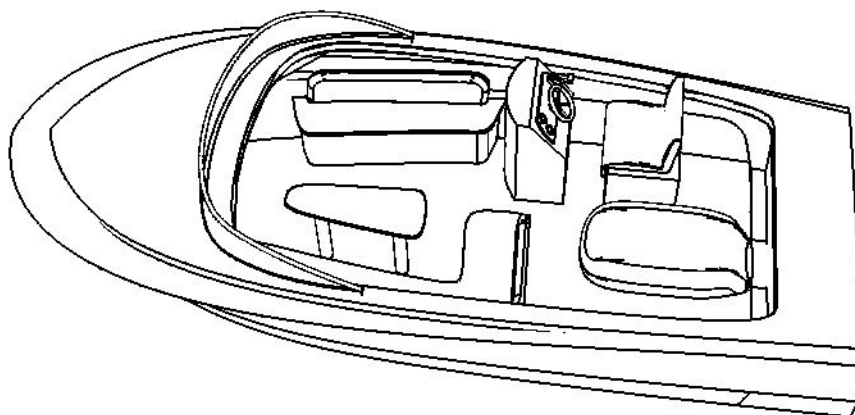
Uusien asiakassegmenttien hyödyntäminen vaatii uusien moduulien suunnittelua. Tuoteperhettä laajennetaan tarjoamalla asiakkaille vaihtoehtona myös tuulilasiveneä.

Veneeseen suunnitellaan uusi laitamoduuli, joka koostuu laidasta sekä siihen liittyvästä kannesta. Uusi laitamoduuli on esitettyä kuvassa 33.



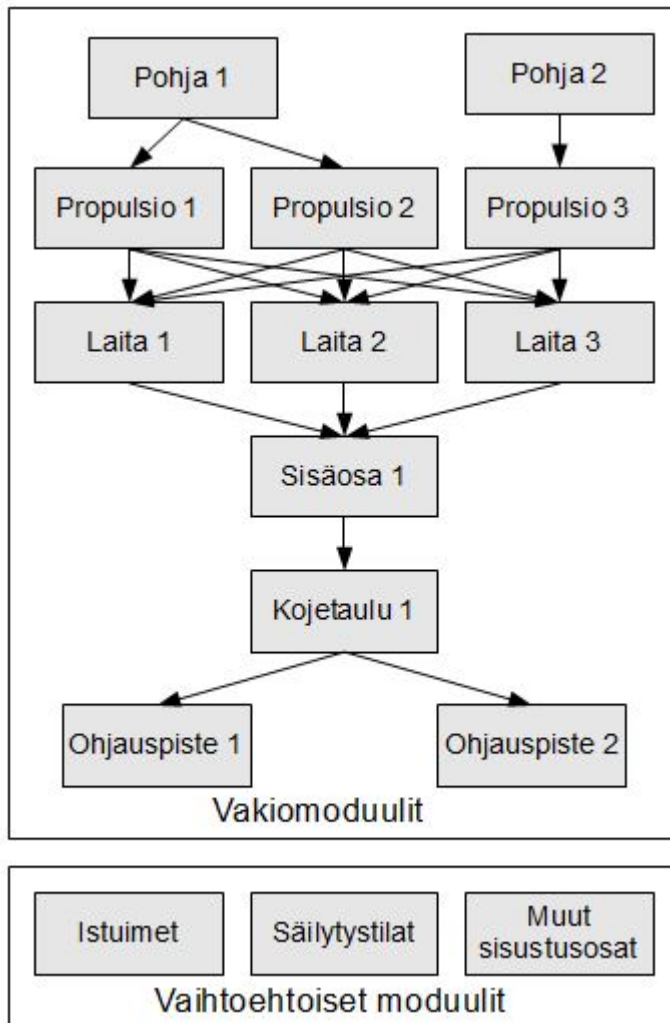
Kuva 33: Uusi laitamoduuli koostuu laidasta sekä kannesta.

Koska tuotteen moduulien väliset rajapinnat pysyvät vakioina, voidaan jo aiemmin suunniteltuja moduuleja hyödyntää myös uudelle asiakassegmentille kohdennetussa tuotteessa. Kuvassa 34 on esitettyä vene, johon uusi laitamoduuli on asennettuna.



Kuva 34: Uusi laitamoduuli asennettuna veneeseen.

Uuden laitamoduulin lisääminen lisää myös mahdollisten lopputuotteiden määrää. Vakiomoduuleista on uuden laidan lisäämisen jälkeen mahdollista valmistaa 18 erilaista lopputuotetta. Lisäksi vaihtoehtoiset sisustusmoduulit lisäävät mahdollisten lopputuotteiden määrää huomattavasti. Kaavio veneen uudesta moduulirakenteesta on esitetty kuvassa 35.



Kuva 35: Kaavio veneen uudesta moduulirakenteesta. Uusi laitamoduuli (Laita 3) nostaa mahdollisten vakiomoduuleista muodostettavien lopputuotteiden määrän kahdeksaantoista.

7 LOPPUPÄÄTELMÄT

Massaräätälöinti vaikuttaa koko yrityksen toimintaan. Se on siis yrityksen strateginen valinta, joka täytyy ottaa huomioon kaikessa yrityksen toiminnassa aina markkinoinnista tuotantoon ja tuotesuunnitteluun. Nykyisessä markkinatilanteessa tekniikka kehittyy nopeasti ja asiakkaiden tuotteille asettamat vaatimukset ovat yhä yksityiskohtaisempia. Tietoyhteiskunta on mahdollistanut laajan tiedonsaannin tuotteista, joita maailmalla on tarjolla. Jotta yritys voisi pysyä kilpailukykyisenä, on tuotteita suunniteltava yhä nopeammin, valmistettava yhä edullisemmin ja tuotteiden on tämän lisäksi täytettävä asiakkaiden niille asettamat vaatimukset. Perinteisessä sarjatuotannossa ei voida hyödyntää marginaalisia asiakastarpeita, vaan tuotantoon on suunniteltava rajallinen määrä tuotteita, jotka tyydyttävät mahdollisimman laajojen asiakassegmenttien tarpeet. Toisaalta asiakkaalle yksilöllisen tuotteen suunnittelu ja valmistus on kallista ja kustannuksia on vaikeaa hallita.

Massaräätälöinnissä asiakassegmenttien vaihtelevia tarpeita ei nähdä uhkana, vaan niitä pyritään hyödyntämään. Tämä edellyttää yritykseltä asiakaslähtöisyyttä. Yrityksen on siis oltava hyvin selvillä, mitä erilaisia vaatimuksia asiakkailla on tuotteen ominaisuuksille ja toiminnalle. Asiakkaiden vaatimukset on pystyttävä muuttamaan tuotteen teknisiksi ominaisuuksiksi ja tuotteen ominaisuuksia on varioitava asiakastarpeisiin perustuen.

Asiakkaan näkökulmasta modulaarinen rakenne mahdollistaa vaikuttamisen tuotteen sisältämiin ominaisuuksiin. Asiakas voi valita tuotteelleen juuri ne ominaisuudet, jotka hän haluaa. Liian suuri vaihtoehtojen määrä voi kuitenkin vaikuttaa negatiivisesti asiakkaan ostopäätökseen, ja tämä on otettava huomioon tuotteiden markkinoinnissa.

Modulaarinen rakenne on edellytys tuotteen massaräätälöinnille. Tuotesuunnittelussa on otettava huomioon asiakastarpeiden lisäksi yrityksen oma strategia sekä myös tuotteen kohdistuvat ulkoiset muospaineet. Modulaarinen rakenne tuo mukanaan yrityksen toimintaan paljon erilaisia etuja. Tuotesuunnittelun näkökulmasta suurimpana etuna voidaan pitää nopeaa suunnittelun läpimenoaika. Uusiin asiakastarpeisiin reagoiminen ei vaadi muutoksia koko tuotteeseen, vaan muutokset kohdistuvat vain yksittäisiin moduuleihin. Moduulien välisten rajapintojen ollessa vakiot voidaan yksittäisiä uusia moduuleja suunnitella hyvin nopeasti. Yhdelle asiakkaalle suunniteltua moduulia voidaan tarjota jatkossa kaikille tuoteperheen asiakassegmenteille.

Tässä työssä on sovellettu modular function deployment –menetelmää, jonka periaatteita tuotiin esille luomalla modulaarinen, massaräätälöitävä venetuoteperhe. Menetelmä mahdollistaa moduulijaon suorittamisen siten, että se ottaa laaja-alaisesti huomioon yrityksen tuotestrategian. Menetelmä antaa työkalut, joiden avulla on mahdollista muuntaa erilaiset strategiset valinnat sekä asiakastarpeet tuotteen moduulien ominaisuuksiksi. Menetelmän soveltamiseen ei vaadita erityistyökaluja, mutta yrityksen on oltava hyvin selvillä asiakasryhmien tarpeista, omista tuotteistaan, tuotestrategiastaan ja tavoitteistaan sekä mahdollisista tulevaisuuden tuomista muutoksista.

Massaräätälöinnissä tuotteita tuotetaan valmiista moduuleista. On kuitenkin tärkeää huomata, että massaräätälöivän tuotannon loppupäähän voi sisältyä erillisiä, räätälöiviä tuotantovaiheita. On yrityksen oma valinta, kuinka pitkälle jalostettuja moduuleja lopputuotteen valmistuksessa käytetään. Räätälöintivaihe mahdollistaa yhä yksilöllisempien tuotteiden valmistuksen, mutta pitkä räätälöintivaihe tarkoittaa tuotannon läpimenoajan pitenemistä. Keskeistä yrityksen strategisia valintoja tehtäessä olisi löytää tasapaino tuotteen yksilöllisyyden ja edullisen, nopean tuotannon välillä.

LÄHTEET

Coletti, P. & Aichner, T. 2011. Mass Customization. An exploration to european characteristics. Springer Heidelberg Dordrecht London New York.

Eerola, A. Pekkala J. & Jakobsson M. 2012. Open Wave – Open innovation for future boat industry. Esitysmateriaali, TEKES tulosseminaari 1.2.2012, Espoo.

Ericsson, A. & Erixon G. 1999. Controlling design variants. Modular product platforms. USA: Modular Management AB and Society of Manufacturing Engineers.

Fixon, S.K. 2003. The Multiple Faces of Modularity – A Literature Analysis of a Product Concept for Assembled Hardware Products. University of Michigan, industrial and operations engineering.

Halman, J, Hofer A. & van Vuuren, W. 2006. Platform driven development of product families. Linking theory with practice. Teoksessa Product platform and product family design. Methods and applications. Edited by: Simpson, T. Siddique, Z. & Jiao J. Springer Science+Business Media, Inc. USA.

Harju. 1999. Kvalitatiivinen kyvykkyys. Massaräätälöinnin periaatteet ja menetelmät. Helsinki: Tietosanoma.

Hölttä-Otto, K. 2005. Modular product platform design. Tohtorin väitöskirja. Helsinki university of technology. Department of Mechanical engineering. TKK dissertations, Espoo 2005.

Kratochvíl, M. & Carson C. 2005. Growing modular: Mass customization of complex products, services and software. Heidelberg: Springer Berlin.

Marion, J. & Simpson, T. 2006. Platform leverage strategies and market segmentation. Teoksessa Product platform and product family design. Methods and applications. Edited by: Simpson, T. Siddique, Z. & Jiao J. Springer Science+Business Media, Inc. USA.

Mertanen, M. & Sievänen, M. 2007. A practical approach to mass customization – Lessons learned from Finnish machine construction. Paper for the MCPC 2007 World Conference 7 – 10 October 2007 Boston, USA. Saatavissa:

<http://webhotel2.tut.fi/cmc/pdf/APracticalApproachToMassCustomization.pdf>

(Viitattu 29.2.2012).

Piller, F. & Tseng, M. 2010. Introduction: Mass Customization Thinking: Moving from Pilot Stage to an Established Business Strategy. Teoksessa Handbook of research in mass customization and personalization. Volume 1: strategies and concepts. Edited by: Piller F. & Tseng M. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., (s.l.), 1-18.

Simpson, T. Siddique, Z. & Jiao J. 2006. Platform-based product family development. Teoksessa Product platform and product family design. Methods and applications. Edited by: Simpson, T. Siddique, Z. & Jiao J. Springer Science+Business Media, Inc. USA.

Soronen O. 1999. Massaräätälöinti asiakasmyönteisessä tuotannossa. MET-julkaisuja nro 1/1999. Saarijärvi: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

Österholm, J. & Tuokko R. 2001. Systemaattinen menetelmä tuotemodulointiin. Modular function deployment. MET-julkaisuja 21/2001. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.