



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Linda Yli-Kerttula

Leikkaussalin saliohjausjärjestelmän modulaarisen tuoterakenteen suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Hyvinvointi- ja terveysteknologia

Insinöörityö

31.5.2022

<p>Tekijä Otsikko</p> <p>Sivumäärä Aika</p>	<p>Linda Yli-Kerttula Leikkaussalin saliohjausjärjestelmän modulaarisen tuoterakenteen suunnittelu</p> <p>58 sivua 31.5.2022</p>
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tieto- ja viestintätekniikka
Ammatillinen pääaine	Hyvinvointi- ja terveysteknologia
Ohjaajat	T&K insinööri Esko Hyvärinen, Merivaara Oy Lehtori Juha Havukumpu
<p>Massaräätälöinti on yrityksen toimintatapa, jossa yhdistyvät nopea ja kustannustehokas massatuotanto sekä yksilöllisiä asiakastarpeita täyttävä yksittäistuotanto. Massaräätälöinnissä suunnitellaan ja tuotetaan sarjatuotantona yksilöllisiä tuotevariantteja. Jotta asiakkaille voidaan joustavasti ja tehokkaasti tuottaa yksilöityjä tuotteita, edellytetään tuotteen moduloimista eli tuotteen jakamista itsenäisiin osiin, moduuleihin. [1, s. 10-43.] Modulaarissa tuoterakenteessa yksilöllinen lopputuote rakentuu näistä moduuleista. Jokaisella moduulilla on omat ominaisuutensa sekä määritellyt muuttumattomat rajapinnat, joilla mahdollistetaan moduulien yhdistettävyyden ja vaihdettavuus. [8, s. 8-12.]</p> <p>Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Merivaara Oy:n kanssa. Tarkoituksena oli perehtyä massaräätälöinnin ja modulaarisen tuoterakenteen peruseräotteisiin. Tavoitteena oli suunnitella leikkaussalin saliohjausjärjestelmälle luonnos modulaarisesta tuoterakenteesta ja luoda työkalu saliohjausjärjestelmän modulointiin sekä koota yksi esimerkkimoduuli.</p> <p>Työssä käydään kohta kohdalta läpi modulaarisen tuoterakenteen ja esimerkkimoduulin muodostuminen. Moduloitipolku aloitettiin tarpeiden kartoituksella. Yhdistämällä määritelty asiakastarpeet tuoteominaisuuksiin jaettiin saliohjausjärjestelmä osakokonaisuuksiin ja sitä kautta koostettiin tuotteelle abstrakti arkkitehtuurimalli. Toimintapuun avulla tarkasteltiin tuotteen teknisiä toimintoja sekä niiden ominaisuuksia saaden saliohjausjärjestelmälle vakiot ja varioituvat toiminnot. Lopuksi muodostettiin saliohjausjärjestelmän modulaarisen tuoterakenteen runko ja paneuduttiin tarkemmin yksittäisen esimerkkimoduulin kokoonpanoon.</p> <p>Tuloksina saatiin luonnos saliohjausjärjestelmän modulaarisesta arkkitehtuurimallista, yksi määritelty esimerkkimoduuli sekä työkalu saliohjausjärjestelmän moduloimiseen ja moduulien hallintaan. Tulosten avulla voidaan jatkossa tarkastella mahdollisuutta siirtyä modulaarisesta tuoterakenteeseen, jolla parannettaisiin tuotehallintaa, kevennettäisiin projektikohtaista suunnittelua sekä nopeutettaisiin tarjouslaskentaa ja tuotteen asentamista.</p>	
Avainsanat	Massaräätälöinti, modulaarinen tuotearkkitehtuuri, modulaarinen tuoterakenne, moduuli, modulointi

Author Title	Linda Yli-Kerttula Planning Modular Product Structure of Operating Room Management System
Number of Pages Date	58 pages 31 May 2022
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information and Communication Technology
Professional Major	Health Technology
Instructors	Esko Hyvärinen, R&D Engineer, Merivaara Corp Juha Havukumpu, Senior Lecturer
<p>Mass customization is an operation mode, which combines fast and cost-efficient mass production and individual customer-specific job production. Mass customization is designing and mass-producing customized product variants. Flexible and efficient production of customized product variants requires the modular design of the product i.e., separating the product into modules. In a modular product structure, a customized product is built of these modules. Every module has distinctive features and standardized interfaces, which enable the connectivity and convertibility of the module.</p> <p>This thesis has been made in collaboration with Merivaara Oy. The purpose was to get acquainted with the principles of mass customization and modular product structure. The aim was to design an outline of the modular design product architecture of the operating room management system, create a tool for modularizing the system, and assemble an example module.</p> <p>The thesis reviews the development of the modular product structure and the example module. The path for the modular design was started by mapping the needs. The operating room management system was separated into functional elements by combining defined customer needs and product features. Through that, an abstract architecture model was composed for the product. A function tree was used to examine the technical functions and their features. In this way, the standard- and variable functions were defined for the system. In the end, the framework of the modular product structure of the operating room management system was created, the final assembly of the example module was built, and modules were separated into series for the sales.</p> <p>The gained results were an outline of the modular architecture of the operating room management system, the defined example module, and the tool for modularizing and managing the operating room management system. The results help to examine the possibility of proceeding with the modular product structure in the future, which could improve product management, relieve the project planning, and hasten offer calculations and product installation.</p>	
Keywords	Mass customization, modular product architecture, modular product structure, modular design, modularization, module

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tuotteen yksittäistuotannosta ja -suunnittelusta varioituvan tuotteen massaräätälöintiin	3
2.1	Massaräätälöinti	3
2.1.1	Massaräätälöinti on organisaation yhteinen valinta	4
2.1.2	Massaräätälöinnin erilaiset toimintatavat	5
2.1.3	Massaräätälöinti tuotannossa	7
2.1.4	Edellytykset massaräätälöinnin onnistumiselle	11
2.1.5	Massaräätälöinnin hyödyt ja haasteet	12
2.2	Tuotteen modulaarisuus ja modulaarinen tuotearkkitehtuuri	14
2.2.1	Tuotteen modulaarinen tuoterakenne	15
2.2.2	Modulaarisen tuoterakenteen tyypit	16
2.2.3	Modulaarinen järjestelmä ja tuotealustat	17
2.2.4	Modulaarisen tuotteen suunnitteluprosessi	19
2.2.5	Modulaarisen tuoterakenteen hyödyt ja haasteet	22
3	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	23
3.1	Työn tilaaja	23
3.2	Työn tarkoitus	24
3.3	Ongelman asettelu	24
3.4	Työn tavoitteet	24
3.5	Työn rajaus	25
3.6	Menetelmät	25
4	Leikkaussalin ohjausjärjestelmän modulointi	25
4.1	Modulointia ohjaavat tekijät	26
4.1.1	Modulointiin johtaneet ongelmat	26
4.1.2	Yrityksen tavoitteet tuotteen moduloinnille	27
4.2	Asiakastarpeiden tunnistaminen	28
4.3	Konseptointi ja tuotteen jakaminen osakokonaisuuksiin	29
4.3.1	Yhdistetään asiakastarpeet ja tuoteominaisuudet	30

4.3.2	Abstrakti tuotearkkitehtuurin mallintaminen	32
4.4	Tuotteen jako teknisiin toimintoihin	33
4.4.1	Toimintojen teknisten ominaisuuksien kartoitus	34
4.4.2	Toimintojen fyysiset sijainnit tuotteessa	35
4.4.3	Vakiot ja varioituvat toiminnot	37
4.5	Tuotteen jakaminen moduuleihin ja niiden variantteihin	38
4.5.1	Moduulien muodostus	39
4.5.2	Työkalu saliohjausjärjestelmän moduloimiseen	42
4.5.3	Tuotteen moduulien järjestäminen myyntisarjoiksi	44
5	Tulokset	46
5.1	Saliohjausjärjestelmän modulaarinen arkkitehtuurimalli	46
5.2	Saliohjausjärjestelmän moduulityökalu	49
5.3	Myyntisarjojen määrittäminen asiakastarpeisiin	50
5.4	Opinnäytetyön tulosten palauteet ja kehitysehdotukset	53
6	Yhteenveto	55
	Lähteet	58

1 Johdanto

Massaräätälöinti (Mass Customization) on yrityksen strateginen valinta, joka vaikuttaa organisaation eri osa-alueisiin aina suunnittelusta ylläpitopalveluihin. Se on toimintatapa suunnitella ja tuottaa sarjatuotantona yksilöllisiä tuotteita asiakkaan tarpeisiin. Siinä yhdistyvät joustava tilaustuotanto sekä nopea ja suhteessa edullinen tuotteiden sarjatuotanto. [1, s. 10-23; 3, s. 7-14.]

Massaräätälöinti ja siihen kuuluva tuotteen variointi eli asiakaskohtaisen tuotteen ominaisuuksien määrittäminen edellyttävät modulaarista tuoterakennetta. Modulaarisessa tuoterakenteessa lopputuote koostuu moduuleista. Moduuli on tuotteen yksi osakokonaisuus, joka toteuttaa yksin tai yhdessä muiden moduulien kanssa tuotteen ominaisuuden ja jolla on muuttumaton rajapinta, jonka avulla määritetyt moduulit ovat mahdollista yhdistää keskenään. Moduuleilla on keskenään vaihtokelpoisia variantteja, jotka ovat ominaisuuksiltaan tai toiminnoiltaan erilaisia, mutta rajapinnoiltaan yhtenäisiä. Näin moduulin varianttia vaihtamalla päästään muokkaamaan lopputuotteen ominaisuuksia ja vastaamaan yksilöllisiin asiakastarpeisiin. [1, s. 40-43; 8, s. 8-10.]

Tämä opinnäytetyö perehtyy kirjallisuuden kautta tuotteen massaräätälöintiin ja siihen vaadittavaan modulaariseen tuoterakenteeseen. Työ on rajattu käsittelemään massaräätälöintiä sekä tuotteen moduloimista pääpiirteittäin. Työssä tarkastellaan massaräätälöinnin ja moduloinnin peruseräiteitä sekä käydään läpi esimerkkitoiminnon kautta tuotteen modulointipolku asiakastarpeista lopullisen moduulin muodostukseen.

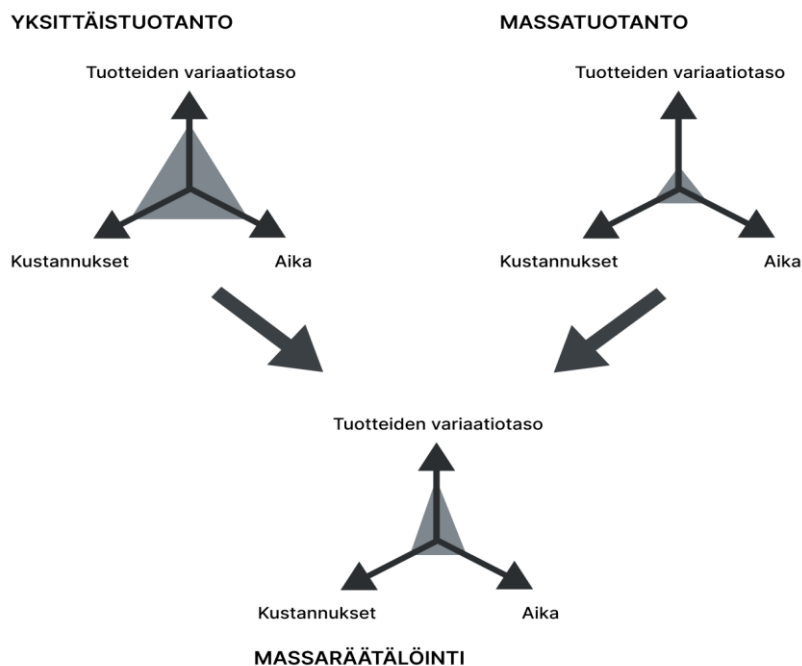
Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Merivaara Oy:n kanssa. Heidän leikkaussalin saliohjausjärjestelmällä mahdollistetaan leikkaussaliympäristön hallinta aina kuvalähteiden reitittämisestä ilmanvaihtoon ja kalusteiden ohjaamiseen. Saliohjausjärjestelmä koostuu useista laitteista ja projektikohtaisesti varioitavista komponenteista. Leikkaussalin rakennustekniikka, sijainti ja loppukäyttäjän tarpeet määrittelevät tuotteen lopullisen kokoonpanon ja osalistan. Yksittäissuunnittelun ja -tuotannon toimintamalli mahdollistaa joustavan tavan optimoida projektissa tarvittavat materiaalit, mutta on prosesseiltaan raskas hallita.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella saliohjausjärjestelmälle luonnos modulaarisesta tuoterakenteesta ja luoda työkalu saliohjausjärjestelmän modulointiin sekä koota yksi esimerkkimoduuli. Näiden avulla voidaan jatkossa tarkastella mahdollisuutta siirtyä modulaariseen tuoterakenteeseen, jolla parannettaisiin tuotehallintaa, kevennetäisiin projektikohtaista suunnittelua sekä nopeutettaisiin tarjouslaskentaa ja asentamista. Työn toimintaosuudessa käydään kohta kohdalta läpi esimerkkimoduulin muodostuminen. Tuloksina esitellään modulointipolun kautta syntynyt luonnos saliohjausjärjestelmän modulaarisesta rakenteesta, yksi esimerkkimoduuli sekä työkalu, jolla tulevaisuudessa voidaan määrittää lopulliset moduulit saliohjausjärjestelmälle. Lisäksi saliohjausjärjestelmä jaettiin myyntisarjoihin, joilla helpotetaan asiakaskohtaisen järjestelmän tarpeiden määrittelyä ja yleisesti tuotehallintaa.

2 Tuotteen yksittäistuotannosta ja -suunnittelusta varioituvan tuotteen massaräätälöintiin

2.1 Massaräätälöinti

Massaräätälöinti on yrityksessä yksi toimintatapa, jolla suunnitellaan sekä tuotetaan sarjatuotantona yksilöllisiä tuotteita tai palveluja asiakkaan tarpeisiin [1, s. 10-16]. Siinä yhdistetään joustava ja yksilöllisesti asiakkaalle räätälöity tilaustuotanto sekä edullinen ja nopea sarjatuotanto (kuva 1), eli yksinkertaistetusti massaräätälöinnillä tarkoitetaan asiakkaille räätälöityjen tuotteiden massatuotantoa. Tavoitteena on tarjota yksilöllisiä tuotteita ilman kustannusten kasvua. [2, s. 128; 3, s. 7.]



Kuva 1. Massaräätälöinnissä yhdistyy yksittäistuotannon tuotevariaatioiden laajuus ja massa-tuotannon tehokkuus [1, s. 17].

Massaräätälöinti vaatii valmistettavalta tuotteelta kykyä muokkautua. Siinä modulaarinen tuoterakenne on niin suunnittelun kuin tuotannonkin näkökulmasta perustavanlaatuinen edellytys. [1, s. 40.] Massaräätälöinnissä yksilöllinen tuote syntyy asiakastilauksesta [3, s. 9]. Lopputuote rakentuu esivalmistelluista sarjavalmisteisista tuotteen osista ja komponenteista eli moduuleista. Asiakastarpeiden mukaan valitaan moduuleiden

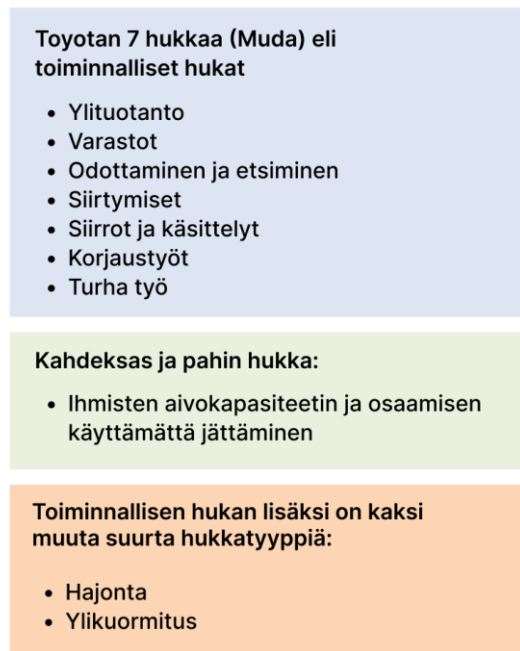
ominaisuuksista, varianteista, tarvittava yhdistelmä eli tuotevariaatio, tai räätälöidään tuotteen perusrakennetta. Lopputulos on sitä toimivampi, mitä paremmin asiakkaan tarpeet ja sitä kautta valittavissa olevat ominaisuudet on pystytty ennakoimaan tuotteen kehitysvaiheessa. [2, s. 124-126; 3, s. 7-9.] Variointia ja räätälöintiä käytetään eri lähteissä joko synonyymeina tai eri asiaa tarkoittavina muotoina. Varioinnilla tarkoitetaan tässä lopputuotteen kokoamista erilaisista esisuunnitelluista osakokoonpanoista eli moduuleista, kun taas räätälöinnissä voidaan sen lisäksi tuotetta tai sen osia muuttaa jollain osin asiakkaan tarpeita täyttäväksi.

Yksinkertaisena esimerkkinä sarjavalmistetuista moduuleista voidaan pitää Lego-palikoita, joiden avulla voidaan valmistaa asiakaskohtaisia rakennelmia. Palikoiden rajapinnat ovat keskenään yhteensopivia, jolloin niitä voidaan yhdistää juuri sellaisiksi yhdistelmiksi kuin Legojen rakentaja tietyllä hetkellä haluaa. [1, s. 11.] Moduuleilla on ominaisuutensa ja niiden variantit. Ominaisuuksina legopalikoilla on esimerkiksi niiden koko ja väri, jolloin variantteina kahdeksan nupin kokoiselle palikalle on esimerkiksi punainen ja sininen. Kootessaan Legojen rakentaja valitsee tarvitsemansa määrän tiettyjä moduuleja ja niiden variantteja eli eri kokoisia ja värisiä palikoita. Räätälöitäessä rakentaja liimaa yhteen palikkaan yksilöllisen tarran.

2.1.1 Massaräätälöinti on organisaation yhteinen valinta

Massaräätälöinnissä tuote, tuotantoprosessi ja logistiikka suunnitellaan yhtä aikaa, jolloin kokonaisuuden hallinta ja tehokas viestintä korostuu ajattelutavassa. Se onkin yrityksen strateginen valinta, jossa tavoitteena on nopeus ja joustavuus. Massaräätelöinnin avaintoimintamalleina yhdenaikaisen asiakaslähtöisen suunnittelun lisäksi on kevyt-tuotanto, tuotannonohjauksen imuohjausmenetelmä, tuotteen modulaarisuus sekä nopea ja joustava tilaus-toimitusprosessi yhdistettynä joustavaan ja tehokkaaseen logistiikkaan. [2, s. 128; 3, s. 8-13.]

Ensimmäisiä sovelluksia massaräätelöintiin kehitettiin Toyotalla Japanissa [3, s. 9; 2, s. 126]. Kappaletavaratuotannossa 50-luvulla syntynyt toimintatapa soveltuu menestyksekkäästi myös tieto- ja elektroniikkateollisuuteen [2, s. 126]. Massaräätelöinti katsotaan olevan yhtenä osana Lean-käsitettä [3, s. 9]. Punaisena lankana Lean-ajattelussa on hukan vahva eliminointi. Hukkaa, eli toimintoa, joka ei tuota arvoa eikä ole välttämättöntä, syntyy monista erilaisista syistä kaikissa vaiheissa. Hukat on esitetty kuvassa 2. [4, s.183-192; 5.]



Kuva 2. Lean-ajattelun hukat [5]

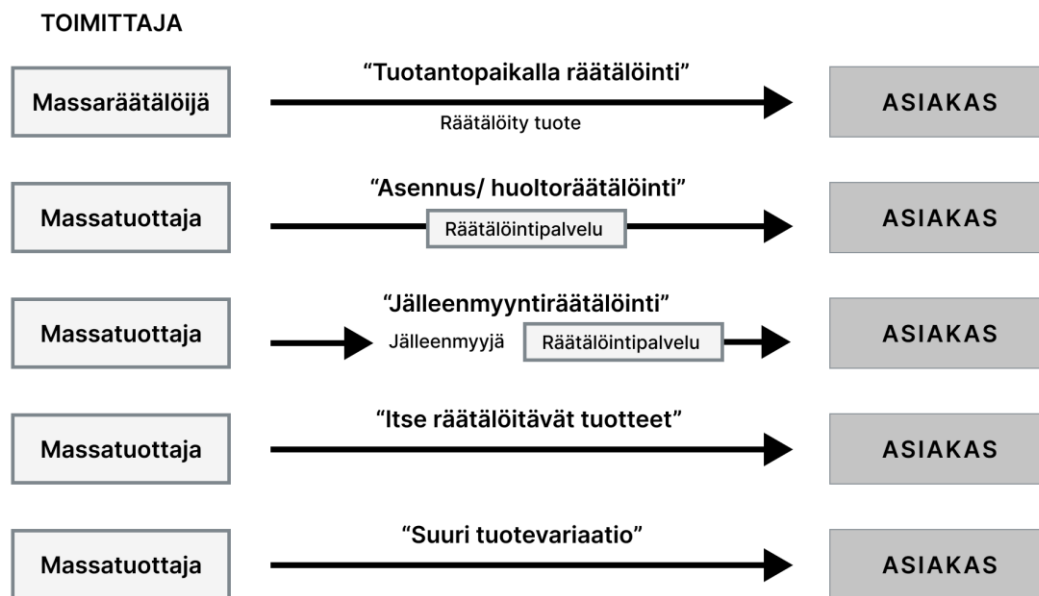
Lean-ajattelussa yrityksen tärkein tehtävä on tuottaa asiakkailleen arvoa. On määriteltävä tarkasti, mitä arvoa tällä hetkellä tuotetaan ja mitä halutaan tuottaa tulevassa. Arvoa tuottavat toiminnot tulee järjestää mahdollisimman sujuviksi virtauksiksi. Ideaalitalanteessa kaikki toiminta koko organisaatiossa kasvattaa asiakkaan kokemaa arvoa. [4, s.183-192; 5.]

2.1.2 Massaräätelöinnin erilaiset toimintatavat

Nykyaikana asiakasohjautuvuus, eli asiakkaan tarpeista lähtevä toiminta, koetaan merkittäväksi toimintamalliksi, ja asiakasräätelöityjen tuotteiden sekä ratkaisujen tarjonnan tarve kasvaa jatkuvasti [1, s. 13; 2, s. 126]. Asiakkaiden vaatimustaso kasvaa ja vaatimukset muuttuvat, joka lisää kysyntää asiakasräätelöityihin tuotteisiin [1, s. 13]. On

huomioitavaa, vaikka massaräätälöinti sanana viittaa suurtuotantoon, voidaan sitä soveltaa myös automaatioasteeltaan ja tuotantomääriltään pienemmässä toiminnassa [2, s.128]. Samoin peruseriaa, eli tarjota asiakkaalle yksilöllisesti räätälöityä tuotetta tai palvelua, voidaan soveltaa erilaisilla tavoilla ja räätälöinti voi tapahtua tuotteen polun eri vaiheissa. [2, s. 128; 3, s. 11.]

Yksilöllinen tuote syntyy, kun esivalmistelluista vakio-osista koottuun tuotteeseen toteutetaan asiakaskohtaisessa vaiheessa tarpeisiin muokkautettu ratkaisu. Asiakaskohtaiset muutokset voidaan toteuttaa tuotteelle hyvinkin erilaisissa tilanteissa. Massaräätälöintitavat onkin eroteltu viiteen malliin riippuen, missä vaiheessa räätälöinti toteutetaan. [3, s. 9-11.] Kuvassa 3 on esitetty nämä asiakaskohtaiset pisteet selkeästi.



Kuva 3. Erilaisia massaräätälöintitapoja [3, s. 12].

Ylimpänä kuvassa on tuotantoprosessin aikana tehtävän räätälöinnin malli, jossa yksilöidyt asiakastarpeet määritellään jo tuotteen valmistuksen aikana, ja tuotantovaiheessa tiedetään, millainen tuotteesta tulee. Esimerkiksi erilaiset mittatilaustuotteet ovat tyypillisiä tuotantoprosessissa toteutettuja tuoteräätälöintejä. Tämä malli on kaikin yleisin. Kuvassa toisena olevassa asennus- ja huoltotoimenpiteiden yhteydessä toteutettavassa mallissa nimensä mukaisesti tuotteen määrättyjä ominaisuuksia voi-

daan muuttaa asiakkaan tarpeiden mukaisiksi tuotteen toimituksen tai huollon yhteydessä. Tällaisia ovat esimerkiksi erilaiset yrityksille suunnatut ohjelmistot. [2, s. 128-129; 3, s. 11.]

Kolme viimeistä mallia perustuu hyvin arkipäiväisiinkin tuoteräätälöinteihin. Yhdessä tuotteen räätälöinnin voi toteuttaa jälleenmyyjä, jolloin myyntihetkellä muokataan tuotetta tarpeita täyttäväksi. Hyvänä esimerkkinä on silmälasien sankojen taivutus. Kaikki sangat tulevat samanlaisina tehtaalta ja muotoillaan asiakkaalle sopivaksi optikkoliikkeessä. Aina ei tuotetta räätälöidä asiakkaan puolesta vaan tuote voidaan myös suunnitella niin, että asiakas itse räätälöi tiettyjä suunniteltuja ominaisuuksia tuotteessaan, kuten esimerkiksi muokkaa ohjelmiston käyttöympäristöä mieleisekseen. Viimeisenä massaräätälöintimallina on esitetty tapaa, jossa markkinoille tuodaan suuri määrä erilaisia tuotevariaatioita myyjän imupuskuriin, josta asiakas voi valita tarvittavan. Esimerkiksi samoja rannekelloja on mahdollista ostaa hyvin erilaisin rannekein tai vaihtaa jo olemassa oleva ranneke uuteen. [2, s. 128-129; 3, s. 11.]

Myöhäistämisperiaate (postponement) liittyy usein massaräätälöinnin toimintatapaan. Tämän periaatteen mukaan tuotteen räätälöinti tulisi toteuttaa mahdollisimman myöhään toimitusketjussa. Kun ketjun alkupäässä on mahdollisimman vähän varioituvuutta, päästään valmistamaan suuremmalla volyymillä ja näin tehokkuus kasvaa. Tuotteen varioituessa tuotantomäärät yhtä varianttia kohden laskevat, joka taas laskee tehokkuutta. Tämän vuoksi onkin kannattavaa myöhästyttää tuotteen varioituvuutta, jotta toiminta olisi mahdollisimman tehokasta. [6.]

2.1.3 Massaräätälöinti tuotannossa

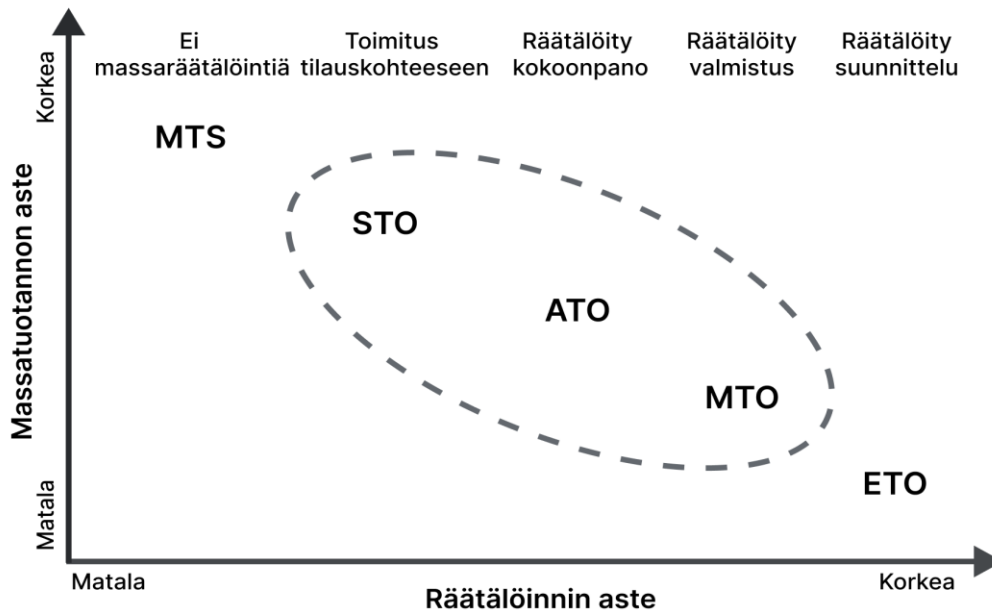
Edellä käytiin massaräätälöinnin erilaisia tapoja, joista todettiin tuotannossa tapahtuvan räätälöinnin olevan yleisintä. Tässä luvussa käydään läpi, miten massaräätälöinti näkyy tuotannossa.

Massaräätälöinnissä tavoitteena on saada aikaan joustava, nopea ja kustannustehokas tilaus-toimitusprosessi asiakaskohtaisille tuotteille. Yrityksen tarjottaessa yksilöllisiä tuotteita on sen tuotannon pystyttävä nopeasti reagoimaan erilaisiin tilauksiin. Nopeus saavutetaan massatuotetuilla esituotteilla tai moduuleilla, joiden toistuvuutta hyväksi-

käytetään lopputuotteissa. Räättälöinti pyritään rajaamaan joko tiettyihin esivalmistettuihin komponentteihin, jotka muutetaan tilausta vastaaviksi, tai jonkun tuoteominaisuuden lisäämiseen (esim. väri). Toistuvuudella mahdollistetaan myös pienet puskurivarastot puolivalmisteille, osille sekä komponenteille. Tuotannon joustavuutta tarvitaan tuoteominaisuuksien, toimitusaikojen ja kapasiteetin suhteen. Tuotantoprosessia ei kuitenkaan voida jatkuvasti muuttaa asiakastarpeiden perusteella. Prosessit ja tuotteet tulee suunnitella mahdollisimman pitkälle ja niin, että ne pystytään käsittelemään aina samalla tavalla, vaikka tilaus onkin yksilöllinen. Massaräättälöinti ei ole tehokasta, jollei tuote ole suunniteltu varioitavaksi tai räättälöitäväksi eikä tilaus-toimitusketju ole kokonaisuudessaan rakennettu joustavaan ja nopeaan tuotteen massaräättälöintiin. [3, s. 13-16.]

Asiakkaan erilaisiin tarpeisiin ei voida vastata ilman toimitusketjun hyvää hallintaa [1, s. 20]. Kuten aiemmin todettu, yksilöllinen tuote alkaa asiakastilauksesta. Tuotteen konfigurointi, variointi ja mahdollinen räättälöinti suoritetaan asiakastilauksen jälkeen. [3, s. 9.] Tilauksen kohdennuspiste (OPP, Order Penetration Point) on se kohta tuotannon materiaalivirrasta, jossa tuote kiinnitetään tilaukselle [7] eli on massaräättälöinnissä tuotantoprosessin asiakaskohtainen vaihe, jossa tuotteeseen toteutetaan yksilöllinen ratkaisu [3, s. 9]. Esimerkiksi elektroniikkatuotannossa tuotteiden räättälöinti tapahtuu usein loppukokoonpanossa [2, s. 129].

Edellä esitetty tilauksen kohdennuspiste (OPP) määrittää tuotannonohjauksessa, ja sen mukaan määräytyy myös valmistusprosessin ohjaustapa. Massaräättälöinnissä tuotteen räättälöityvyyden ja massatuotannon aste riippuu edellä mainitusta ohjaustavasta. Erilaisia vakiintuneita ohjaustapoja valmistuksen ohjausprosessiin on määritelty viisi, joista kolme voidaan katsoa sisältyvän massaräättälöinnin määrittelyyn. [1, s. 20-21.] Nämä kolme tapaa on ympyröity kuvassa 4, joka esittää ohjaustapojen suhdetta massatoimintoinnon ja räättälöinnin asteisiin.



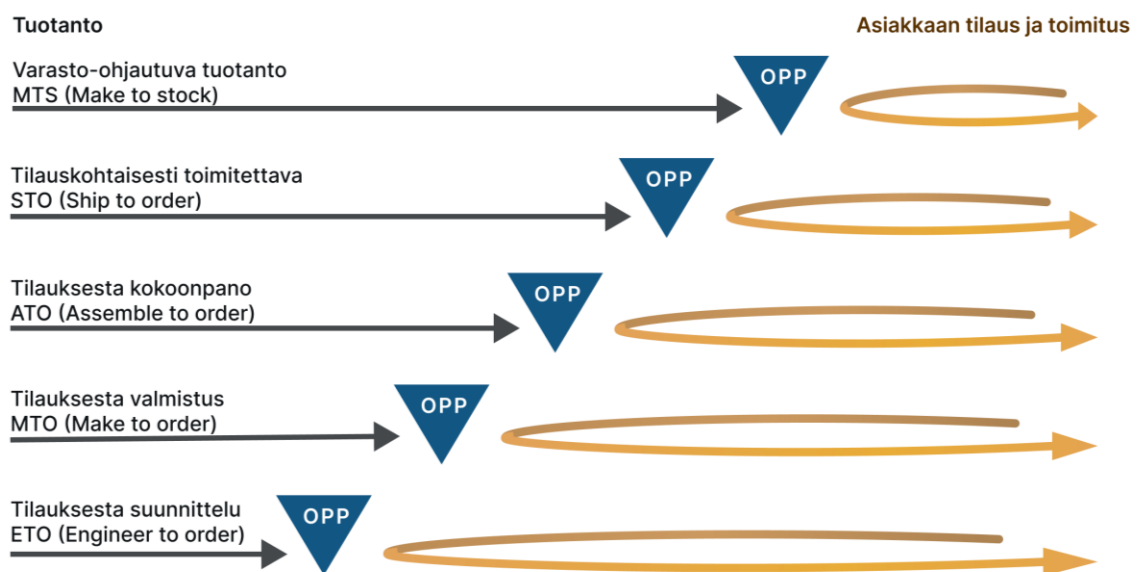
Kuva 4. Tuotannon ohjausprosessin eri tavat suhteessa massatuotannon asteeseen ja räätälöintiasteeseen [1, s. 21; 6].

MTS (Make to stock) on ohjausprosessi, jossa yritys valmistaa tuotetta varastoon. Tällöin tuotteen asiakaskohtaista räätälöintiä ei tapahdu ollenkaan eikä asiakas voi vaikuttaa edes lopputoimituksen ajankohtaan. Tämä ei siis täytä massaräätälöinnin määritelmää. Sen sijaan STO:ssa (Ship to order) eli tilauskohtaisesti toimitettaessa asiakas voi vaikuttaa lopulliseen toimitusmuotoon ja ajankohtaan. Tässä vakionimikkeellisiä tuotteita ajetaan tuotantoon tasaisella määrällä. Nimikkeellä on omat tuoterakenteet ja räätälöinti on mahdollista toimituserittäin. Räätälöinnin aste on kasvanut hieman, jolloin sen katsotaan täyttävän massaräätälöinnin määräyksen kevyesti. [1, s. 21-22; 6.]

Yleinen massaräätälöinnin ohjausprosessi on ATO (Assembly to order) eli modulaarisen tuotteen kokoonpano tilauskohtaisesti [1, s. 21-22; 6]. Tällöin nimensä mukaisesti tuote räätälöidään asiakkaalle kokoonpanovaiheessa. Tuoterakenteet ovat tunnettuja, ja tuotannossa pyritään tasaiseen läpäisy aikaan ja vakiovalmistusketjuun. Samaa periaatetta noudattaa MTO (Make to order), jossa tuote valmistetaan tilauskohtaisesti. Edelleen tuoterakenteet ovat vähintään esisuunniteltuja, ja massatuotantoa hyödynnetään näiden esisuunniteltujen osien sekä massaostojen kautta. Edellä mainituissa ohjaustavoissa massaräätälöinnin hyödyntämismahdollisuudet kasvavat selvästi ja räätälöinnin aste on jo korkea. [1, s. 21-22.]

Täydellinen asiakasräätälöinti saavutetaan yksittäistuotantoa suorittavalla ohjaustavalla, ETO:lla (Engineering to order), joka ei hyödynnä enää massatuotantoa eikä näin ollen sovi massaräätelöinnin määritelmään. Tällöin tuote suunnitellaan tilauskohtaisesti ja toimitetaan asiakkaalle suoraan tuotannosta. [1, s. 21-22.]

Kohdennuspiste ja ohjaustapa vaikuttavat tuotannon ja koko yrityksen useaan toimintaan, josta yhtenä on asiakastilauksen läpäisy aika [7]. Massaräätelöinti pidentää tilauksen toimitusaikaa pelkästään massatuotannolla valmistettaviin tuotteisiin nähden, mutta räätälöityvyydellä saadaan nostettua asiakkaan arvoa. Tarjottavasta tuotteesta riippuu yleisesti hyväksytty tilausaika. Asiakkaat ovatkin valmiita pidempään toimitusaikaan, kunhan heidän tarpeensa täytetään mahdollisimman hyvin. Aikaa saadaan lyhennettyä vakioituilla toimintaprosesseilla. Mitä myöhemmäksi asiakkaan lopputuotteen räätälöinti saadaan siirrettyä, sitä lyhyemmäksi todennäköisesti saadaan toimitusaika. [1, s. 14-28.] Kuva 5 esittää tilaus-toimitusajan riippuvuuden edellä esitetyissä tuotannon ohjaustavoissa.



Kuva 5. Kohdennuspisteen sijainti ohjausprosesseittain (mukailtu alkuperäisestä kuvasta) [7].

Massaräätelöinnissä tuotannonohjauksessa hyödynnetään niin imu- kuin työntöohjausta riippuen, missä kohtaa tuotantovirtaa ollaan suhteessa tilauksen kohdennuspisteeseen. Tuotannossa esivalmistettuja osia, komponentteja ja moduuleita valmistetaan tyypillisesti imuohjatusti [2, s. 129; 3, s. 9]. Imuohjauksessa seuraava työvaihe "imee" eli tilaa edelliseltä työvaiheelta tarvitsemansa osat. Näin valmistus tapahtuu aina pelkästään tarpeeseen. Imuohjauksessa yhden työvaiheen velvollisuus on vain toimittaa

seuraavalle vaiheelle sen tekemän tilauksen, kun taas työntöohjauksen periaate on ”työntää” tuotetta läpi prosessin. [3, s. 26.] Massaräätälöinnin asiakasohjautuvuus to-
teutetaan tyypillisesti tätä työntöohjauksen periaatetta käyttämällä. Asiakastilauksen
kohdennuspisteen (PPO kuvassa 5) jälkeen tuotetta aletaan räätälöidä asiakkaan tar-
peiden mukaisesti työntäen sitä kohti asiakkaalle toimitusta. Asiakastilauksen läpäisy-
ajaksi muodostuu tällöin vain tuotteen räätälöintiäika. [3, s. 8-9.] Pieni puskurivarasto
vielä viimeisessä imuohjautuvassa työpisteessä nopeuttaa tuotteen tilaus-toimituspro-
sessia [1, s. 40].

2.1.4 Edellytykset massaräätälöinnin onnistumiselle

Massaräätälöintiin siirtymiseen ei ole yksiselitteistä kannattavuusrajaa, mutta ajatusta
voidaan hyödyntää pienissäkin tuotantomäärissä [1, s. 27-28]. Toimintatapa vaikuttaa
organisaation eri osa-alueisiin aina suunnittelusta ylläpitopalveluihin. Yrityksen johdon
ja koko henkilöstön on ymmärrettävä, mihin ajatuksessa pyritään ja heidän on sitoudut-
tava siihen. [1, s. 17-23; 3, s. 14.] Hyvin suunnitelluilla sekä vakioituilla tuotteilla ja pro-
sesseilla yritys pystyy vastaamaan erilaisiin asiakastarpeisiin. Näiden luotujen rajojen
sisäpuolella pysyttäessä räätälöintiin liittyvät kustannukset ja räätälöityjen tuotteiden
hinnannousu voidaan pitää kohtuullisena. Jos rajoja tarvitsee ylittää, ei massaräätälöin-
nistä ole toivottua hyötyä. [1, s. 13-26.]

Massaräätälöintiin siirtyminen vaatii todellista vuorovaikutusta asiakkaan kanssa, eikä
vain yleisten markkinoiden seurantaa. Se edellyttää laadukkaita asiakasprosesseja kai-
killa organisaation tasoilla, jolloin asiakkaiden tarpeet tunnistetaan paremmin. Tätä tie-
toa tarvitaan uusien tuotteiden suunnittelussa ja tuotantolinjojen parantamisessa. [2, s.
128-130.] Teollisuudessa onkin käytössä suunnittelukonsepti DFX (Design For X), joka
käsittää erilaisia elementtejä, jotka tuotteen suunnitteluvaiheessa on otettava huomi-
oon. Näistä yksi on DFMC (Design For Mass Customization) eli suunniteltu massarä-
tälöintiin. Siinä jo suunnitteluvaiheessa huomioidaan niin tuotteen toiminnallinen modu-
laarisuus kuin tuotannollisenkin modulaarisuus sekä nopea tuotanto ja myöhäisessä
vaiheessa tapahtuva räätälöinti. [2, s. 127-130.] Tuotteet tulee olla esivalmisteltuja
mahdollisimman pitkälle, jolloin yksilöllinen tilaus voidaan käsitellä aina samalla tavalla
[3, s. 14]. Lisäksi logistiikan tulee olla joustava, jotta massaräätälöinnistä saadaan
kaikki hyöty käyttöön [2, s. 127-130].

Alati muuttuvissa markkinoissa parhaiten pärjäävät ne yritykset, jotka tietotekniikkaa hyväksikäyttäen pystyvät tuottamaan varioituvia asiakkaalle arvoa tuottavia tuotteita [2, s. 127-130]. Yrityksen tulisi analysoida, minkälainen tuotteen variointi tarjoaa asiakkaalle lisäarvoa, jota ei massatuotetulla standardituotteella saisi. Varioitumisen tulisi tarjota asiakkaalle sellaista lisäarvoa, jolla hyväksytään massatuotantoon nähden hie-
man pidemmät toimitusajat ja korkeammat hinnat. Tarkkaan ei pystytä sanomaan asi-
akkaan hyväksymää lisähintaa massaräätälöidystä tuotteesta. [1, s. 17-23.] Yksi näke-
mys on, ettei tuote saisi maksaa enempää kuin vastaava massatuotettu tuote kustan-
taisi [2, s. 128].

Tiettyjen tuotteiden kohdalla, esimerkiksi elektroniikkateollisuudessa, varioitavuutta vaaditaan runsaasti. Tämä lisää haasteita ja monimutkaisuutta asiakkaan ja yrityksen välille. Tuotehallinnan tulee olla selkeää ja helposti toteutettavissa. Tämä toteuttami-
nen edellyttää tuotekonfiguraattorihjelmistoa, joka voidaan liittää suoraan tuotannon-
ohjausjärjestelmään. [2, s. 128-130.]

2.1.5 Massaräätelöinnin hyödyt ja haasteet

Nopea tieto- ja viestintäteknologian kehitys mahdollistaa osaltaan tehokkaan mas-
saräätelöintistrategian soveltamisen. Enenemissä määrin kiinnostus asiakaskohtaisesti
räätälöidyille tuotteille kasvaa. [1, s. 8-16.] Yrityksissä asiakasohjautuvuuden halutaan
ohjaavan tuotantotoimintaa ja tuotekehitystä, mutta yksittäisten asiakastarpeiden täyt-
täminen nostaa kustannuksia huomattavasti [2, s. 126-127; 3, s. 9]. Moni yritys katsoo-
kin projektikohtaisen suunnittelun ja tilaustuotannon heikentävän toiminnan tehok-
kuutta, ja näin edelleen sen kilpailukykyä [1, s.8-16]. Huomattavasti tehokkaampi ja
kustannuksiltaan matalampi massatuotanto taas johtaa tuotteen heikkoon asiakastar-
peiden täyttämiseen, koska tarpeiden kartoitus ja sitä kautta tuotteen kehitys tapahtuu
yleensä vain keskimääräisellä tarvetasolla. Nämä yhdistämällä eli massaräätelöinnillä
saadaan kerättyä molempien hyvät puolet. [2, s. 126-127; 3, s. 9.]

Eri yritysten haastatteluissa ja tutkimuskirjallisuudessa massaräätelöinti on katsottu
olevan yksi tärkein kilpailukykytekijä erityisesti globaaleilla markkinoilla. Asiakkaille rä-
ätelöity tuote tuottaa asiakkaille arvokasta lisäarvoa, ja joustavien tuotantojärjestelmien
avulla yritykselle kustannustehokasta valmistusta. [1, s. 8-16.] Tuotannon joustavuuden
ansiosta pystytään myös nopeasti mukautumaan vaihteleviin asiakastarpeisiin. Tämä

nopeus on esimerkiksi muuttuvilla elektroniikkamarkkinoilla enemmän kilpailuetu kuin uhka. Siirryttäessä massaräätälöintiin, koko liiketoimintaprosessin tehokkuus kasvaa. Se vähentää byrokratiaa ja sitä kautta kuluja. Laadun on todettu paranevan, koska tar-
koin suunnitelluin prosessein ylimääräinen hukka vähenee. [2, s. 130.]

Massaräätälöinnissä materiaaliin sitoutunut pääomatuotto kasvaa, koska materiaalin kiertoaika tuotannossa on nopeaa [1, s. 14; 2, s. 130]. Aikaa saadaan lyhennettyä esi-
merkiksi esivalmistettujen moduuleiden avulla [3, s. 8]. Yksittäisvalmistettuun tuotteeseen verrattuna lyhyet tuotannon läpäisyajat parantavat toimituskykyä, ja näin ollen voi-
daan ylläpitää parempaa tuotetarjontaa [2, s. 130].

Massaräätälöinti ei kuitenkaan sovellu kaikkeen tuotantoon, vaikka hyödyt ovat ilmei-
siä. Keskeiseksi haasteeksi nousee riittävän hyvä asiakastarpeisiin vastaaminen, kun
siirrytään yksittäisvalmistuksesta massaräätälöintiin. Kaikkiin yksilöllisesti toteutettuihin
asiakastarpeisiin ei pystytä vastaamaan massaräätälöinnin keinon. Osa tarpeista voi-
daan joutua hylkäämään tai voidaan joutua toimimaan vakioidun ratkaisukentän ulko-
puolisilla toteutusratkaisuilla, jolloin yksittäisvalmistukselle ominainen suunnittelutyö jää
silti toteutettavaksi eikä siitä päästä kokonaan eroon. Tuotteen yksilöllisyys voi olla vält-
tämätöntä, koska standardoitu tuote saattaa olla käyttökeltoton tietyissä olosuhteissa.
[1, s. 26-27.]

Massaräätälöinti tuottaa massatuotantoon nähden enemmän kustannuksia ja toimitus-
aika on pidempi. Ideaalilanteessa tuotteen valmistuskustannus ei nousisi. [2, s. 128.]
Erilaisia tuloksia on siitä, paljonko räätälöidystä tuotteesta ollaan valmiita maksamaan.
Kuluttajamarkkinoilla on arvioitu hyväksytyn lisähinnan olevan 15-20 %:n luokkaa. Hy-
vin tapauskohtaista on yritysten välisessä kaupassa räätälöinnistä aiheutuva hinnan-
nousun hyväksyntä. Siellä ensisijaista on tuotteen soveltuvuus käyttötarkoitukseen. Sa-
moin toimitusajalla on merkitystä asiakkaan kokemaan arvoon. Aina ei olla valmiita pi-
tempään toimitusaikaa, vaikka tuote täyttäisikin asiakastarpeet paremmin. [1, s. 26-27.]

Ongelmana voi massaräätälöinnissä esiin nousta optimaalisten ratkaisuvaihtoehtomää-
rän löytäminen. Voidaan langeta niin sanottuun palveluunsa, jossa optioita eri vari-
aatioihin kehitetään liikaa. Tuolloin välivarastojen koko ja niiden tasearvot kasvavat
sekä pääoman kierto hidastuu. Samalla myös tuotehallinta vaikeutuu. Suuri variaa-
tiomahdollisuus voi myös hämmäntää asiakasta vaikuttaen näin asiakkaan kokemaan

arvoon heikentävästi. On pohdittava, mikä on riittävä määrä variaatioita asiakastarpeen täyttämiseksi, mutta milloin rikotaan raja, jolloin niiden hallinta ei ole enää tehokasta ja toiminta kääntyy hyötyä vastaan. Kustannusten noustessa merkittävästi onkin syytä analysoida, paljonko erilaisia variaatioita yhdelle tuotteelle kannattaa tehdä ja millaisella volyymilla. Tuotannon tehokkuuden kannalta voi olla hyödyllistä tuottaa ylivarusteltuja tuotteita massaräätälöityjen sijaan. Hinnoittelulla voidaan ohjata asiakas ostamaan tuotannollisesti tehokkaampi, mutta asiakkaan tarpeisiin ylivarusteltu tuote räätälöidyn sijaan. Toisaalta voidaan tuottaa räätälöityviä tuotteita, joita asiakas itse voi personoida. [1, s. 27-29.]

Tavoite nopeaan tuotantoon ja alati vaihtuvaan asiakastarpeiden täyttämiseen peilautuu myös lyhyinä tuotantokykteinä. Tuolloin tuotannon hienosäätöön voidaan käyttää vain lyhyt rajallinen aika, jolloin esiin tulleet ongelmakohdat on paikallistettava ja analysoitava nopeasti. Tämä vaatii omaa osaamistaan henkilökunnalta, jotta prosessit pysyvät laadukkaina ja pystytään tuottamaan laadukasta tuotetta. [2, s. 130.]

Ennen massaräätälöintiin investoitaessa on hyvä harkita muitakin keinoja ja niiden tarjoamia mahdollisuuksia. Asiakkaan arvon nostamiseen voi joskus riittää valikoiman laajentaminen, kun taas aina massaräätälöinnin ratkaisukenttä ei riitä kaikkien tarpeiden täyttämiseksi. Massaräätälöintiä tulisi toteuttaa vain sellaisissa tuotteissa, joiden ostopäätös on asiakkaille merkittävä. [1, s. 28-29.]

2.2 Tuotteen modulaarisuus ja modulaarinen tuotearkkitehtuuri

Tuotepolitiikalla tarkoitetaan yrityksen suhtautumista siihen, miten he haluavat täyttää yksittäisen asiakkaan tarpeet. Yhtenä vaihtoehtona yksittäisten asiakastarpeiden täyttämiseen on hyödyntää tuotteen modulaarisuutta. [3, s. 15-16.] Modulaarisuus on suhteellinen käsite ja käytännössä tuote on täysin modulaarinen erittäin harvoin, koska moduulin mekaanisten rajapintojen lisäksi siinä on usein myös esimerkiksi tietotekniikkaa. Tästä syystä voi moduuleita yhdistettäessä syntyä erilaisia tapauskohtaisesti ratkaistavia liitoksia. Myöskään kaikki tuotteet eivät vain sovi moduloitavaksi. Silti näissäkin tapauksissa voidaan soveltaa modulaarisen tuoterakenteen ja massaräätälöinnin ideologiaa siltä osin kuin mahdollista. [1, s. 41.]

Tuotteen luonnos eli tuotekonsepti on alustava ja myös abstrakti kuvaus tuotteesta, joka tyypillisesti esitetään tuotearkkitehtuurina. Yleisesti tuotteen arkkitehtuurissa määritellään tuotteen, tuotevalikoiman tai -perheen rakenteita ja niiden keskinäisiä suhteita. Rakenteita tarkastellaan eri lailla riippuen katsontakannasta, joten samalla tuotteella on erilaisia rakenteita muun muassa myynnin tai kokoonpanon perspektiivistä. Tuotearkkitehtuuri ei siis ole yksikäsitteisesti tuotteen jakamista teknisiin osiin vaan samalla tuotteella voi olla useampia erilaisia rakenteita ja yhteyksiä riippuen näkökulmasta. [4, s.138-143.]

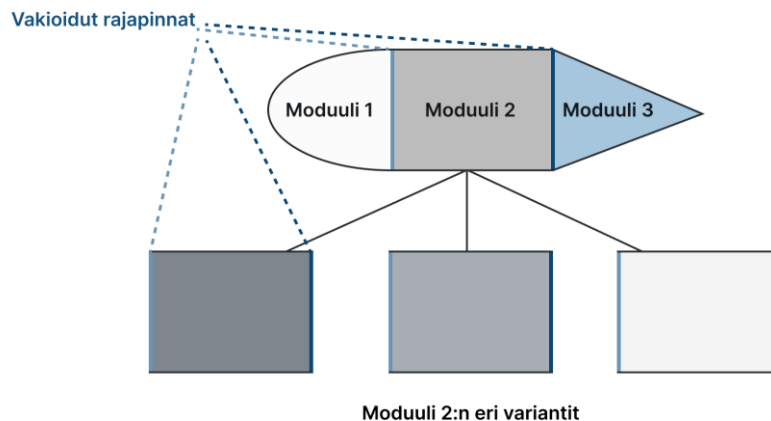
Modulaarisessa tuotearkkitehtuurissa tuote esitetään toisistaan suhteellisen riippumattomissa moduuleissa. Moduuleilla on vakiorajapinnat, jotka mahdollistavat niiden vaihtokelpoisuuden. [4, s.138-143.] Tässä luvussa tarkastellaan tuotteen moduloimista, modulaarista tuoterakennetta ja niihin liittyviä yleisiä periaatteita.

2.2.1 Tuotteen modulaarinen tuoterakenne

Modulaarisessa tuoterakenteessa lopputuote koostuu moduuleista eli tuotteen osakokonaisuuksista, joille on määritelty muuttumaton rajapinta seuraavaan moduuliin. Moduloimisessa, eli tuotteen jakamisessa moduuleihin tulisi pyrkiä mahdollisimman pienen moduulien kokonaismäärään. Tämä edellyttää jokaisen asiakastarvelähtöisen tuoteominaisuuden tai päätoiminnon sijoittamisen omaan moduuliinsa eli ideaalitalanteessa jokainen moduuli toteuttaa oman itsenäisen toiminnon tai ominaisuuden eikä ole riippuvainen muista moduuleista. Tällöin lopputuotteen määrittäminen asiakkaalle on suoraviivaista, eikä tuotteesta tarvitse poistaa mitään aiemmin valittua ominaisuutta uutta ominaisuutta lisätessä. [1, s. 43; 8, s. 9-10.] Kuitenkin modulaariselle tuoterakenteen suunnittelulle on yrityksessä monenlaisia lähtökohtia, joten yhden ominaisuuden tai toiminnon sisältävän moduulin määrittäminen on käytännössä huomattavasti haastavampaa, kuin mitä teoreettisessa ideaalitalanteessa moduloinnista kerrotaan [1, s. 43].

Todellisuudessa moduuli on tuotteen yksi osakokonaisuus, joka toteuttaa yksin tai yhdessä muiden moduulien kanssa tuotteen ominaisuuden. Yksi moduuli voi olla monimutkainen alikokoonpano, joka rakentuu usein monista osista ja komponenteista tai vaihtoehtoisesti yksi tärkeä komponentti, kunhan se muutoin täyttää moduulin määrittäksen. Edelleenkin on tärkeää, että jokaisella moduulilla on muuttumaton rajapinta,

jonka avulla määritetyt moduulit ovat mahdollista yhdistää keskenään tai vaihtaa toiseen. Usealla moduulilla onkin keskenään vaihtokelpoisia variantteja, jotka ovat ominaisuuksiltaan tai toiminnoiltaan erilaisia, mutta rajapinnoiltaan yhtenäisiä, ja joita vaihtamalla lopputuotteen jokin ominaisuus vaihtuu. [1, s. 40; 3, s. 19; 8, s. 8-9.] Seuraavassa kuvassa 6 tuote on jaettu moduuleihin, joista yhdellä on eri variantteja, mutta muuttumattomat rajapinnat.

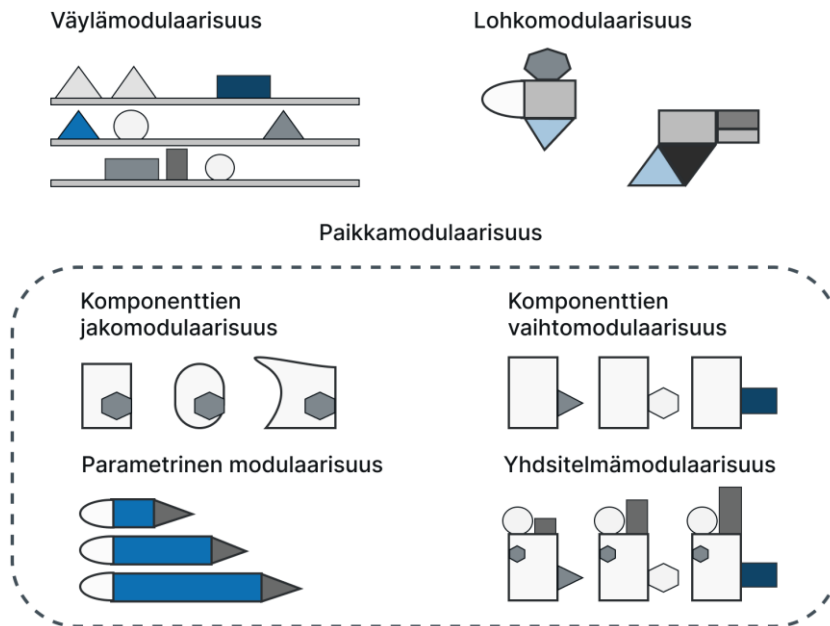


Kuva 6. Tuotteen modulaarinen tuoterakenne (mukailtu alkuperäisestä kuvasta) [3, s. 19].

Kuten aiemmin mainittiin, modulaariselle tuoterakenteen suunnittelulle on yrityksessä monenlaisia lähtökohtia [1, s. 43]. Tuotteen modulointia ohjaakin useampi eri tekijä koko sen elinkaarelta aina suunnittelusta myynnin jälkeiseen palveluun, jotka vaikuttavat moduulien muodostukseen tai edellä oleviin luokitteluihin. [3, s. 20-21; 8, s. 9-15.] Tuotekehityksen kanta modulointiin on usein halu ennakoida tulevia muutostarpeita ja erottaa näin tuotekokonaisuudesta moduuleja, jotka voidaan hyödyntää jatkokehityksessä. Huolto- ja ylläpito näkee moduloinnin tehtävän huollettavuuden kannalta ja haluaisivat moduulikokonaisuuksien olevan vaivattomasti vaihdettavia tai korjattavia. Asiakkaan toiveet ovat usein ulkomuotoon vaikuttavia valintoja; malli, väri tai oma brändi halutaan tuoda esille. Tämän asiakastarpeen täyttöön onkin usein kehitetty omia moduuleja vain ulkonäön räätälöinnin helpottamiseksi. [1, s. 43-44.]

2.2.2 Modulaarisen tuoterakenteen tyypit

Erilaiset modulaariset tuoterakenteet voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin moduulien ja niiden rajapintojen mukaan: paikka-, väylä- ja lohkomodulaarisuuteen. Paikkamodulaarisuus jakautuu vielä itsessään neljään osaan. [8, s. 10-11.] Kuva 7 esittää nämä tyypit.



Kuva 7. Modulaarisen tuoterakenteen tyypit [8, s. 11].

Väylämodulaarisuudessa monenlaisia moduuleita voidaan kiinnittää tuotteen perusmoduuliin useissa eri asennoissa. Lohkonmodulaarisuudessa taas tuotevariantit muodostetaan melko vapaasti erilaisista moduuleista yhdistellen ilman perusmoduulia. [8, s. 10-11.]

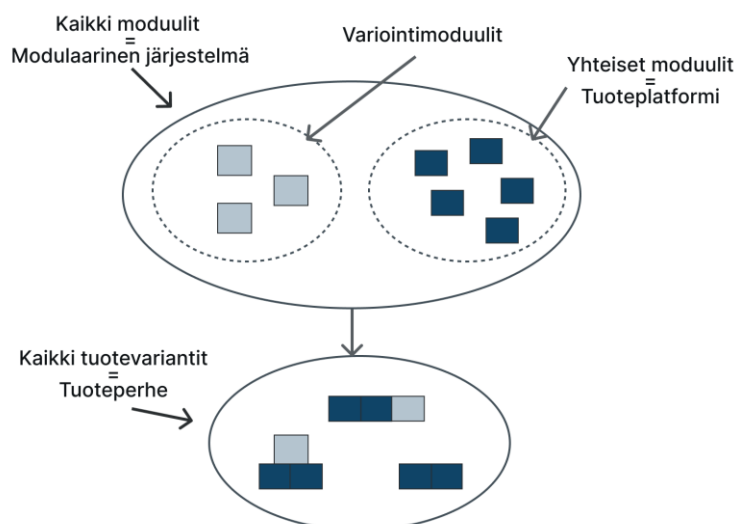
Paikkamodulaarisuudessa moduuli kiinnitetään tiettyyn asentoon. Moduulien ominaisuuksien mukaan se on jaettu vielä neljään osaan, josta komponenttien jakomodulaarisuudessa samaa komponenttia voidaan käyttää useissa eri tuotteissa, kun taas komponenttien vaihtomodulaarisuudessa vähintään kahden eri komponentin väliltä voidaan valita tarvittava ja kiinnittää se samaan moduuliin. Paikkamodulaarisuuden parametrissa modulaarisuudessa vakio-komponenttien kanssa on yksi parametrisesti muunneltava komponentti, jolloin moduulin fyysistä muotoa saadaan muutettua helposti. Neljäs paikkamodulaarisuuden osa on yhdistelmämodulaarisuus, joka on yhdistelmä kolmesta edellisestä. [8, s. 10-11.]

2.2.3 Modulaarinen järjestelmä ja tuotealustat

Tilaustuotteet, jotka toteutetaan projektimuotoisesti ja suunnitellaan tilauksesta, soveltuvat hyvin poikkeaville asiakastarpeille. Kuten aiemmin on todettu, tämä onkin vahvuus globaaleilla asiakaskeskeisillä markkinoilla. Samalla kuitenkin tämä tapa muun

muassa ylimääräisen suunnittelun vuoksi aiheuttaa suuria kustannuksia heikentäen mahdollisuuksia hintakilpailussa ja aiheuttaa asiakkaalle pidempiä toimitusaikoja. Tuotekehityksessä käytettävissä olevat resurssit ja aikataulupaineet pakottavat tuotekehityksiin keskittymään toiminnallisiin ja teknisiin yksityiskohtiin jättäen luovan työn ja kustannusten hallinnan toisarvoisiksi. [2, s. 124-125.] Tuottavuuden kasvattamiseksi tuotekehityksessä onkin oleellista tehostaa toimintaa ja luoda entistä paremmin asiakkaan vaatimustenmukaisia tuotteita. Paras tapa tuotesuunnittelun tehostamiseen on hyödyntää aiemmin tehtyjä suunnitelmia uudelleen. Kuitenkin kopioiminen johtaa herkästi virheiden kopioitumiseen, jolloin vaatimustenmukaisuuden täytyminen voi kärsiä. Tuotekehityksessä olisikin siirryttävä yhden tuotteen kehittämisestä tuotevarianttien samanaikaiseen kehittämiseen. [4, s.139.] Tuotevarianttien samanaikainen kehittäminen onnistuu, jos tuotteet on suunniteltu modulaarisiksi ja hyödynnetään tuoteperheajattelua [2, s. 124].

Yksittäisiä moduuleita voidaan luokitella usealla eri tavalla esimerkiksi niiden toiminnon, käytön tai vaikka tärkeyden mukaan. Moduulit voidaan nimetä perusmoduuleina, apumoduuleina tai erikoismoduuleina. Ne voivat olla yleisiä, yhdistäviä tai tuotteen ominaisuuksia muuttavia moduuleita. [8, s. 10-12.] Modulaarinen järjestelmä pitää sisällään erilaisesti luokiteltuja moduuleja. Valitsemalla yhteisten moduulien joukosta eli tuoteplatformista tarvittavat perusmoduulit ja lisäämällä variointimoduuleja asiakkaan tarpeen mukaan saadaan koottua tuotevariaatio. Samasta järjestelmästä kootut eri tuotevariaatiot muodostavat yhteisen tuoteperheen. [8, s.10-12.]



Kuva 8. Modulaarinen järjestelmä ja niistä syntyvä tuoteperhe [8, s.12].

Tuoteperheitä katsotaan olevan kahdenmukaisia: moduuliperusteiset (konfiguroitavat) tuoteperheet ja parametriset tuoteperheet. Jälkimmäinen on lähinnä skaalautuva tuotesarja palvellen pieniä asiakastarpeiden eroja, kun taas moduuliperusteinen tuoteperhe on enemmän erilaisten asiakastarpeiden täyttämiseen soveltuva tuoteperhe. [4, s.138-146.] Huomioitavaa on, vaikka puhutaan tuoteperheestä ei välttämättä tarkoiteta valmiiksi suunniteltua tuotesarjaa vaan modulaarista tuoteperheajattelua voidaan käyttää myös asiakaskohtaisien tuotteiden räätälöinnissä. Tällöin moduulit valitaan määrittelyistä tuotealustoista niiden luokittelujen mukaan tai esimääritettyjä moduuleja voidaan räätälöidä asiakastarpeiden mukaan. [2, s. 124-126; 3, s. 19.]

2.2.4 Modulaarisen tuotteen suunnitteluprosessi

Massaräätälöinnin mukaista moduloitua tuotearkkitehtuuria muodostaessa keskeisenä tehtävänä on määrittellä, mitkä tuoteominaisuudet ja niiden optiot ovat olennaisia asiakasvaatimuksien toteuttamiselle. Tuotevariaatioiden lukumäärä tai moduulien monipuolisuus ei kiinnosta asiakasta sen ostoaikeissa, vaan hän haluaa tuotteen, joka täyttää hänen vaatimuksensa. Asiakkaalle tuotteen ominaisuuksien määrittely tulisi olla mahdollisimman vaivatonta. Liiallinen tarjonta ainoastaan monimutkaistaa tilauksen tekemistä ja aiheuttaa hämmennystä. Asiakkaalle merkityksettömien valintojen tekeminen ei paranna asiakkaan ostokokemusta. Tämän vuoksi huolellinen asiakastarpeiden analysointi ennen modulaarisen tuotearkkitehtuurin tekoa antaa perusteita niin myynnin kuin valmistuksen kannalta sille, mitkä ominaisuudet tulisi olla vakioituna ja mitkä vaihtuvia. [1, s. 42.]

Modulointia suunniteltaessa voi hyödyntää erilaisia tarkoitukseen luotuja systemaattisia prosesseja tai menetelmiä, joista yksi tunnetuimpia on MFD-menetelmä (Modular function deployment) [2, s. 124; 8, s. 18-39]. Siinä tuote moduloidaan käymällä läpi viisi erilaista päävaihetta: 1. Asiakastarpeiden selvittäminen, 2. Teknisten ratkaisujen valinta, 3. Modulaaristen tuotekonseptien valinta 4, Modulaaristen konseptien arviointi sekä 5. Moduulikohtainen suunnittelu. Menetelmä alkaa asiakastarpeiden määrittelyllä ja tarpeisiin liittyvien tuoteominaisuuksien selvittelyllä. [8, s. 18-39.]

Moduloinnin ohjaavat tekijät

Ennen moduloimisen aloitusta on hyvä selvittää yrityksen tarpeet ja tavoitteet modulaariselle tuoterakenteelle. Nämä ohjaavat tekijät vaikuttavat modulaarisen tuoterakenteen määrittelyssä ja moduulien muodostuksessa. [8, s. 10-11.] Näiden kartoitusten jälkeen siirrytään selvittämään asiakkaiden tarpeita tuotteelle yksityiskohtaisesti ja näin varmistetaan, että tarjottavat tuoteominaisuudet ovat peräisin oikeista markkinatarpeista. [1, s. 41; 8, s. 8-9.]

Asiakastarpeiden kartoitus

Asiakastarpeiden kartoitus on yksi osa tuotteen konseptointivaiheesta. Tarpeiden selvittämiseen on erilaisia menetelmiä, kuten esimerkiksi yksittäisiä asiakkaan/ asiakasryhmän haastattelut tai heidän käyttäytymisensä tarkkailu. Kerätty materiaali tulee analysoida, jolloin saadut tulokset muutetaan tuotteeseen kohdistetuiksi tarpeiksi. Tämän jälkeen ne tulee vielä priorisoida. Tähän voidaan käyttää MFD- menetelmänkin suositmaa menetelmää: Quality Function Deployment (QFD). Sen keskeisenä tarkoituksena on muuttaa asiakastarpeet mitattaviksi tavoitteiksi. QFD-matriisin avulla priorisoidaan tuotteen suunnitteluvaatimukset ja ominaisuudet tärkeyden mukaan. Sen tyypillinen ilmentymä on visuaalinen laatutalo, jonka avulla nivotaan yhteen tuotekehityksessä tarvittavat asiat. Näillä tiedoilla voidaan hahmotella tuoterakenne ja konsepti sekä hyödyntää saatuja tavoitearvoja jatkossa tuotteen moduloimisessa. [2, s. 61-93.]

Tuotteen arkkitehtuuri konseptointivaiheessa

Asiakastarpeiden kartoituksen jälkeen määritellään tuotekonsepti ja sitä kautta arkkitehtuurimalli, joka onkin pohjimmiltaan linjaus, mitä ja miten tuotteen toimintoja ja ominaisuuksia halutaan räätälöidä [2, s. 95-119; 4, s.138-143]. Tuotearkkitehtuuri on siis suunnitelmaluonnos, joka on alustava ja toisaalta myös abstrakti kuvaus tuotteesta. Se voidaan käsittää joko yhden tuotteen luonnosteluvaiheen tuloksena tai usean tuotteen yhteisenä karkeana määritelmänä. [4, s.138-146.]

Tyypillisesti vain konkreettinen osien ja kokoonpanojen määrittely dokumentoidaan laitos-, kone tai sähköpiirustuksilla, eikä näin itse tuotearkkitehtuuria dokumentoida vaikiintuneilla menetelmillä. Siksi itse yksittäisen tuotteen arkkitehtuurin synty on käytännössä epämääräistä. [4, s. 148.]

Tuotteen jako teknisiin toimintoihin

Tuotteen systeemisuunnittelunvaiheessa pohditaan tuoterakennetta ja sen teknisiä toimintoja. Siinä tarkastellaan, millaisista osista ja osakokoonpanoista tuote tai tuoteperhe muodostuu. [2, s. 121-123.] MFD-menetelmä ohjeistaa tässä kohtaan tekemään toimintanalyysin, joka on systemaattinen menetelmä tuotteen toimintorakenteiden ja parhaiden teknisten ratkaisuiden selvittämiseksi. Toimintanalyysiä voidaan esittää esimerkiksi toimintopuun muodossa, joka aloitetaan varsin abstraktilla tasolla ja tarkennetaan pikkuhiljaa käsittämään myös tekniset ratkaisumallit ja niiden sisältämät ominaisuudet. [8, s. 22-23.]

Tuotteen jako moduuleihin

Kun tuotteen tekniset ratkaisut tiedetään, voidaan alkaa muodostamaan moduuleita. Tuotteen jakaminen moduuleihin perustuu yrityksen strategiaan ja sen sisältämiin yksityiskohtaisiin moduloinnin syihin. Nämä syyt ovat moduloinnin ohjaavia tekijöitä, jotka liittyvät tuotteen koko elinkaareen, yrityksen eri toimintoihin ja vaatimuksiin, jotka tulevat yrityksen toiminta ympäristöstä. Vertaamalla tuotteen teknisiä ratkaisuja edellä mainittuihin, voidaan muodostaa moduulikandidaatteja ja tuotteelle modulaarinen rakenne. [8. s. 24-25.]

Kuten aiemmin käytiin läpi, moduloimisessa tulisi pyrkiä mahdollisimman pieneen moduulien kokonaismäärään. Moduloinnilla ei kuitenkaan pyritä asiakkaalle tarjottavan tuotevalikoiman pienentämiseen vaan moduloitaessa pyritään tunnistamaan asiakasryhmien asettamat vaatimukset ja rajaamaan tuotteiden ominaisuudet strategisesti tärkeimpiin. Moduloinnin tavoite on pyrkiä tuotteen fyysisten ja toiminnallisten rakenteiden samankaltaisuuteen, jotta saadaan minimoitua moduulien väliset vuorovaikutukset ja saadaan niiden väliset rajapinnat mahdollisimman yksinkertaisiksi. Moduulin tulisi siis toteuttaa yhtä tai useampaa toimintoa ilman, että sitä on jaettu useamman toiminnon

kesken. Lopulta modulaarisen tuoterakenteen arvioinnin jälkeen sopivimman moduulirakenteen jälkeen siirrytään moduulikohtaiseen suunnitteluun. Tämän vaiheen lopuksi jokaisella moduulilla on tekniset tiedot. [8, s. 8-39.]

2.2.5 Modulaarisen tuoterakenteen hyödyt ja haasteet

Modulaarisen tuoterakenteen vaikutusmekanismit yrityksen kilpailukykyyn ovat epäsuorat, mutta ovat suhteessa niin kykyyn tuottaa markkinoille niiden edellyttämiä tuotevariantteja kuin auttaa vähentämään yrityksen ja asiakkaan kokemaa haittaa tuotteen monimutkaisuudessa [4, s.141-142]. Modulaarisuudella päästään paremmin hallitsemaan suurten tuotevariaatioiden määriä, koska moduulit ovat tarkoin määriteltäviä tuotteen osia, joista on helppo yhdistellä haluttuja lopputuotteita, sekä variaation vaikutukset voidaan ennalta määritellä koskemaan vain tiettyjä tuotteen osia. Tämä laskee tuotteen valmistuskustannuksia. [3, s. 15; 8, s. 8.] Samoin modulointi johtaa parempaan innovaatiotoimintaan tuotekehityksessä, koska asiakaskohtaisista räätälöinneistä vapautuu resursseja [2, 125].

Modulaarisessa arkkitehtuurissa yksittäinen moduuli toimii luontaisesti tehtävien ja vastuiden jakoperusteena niin suunnittelussa kuin myös tuotannossakin [1, s. 40]. Tuoteperheen modulaarisuudella uusien tuotteiden kehitysaikaa voidaan lyhentää rinnastamalla suunnittelua ja pienentämällä uusien tuotteiden kehittämiseen liittyviä teknologioita tai markkinoihin liittyviä riskejä. [8, s. 8.] Samalla lailla suunnittelu-aika lyhenee myös yksittäisen modulaarisen tuotteen suunnittelussa, jolloin eri moduuleita voidaan suunnitella samanaikaisesti ja tuotteen jatkokehitysvaiheessa voidaan mahdollisesti keskittyä yhden moduulin kehitykseen kerralla [1, s. 40; 8, s. 8]. Moduuli voi säilyttää tarvittaessa pidemmän elinkaaren iän kuin tämänhetkinen tuotekokonaisuus, jolloin kehitystyö porrastuu. Moduuleita voidaan hyväksikäyttää myös seuraavan sukupolven tuotteessa. [1, s. 40.]

Toisinaan moduuleita tunnistetaan liian tuotantolähtöisesti, jolloin asiakastarpeiden kytkeytyminen yksittäisiin moduuleihin hämärtyy ja yksittäisen tarpeen täyttäminen vaatii useaan eri moduuliin liittyviä toimenpiteitä. Näin tuotevariaatioiden määrä kasvaa nopeasti ja hallitsemattomasti sekä asiakaskohtainen suunnittelutarve lisääntyy. Tämä joh-

tuu osin tuotannon tiettyjen osien ulkoistamisesta, kun tuotanto haluaisi mieluusti moduloida tuotteen niin, että samoja moduuleja voitaisiin käyttää mahdollisimman usein helpon organisoinnin takia. [1, s. 43.]

Modulaariselle tuoterakenteen suunnittelulle on yrityksessä monenlaisia lähtökohtia, ja tuotteen modulointia ohjaakin useampi eri tekijä. Tuotanto haluaa luoda moduulit sujuvoittamaan tuotantoprosessia, kun taas myynti painottaa asiakastarpeista lähtevään moduloimiseen. Eri lähtökohtien takia tuotteen modulointi onkin eri osapuolten kompromissien löytämistä. [1, s. 43-44.]

3 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

3.1 Työn tilaaja

Tämä opinnäytetyön tilaaja on Merivaara Oy, jonka tärkeimpinä tuotteina ovat leikkauspöydät, -valaisimet, erilaiset varistot ja kattokeskukset sekä saliohjaus- ja AV-järjestelmät. Sairaalakalusteiden tuotannon juuret ylettyvät jo vuoteen 1910 ensimmäisen leikkauspöydän myötä.

Tämä opinnäytetyö käsittelee yrityksen suunnittelemaa leikkaussalin saliohjausjärjestelmää, jolla hallitaan vaivattomasti leikkaussalisympäristöä yhden ohjauspaneelin kautta. Saliohjausjärjestelmä kootaan asiakkaan ja leikkaussaliyksikön tarpeiden mukaan tarjoten työkaluja joustavampaan työskentelyyn sekä potilasturvallisuuden parantamiseen. Järjestelmällä on mahdollista hallita kameralähteiden ja kuvamateriaalin reitittämistä niin leikkaussalin sisällä näytöille kuin reaaliaikaisen etäyhteyden avulla ope-
tuskäyttöön salin ulkopuolelle. Ohjauspaneelin kautta on mahdollista säätää leikkaussalisympäristöä ilmanvaihdesta valaistukseen sekä ohjata leikkauspöytää menemättä toimenpidealueelle.

Saliohjausjärjestelmä pitää sisällään useita yksilöllisestä asiakastarpeesta määräytyviä laitteita ja projektikohtaisesti varioitavia komponentteja. Leikkaussalin rakennustekniikka, sijainti ja loppukäyttäjän tarpeet määrittelevät tuotteen lopullisen kokoonpanon ja osalistan.

3.2 Työn tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä kirjallisuuden kautta tuotteen masaräättälöintiin ja siihen vaadittavaan modulaariseen tuoterakenteeseen. Työssä tarkastellaan modulaariseen tuotearkkitehtuuriin liittyviä periaatteita sekä tuotteen jakamista toiminnallisiksi osakokonaisuuksiksi, moduuleiksi.

3.3 Ongelman asettelu

Jokainen leikkaussalin saliohjausjärjestelmä määritellään ja suunnitellaan tällä hetkellä projektikohtaisesti asiakastarpeiden mukaan. Saliohjausjärjestelmä pitää sisällään useita tuoteominaisuuksia ja toimintoja. Tuotteen elinkaaren aikana asiakastarpeet ovat kasvaneet, ja sen myötä yksittäisten nimikkeiden määrä on kasvanut suureksi, joka hankaloittaa yleisesti tuotehallintaa ja tekee tarjouslaskennasta hidasta. Projekti-kohtaisten tuotteiden suunnittelun sekä tarjousten osalistojen määrittäminen katsotaan vaativan tehostamista. Nykyinen toimintamalli mahdollistaa joustavan tavan optimoida projektissa tarvittavat materiaalit, mutta vaatii systemaattista läpikäymistä tuotehallinnan, suunnittelun ja asentamisen joustavuuden helpottamiseksi.

3.4 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella saliohjausjärjestelmälle luonnos modulaarisesta tuoterakenteesta sekä koota työkalu saliohjausjärjestelmän moduulien rakentamiseen ja hallintaan. Työkalu pitää sisällään yhden esimerkkimoduulin sekä pohjat tuotteen muille moduuleille. Siihen suunnitellaan myös ominaisuuksia, joilla saliohjausjärjestelmän kokoonpano voidaan tulevaisuudessa koota moduuleita hyväksikäyttäen. Työssä tullaan käymään läpi esimerkkitoiminnon kautta, miten modulaarinen arkkitehtuurimalli syntyisi. Esimerkkitoiminnon ja -moduulin sekä tehdyn modulointityökalun kautta koko saliohjausjärjestelmä voidaan tulevaisuudessa moduloida tukemaan asiakasräättälöityä suunnittelua.

Pitkän tähtäimen tavoitteena modulaarisella tuoterakenteella on projektikohtaisen suunnittelun keventäminen, tarjouslaskennan helpottaminen, asentamisen nopeuttaminen asennuskohteessa sekä parempi tuotehallinta.

3.5 Työn rajaus

Tämä opinnäytetyö rajataan käsittelemään massaräätälöintiä ja tuotteen moduloimista pääpiirteittäin, sekä yhden moduulirakenteen suunnittelua asiakastarpeista lopullisen moduulin muodostukseen.

3.6 Menetelmät

Toiminnallisessa opinnäytetyössä käytetään kirjallisuuskatsausta moduloinnin tueksi. Kirjallisuuden kautta perehdytään massaräätälöintiin sekä modulaarisen tuoterakenteeseen sekä tuotteen moduloinnin peruseräperiaatteisiin. Kirjallisuushakuja moduloinnista tehtiin eri kirjastojen hakupalveluja käyttäen. Haastatteleamalla yrityksen avainhenkilöitä kartoitetaan tuotteen modulointiin liittyvät tarpeet sekä saadaan arvio modulaarisen rakenteen sekä modulointityökalun toimivuudesta.

4 Leikkaussalin ohjausjärjestelmän modulointi

Tässä osiossa käydään läpi tilaajayrityksen saliohjausjärjestelmän tuotearkkitehtuurimallin muodostuminen ja sitä kautta tuotteen modulointiin liittyneet tapahtumat. Luku paneutuu esimerkkitoinnin kautta tuotteen modulointipolkuun, miten ja millaiseen moduloituun tuoterakenteeseen päädyttiin, sekä käy läpi moduulityökalun suunnittelun periaatteet. Saliohjausjärjestelmän modulointi pyrittiin suorittamaan asiakasvarioituvasti, mutta kokoonpanoperusteista modulointiakaan ei haluttu kokonaan unohtaa.

Työssä ei ole käytetty mitään tiettyä validoitua modulointiprosessia, koska tilaajayrityksen tuote on moniosainen pitäen sisällään sadoittain huomiotavia osasia. Opinnäytetyön puitteissa ei olisi ollut mahdollista tarkastella systemaattisesti kaikkia tuotteen ominaisuuksia, komponentteja tai rajapintoja eikä näin ollen käydä tuotteen kaikkia moduu-

leja läpi. Työssä käytetty modulointipolku ei siis ole suoraa mikään systemoitu menetelmä vaan siinä on yhdistetty kirjallisuuskatsauksessa esitettyjä periaatteita helpottamaan moduulien muodotusta.

4.1 Modulointia ohjaavat tekijät

Modulointipolku alkaa siis tarpeiden kartoittamisella. Saliohjausjärjestelmää on ollut jo aiemmin tarkoitus järjestellä myyntisarjoiksi, kiteiksi, jolloin liiketoimintaympäristön ongelmia on selvitetty laajemmin. Alle on koottu tiivistetysti tunnistetut modulointiin johtaneet ongelmat sekä tavoitteet, joihin moduloinnilla tähdätään. Pidempään markkinoilla olleen saliohjausjärjestelmän asiakastarpeet ja tuoteominaisuudet ovat selkeitä, joten syvempää analyysiä ei lähdetty tekemään. Työssä tehtyä asiakastarpeiden määrittelyä tullaan käsittelemään tarkemmin työssä käytetyn esimerkkitoiminnon kautta.

4.1.1 Modulointiin johtaneet ongelmat

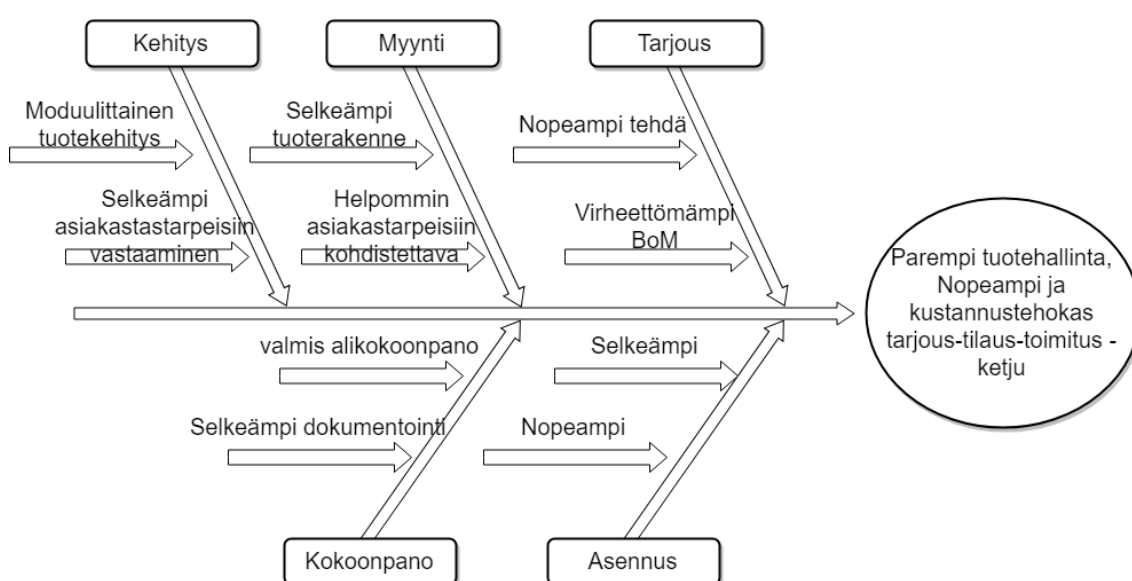
Jokainen leikkaussalin saliohjausjärjestelmä määritellään ja suunnitellaan aina projekti-kohtaisesti asiakastarpeiden mukaan. Nykyinen toimintamalli mahdollistaa joustavan tavan optimoida projekteissa tarvittavat materiaalit, mutta suunnittelu ja tarjouslaskenta vievät ylimääräistä aikaa. Jokainen tarjous tulee suunnitella erikseen komponenttitasoisesti sekä asennusmateriaaleittain. Samoin tarjouksen osalistan määrittäminen on nykyhetkellä hankalaa, koska tuote sisältää paljon erillisiä komponentteja, joille ei ole määritetty asiakastarpeeseen sidottua ryhmittelyä eikä toiminnallisia osakokonaisuuksia. Saliohjausjärjestelmä pitää sisällään useita tuoteominaisuuksia ja toimintoja. Laajentuneen tuoterakenteen takia yksittäisten nimikkeiden määrä on kasvanut suureksi, joka hankaloittaa tuotehallintaa.

Tarjouksen työllistävyyden vuoksi on havaittu puutteita myös tuotteen kokoonpanossa ja asennuksen aikana. Puutteellisten osalistojen vuoksi saliohjausjärjestelmän asennus pitkittyy asennuskohteessa nostoen kustannuksia yritykselle. Asennuksen helpottamiseksi asennusmateriaalit ja komponentit tulisi olla valmiiksi pakattuina ja tarkistettuina osakokonaisuuksina, jolloin helpotettaisiin ja säästettäisiin työaikaa projektikohteissa.

Lisäksi on havaittu asiakkaiden hämmentyneen saliohjausjärjestelmän eri ominaisuuksista sen monimutkaisen rakenteen ja laajuuden vuoksi. Saliohjausjärjestelmän tulisi olla selkeästi esitetty asiakkaalle, jotta asiakas ymmärtäisi laajat tuoteominaisuudet ja osaisi yhdistää tarpeensa tuotteen toimintoihin.

4.1.2 Yrityksen tavoitteet tuotteen moduloinnille

Saliohjausjärjestelmän moduloinnin tavoitteet kuvataan syy-seuraus-kaaviolla. Kuvan 9 ruodon päässä on moduloinnin hyöty, johon ruodon haarojen asiaryhmät omien tavoitteidensa kanssa tähtäävät.



Kuva 9. Saliohjausjärjestelmän moduloinnin tavoitteet ja hyödyt.

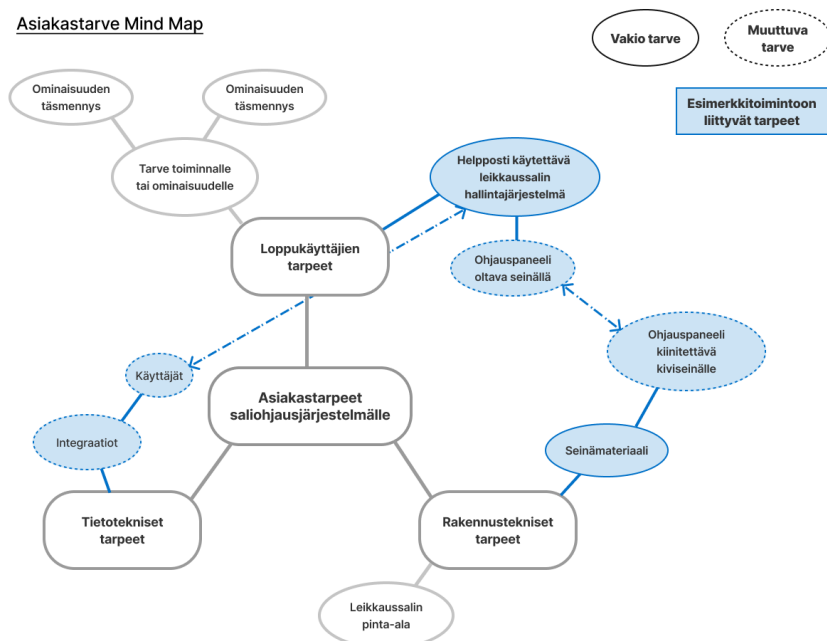
Moduloinnin mahdollistamat tavoitteet on asetettu korjaamaan edellisessä luvussa esitettyjä ongelmia. Modulaarinen tuoterakenne selkeyttää monimutkaista tuotetta. Moduloinnin halutaankin palvelevan isolta osalta myyntiä ja asiakaskohtaamisia. Saliohjausjärjestelmän modulointi pyrintäänkin suorittamaan asiakasvarioituvasti. Hallittavien nimikkeiden määrä vähenee helpottaen näin tilaus-toimitusketjua. Esisuunnitelluilla moduuleilla myös moduulikohtaiset osalistat ovat ennalta määriteltäviä, joka helpottaa projektikohtaisten osalistojen määrittelyä ja näin vähentää inhimillisten virheiden määrää. Tämä taas nopeuttaa asennusta, kun osia ei tarvitse erikseen hakea työmaalle. Sa-

moin valmiiksi moduulikohtaisesti määritellyt asennuspakkaukset selkeyttäisivät projektityömaalla osien hallintaa. Näin kokoonpanoperusteista modulointiakaan ei haluta konaan unohtaa.

4.2 Asiakastarpeiden tunnistaminen

Asiakastarpeiden tunnistamisella varmistetaan, että tuoteominaisuudet johtuvat todellisista asiakastarpeista. On myös hyvä arvioida, ovatko kaikki asiakastarpeet varmasti todellisia ja voidaanko jotain jättää pois. Mitä enemmän on asiakastarpeita, joita halutaan täyttää, sitä enemmän tuote tulee varioitumaan ja nimikkeiden määrä kasvamaan. Kuten kirjallisuuskatsauksesta todetaan, aina ei ole kannattavaa tai edes mahdollista siirtyä massaräätälöintiin ja modulaariseen tuotantoon, koska massaräätelöinnin keinoin ei kaikkiin tarpeisiin pystytä vastaamaan. Modulaarisen tuoterakenteen ideologiaa voidaan silti seurata ja saada sitä kautta hyötyä.

Saliohjausjärjestelmällä asiakastarpeita muodostuu niin loppukäyttäjiltä, sairaalan IT- ja lääkintälaitesuonon osastoilta kuin myös rakennustekniikastakin. Samalla on huomiotava, mitkä tarpeista ovat vakioita ja mitkä mahdollisesti muuttuvia ympäristön ja loppukäyttäjien tarpeiden mukaan. Asiakastarpeita koottiin ajatuskarttaan.



Kuva 10. Saliohjausjärjestelmän asiakastarpeet koottuna ajatuskarttaan (esimerkki).

Työssä käytettävänä esimerkkitoimintona on saliohjausjärjestelmän käyttö ohjauspaneelista (sinisellä ilmaistu kuvassa 10). Loppukäyttäjän tulee pystyä ohjaamaan järjestelmää ohjauspaneelilla (vakio toiminto), joka tässä on täsmennetty seinällä oltavaksi (muuttuva tarve). Rakennustekniset tarpeet määrittävät myös ominaisuuksia saliohjausjärjestelmälle. Esimerkiksi leikkaussalin pinta-ala tai seinämateriaalit tulee aina ottaa huomioon (vakiot), mutta niiden ominaisuudet muuttuvat. Rakennusteknisenä tarpeena on huomioitava kiviseinät leikkaussalissa (muuttuva tarve). Tietotekniset tarpeet määrittävät esimerkiksi ohjausjärjestelmän integroitumisesta sairaalan muihin järjestelmiin (muuttuvia tarpeita).

Yhtenä tavoitteena saliohjausjärjestelmän moduloimisella on selkeämpi tuoterakenne asiakkaan näkökulmasta, jolloin hän osaa paremmin hahmottaa laajan tuotekokonaisuuden. Näin asiakas osaa ostotilanteessa paremmin yhdistää omat tarpeensa tuotteen tarjoamiin ominaisuuksiin. Loppukäyttäjät määrittävät isolta osalta tarpeet ohjausjärjestelmän toiminnasta. Näin tuoteominaisuuksia päädyttiin tarkastelemaan jatkossa loppukäyttäjän perspektiivistä unohtamatta kuitenkin kokonaan asiakkaan muita tarpeita. Rakenteelliset ja tietotekniset tarpeet tulee huomioida toimintojen teknisten ominaisuuksien kartoittamisessa.

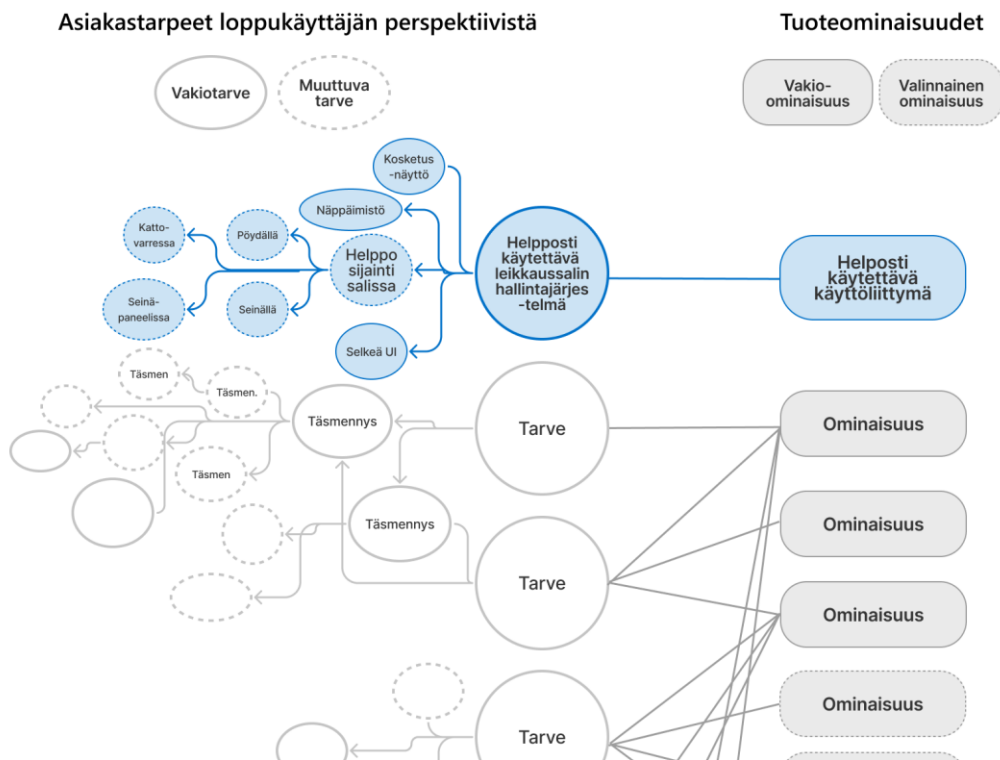
4.3 Konseptointi ja tuotteen jakaminen osakokonaisuuksiin

Moduloitava tuote tulee jakaa osakokonaisuuksiin, jolloin hahmotetaan sen rakenne. Jotta tuotetta on helppo varioida asiakkaiden toiveiden mukaan, tulevat sen moduulit olla määriteltynä tuotteen ominaisuuksien tai toimintojen kautta. Tuotteen rakenteen ymmärtäminen auttaa jatkossa erottelemaan sen yksittäiset toiminnot ja niiden ominaisuudet. Koska saliohjausjärjestelmä on hyvin moniulotteinen ja skaalautuva, todelliset moduulit kootaan pienempien teknisten toimintojen mukaan väylä ja paikkamodulaarisuutta hyväksi käyttäen. Sitä ennen oli kuitenkin hahmotettava saliohjausjärjestelmän tuoteominaisuudet, joilla asiakastarpeisiin vastataan, sekä sen abstrakti tuotearkkitehtuuri.

4.3.1 Yhdistetään asiakastarpeet ja tuoteominaisuudet

Asiakastarpeita ja tuoteominaisuuksia yhdistämällä saadaan varmistettua tuotteen vastaavuus asiakastarpeisiin. Apuna voidaan käyttää esimerkiksi luvussa 2.2.4 esiteltyä GFD-menetelmää. Koska saliohjausjärjestelmä on jo markkinoilla oleva, jonka konsepti, suunnitteluvaatimukset ja tuoteominaisuudet ovat tiedossa, eikä tämänhetkisiä ominaisuuksia haluttu lähteä muuttamaan, syvälliseen QFD-matriisiin ei lähdetty.

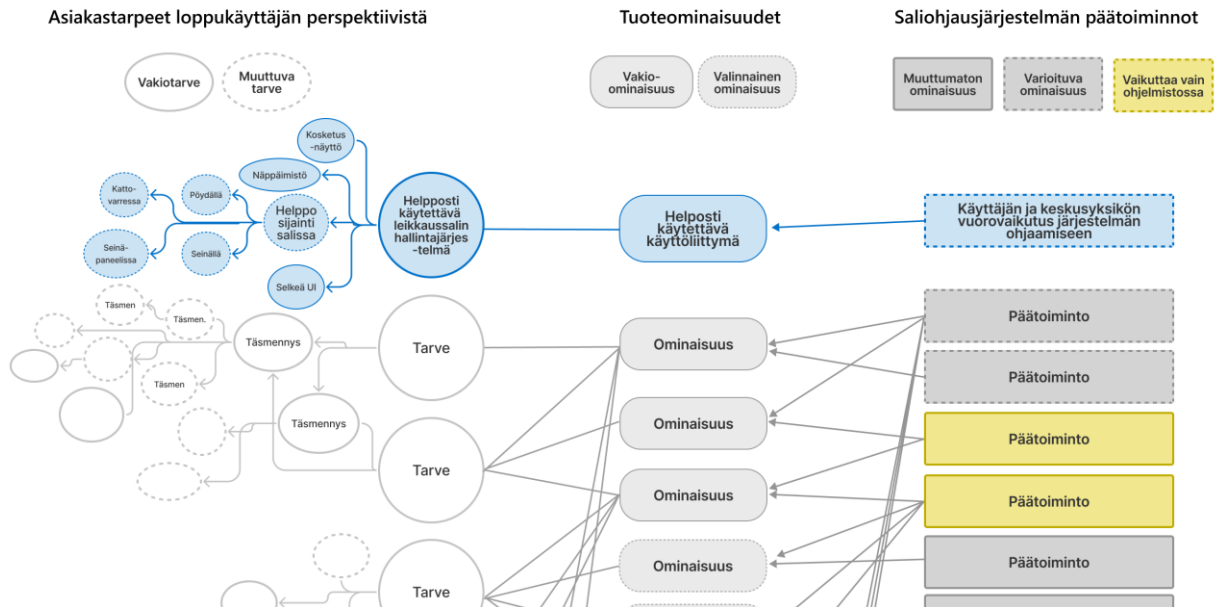
Saliohjausjärjestelmällä on vakio-ominaisuuksia sekä asiakkaalle valinnaisia ominaisuuksia, jotka on määritelty saliohjausjärjestelmän kehitysvaiheissa. Saliohjausjärjestelmän tuoteominaisuudet ja loppukäyttäjän tarpeet tarkistettiin ja yhdistettiin kuvan 11 mukaisesti.



Kuva 11. Saliohjausjärjestelmän loppukäyttäjän tarpeet yhdistettynä tuoteominaisuuksiin (esimerkki).

Yhden asiakastarpeen vastaamiseen voidaan tarvita useampaa tuoteominaisuuksia. Asiakkaan tarpeeseen helppokäyttöisestä saliohjausjärjestelmästä vastataan yhdellä ominaisuudella, helposti käytettävissä olevalla järjestelmän käyttöliittymällä, johon kuuluu niin ohjelmiston helppokäyttöisyys kuin käyttöliittymän ulkoisetkin tekijät, kuten esimerkiksi ohjauspaneeli, sen virtanapit ja muut liitännät sekä niiden muodot ja sijainnit.

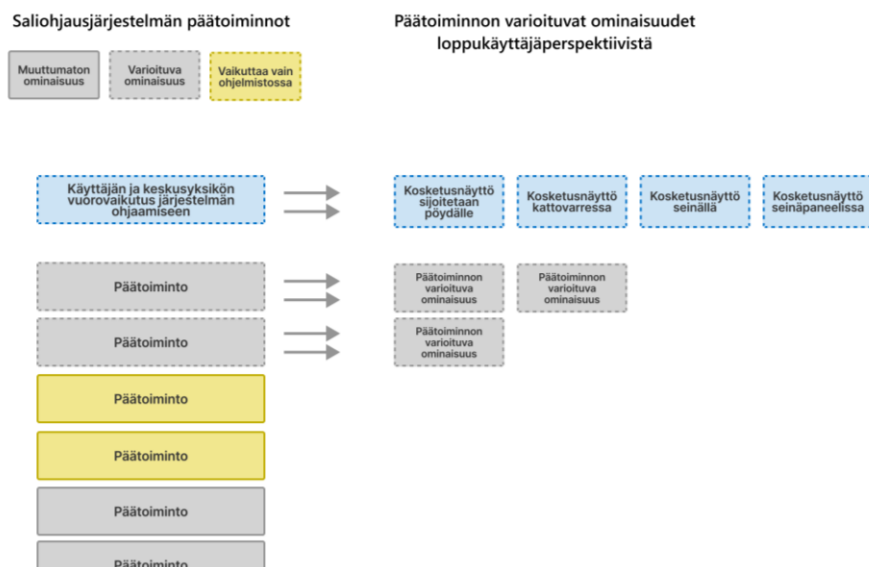
Kun kaikki tuoteominaisuudet olivat selvillä, tarkasteltiin jokaista tarkemmin yksitellen. Yhden tuoteominaisuuden toteutumiseen tarvitaan yksi tai useampi varioituva päätoiminto. Päätoiminto on varioituva, koska asiakastarpeiden kartoituksesta tiedetään, että päätoimintoa tulee pystyä muuttamaan tarpeiden täyttämiseksi.



Kuva 12. Salihjausjärjestelmän ominaisuuksia toteuttavat päätoiminnot (esimerkki).

Kuvassa 12 nähdään, miten esimerkkinä tarkasteltu asiakastarve helppokäyttöisyydestä täytetään päätoiminnoilla, joka suorittaa käyttäjän ja keskusyksikön välistä vuorovaikutusta. Todellisuudessa moni muukin päätoiminto on yhteydessä tuotteen helppokäyttöisyyteen, mutta tässä kohtaan haluttiin tarkastella nimenomaan fyysisiä toimintoja, joilla ohjataan keskusyksikköä. Samoin tiedettiin muiden tuoteominaisuuksien alla olevan myös järjestelmän käyttöliittymään liittyviä osia, mutta ne jätettiin tietoisesti käsittelemättä ajatellen niiden kuuluvan paremmin toisen päätoiminnon alle ja käsiteltävän paremmin siellä.

Varioituvat päätoiminnot merkittiin katkoviivoilla. Asiakastarpeiden kartoituksesta tiedettiin loppukäyttäjien toivovan mahdollisuutta vaikuttaa tuoteominaisuuteen ja sitä kautta päätoimintoon. Siihen peilaten tarkasteltiin mahdollisia päätoiminnon ominaisuuksia, jotka voisivat olla muutettavissa. Kuvassa 13 esitetään, millaisia muuttuvia ominaisuuksia esimerkkipäätoimintoiminnolla on.



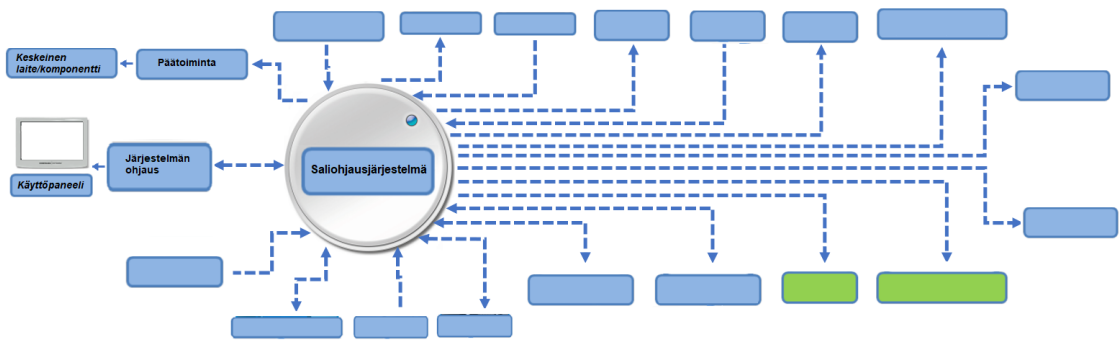
Kuva 13. Salihjausjärjestelmän päätoiminnon ominaisuuksien variaatiot(esimerkki).

Varioituvuuden lisäksi päätoiminnoista haluttiin erotella myös toiminnot, jotka eivät vaadi niin sanotusti rautaa ympärilleen toimiakseen vaan ovat pelkästään ohjelmistoon liittyviä (keltaisella merkityt kuvassa 13). Näitä toimintoja ei jatkossa käsitellä moduulointipolussa. Päätoimintojen edelleen jakamisesta alitoimintoihin käsitellään tarkemmin luvussa 4.4.

4.3.2 Abstrakti tuotearkkitehtuurin mallintaminen

Edellisessä luvussa kuvattiin, miten työssä määritettiin tuoteominaisuudet, joiden varioituvilla päätoiminnoilla mahdollistetaan yksilölliset asiakasvaatimukset. Asiakas haluaa mahdollisimman hyvän tuotteen omien tarpeittensa täyttämiseen. Tähän perustuen salihjausjärjestelmä pitää sisällään vakio- ja valinnaisia tuoteominaisuuksia, jotka koostuvat varioituvista päätoiminnoista mahdollistaen asiakkaalle räätälöidyn kokonaisuuden.

Abstrakti tuotearkkitehtuuri mallinnettiin päivittämällä vanhaa kaaviota tuotteen ominaisuuksista. Salihjausjärjestelmän abstrakti tuotearkkitehtuuri on ylemmän tason kuvaus selkeyttämään, mitä toimintoja ja laitteita ohjausjärjestelmä pitää sisällään. Kuva 14 hahmottelee tuotteen päätoimintoja.

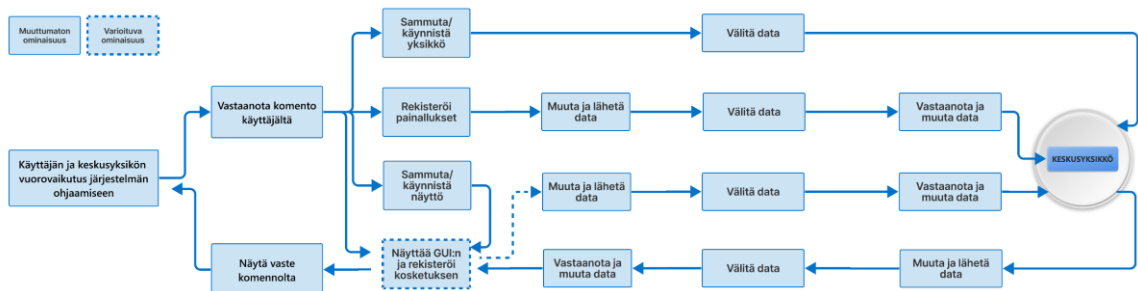


Kuva 14. Saliohjauksjärjestelmän abstrakti tuotearkkitehtuurimalli (esimerkki).

4.4 Tuotteen jako teknisiin toimintoihin

Kun saliohjauksjärjestelmä oli hahmoteltu osakokonaisuuksiin eli tuoteominaisuuksiin ja niihin vaadittaviin päätoimintoihin, tarkasteltiin noita toimintoja teknisemmältä näkökannalta. Todellisuudessa yhdellä tuoteominaisuudella on päätoiminto, joka pitää sisällään niin sanottuja alitoimintoja huomattavasti enemmän. Näitä alitoimintoja pitää pystyä varioimaan asiakkaiden tarpeiden mukaan etenkin rakennusteknisistä näkökulmista.

Päätoiminnon alitoiminnoilla on erilaisia teknisiä tai fyysisiä ominaisuuksia. Jokainen päätoiminto onkin käytävä läpi yksitellen. Tässä kohtaan tarkoituksena on selvittää jokaisen päätoiminnon toimintorakenne, joihin sitten myöhemmin lisätään nämä tekniset ja fyysiset ominaisuudet.

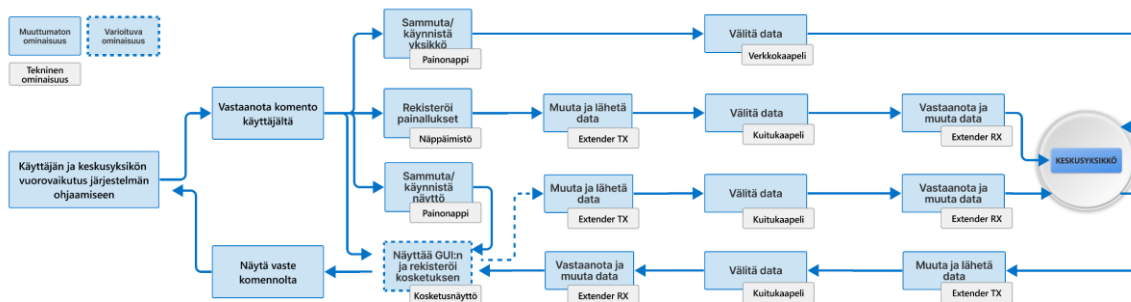


Kuva 15. Saliohjauksjärjestelmän esimerkkipäätoiminto jaettu sen alitoimintoihin.

Esimerkkipäätoiminto pilkottiin alitoimintoihin hyödyntäen toimintopuun ideaa. Näin saatiin selkeä kuvaus sen suorittamista alitoiminnoista. Kuvaan merkittiin viime luvussa määritetyt varioituvat alitoiminnot katkoviivoin. Näin tiedetään, missä haarassa tulee olemaan varioituvuutta loppukäyttäjäperspektiivistä.

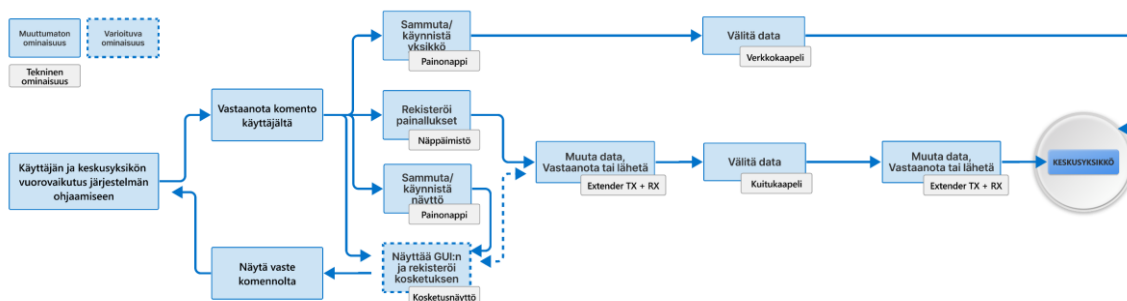
4.4.1 Toimintojen teknisten ominaisuuksien kartoitus

Toimintopuun ollessa kuvattuna on siihen helppo lisätä jokaiselle alitoiminnolle tekniset ratkaisut. Saliohjausjärjestelmä on jatkuvasti kehittyvä tuote. Modulointiin päädyttiin käyttämään tyypillisimpiä teknisiä ratkaisuja, joita tulevaisuudessa voi kehittää ja analysoida tarkemmin.



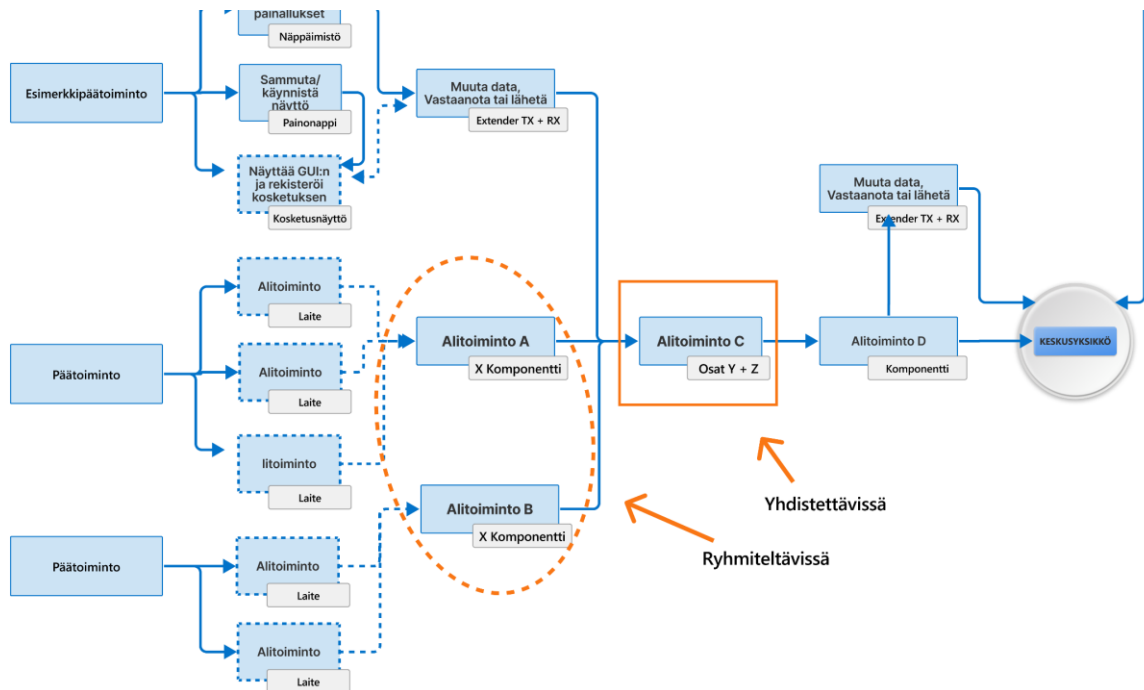
Kuva 16. Saliohjausjärjestelmän esimerkkipäätoiminto alitoimintojen tekniset ratkaisut.

Teknistä toimintopuuta tarkastellessa voitiin osa alitoiminnoista yhdistää yhteisten toimintojen myötä. Jos alitoiminnoissa on paljon varioituvuutta ja niiden tekniset ominaisuudet vaihtelevat selvästi, on nämä hyvä avata jo tekniseen toimintopuuhun. Kosketusnäytön variaatioiden tekniset ratkaisut eivät muutu radikaalisti, joten niitä tarkastellaan myöhemmin luvussa 4.4.4.



Kuva 17. Saliohjausjärjestelmän esimerkkipäätoiminto alitoimintojen yhdistäminen.

Myös päätoiminnot voivat olla yhteydessä toistensa kanssa yhteisten alitoimintojen kautta, jolloin laajemminkin alitoimintoja voidaan joko suoraan yhdistää tai ryhmitellä niiden ominaisuuksien mukaan. Laajasta koko tuotteen toimintopuusta on helppo havaita, mitkä alitoiminnot voisivat olla yhteisiä. Tätä tietoa hyödynnetään tulevassa moduulien määrittelyssä. Kuvassa 18 on esitetty päätoimintojen mahdollinen yhdistäminen ja ryhmittely.

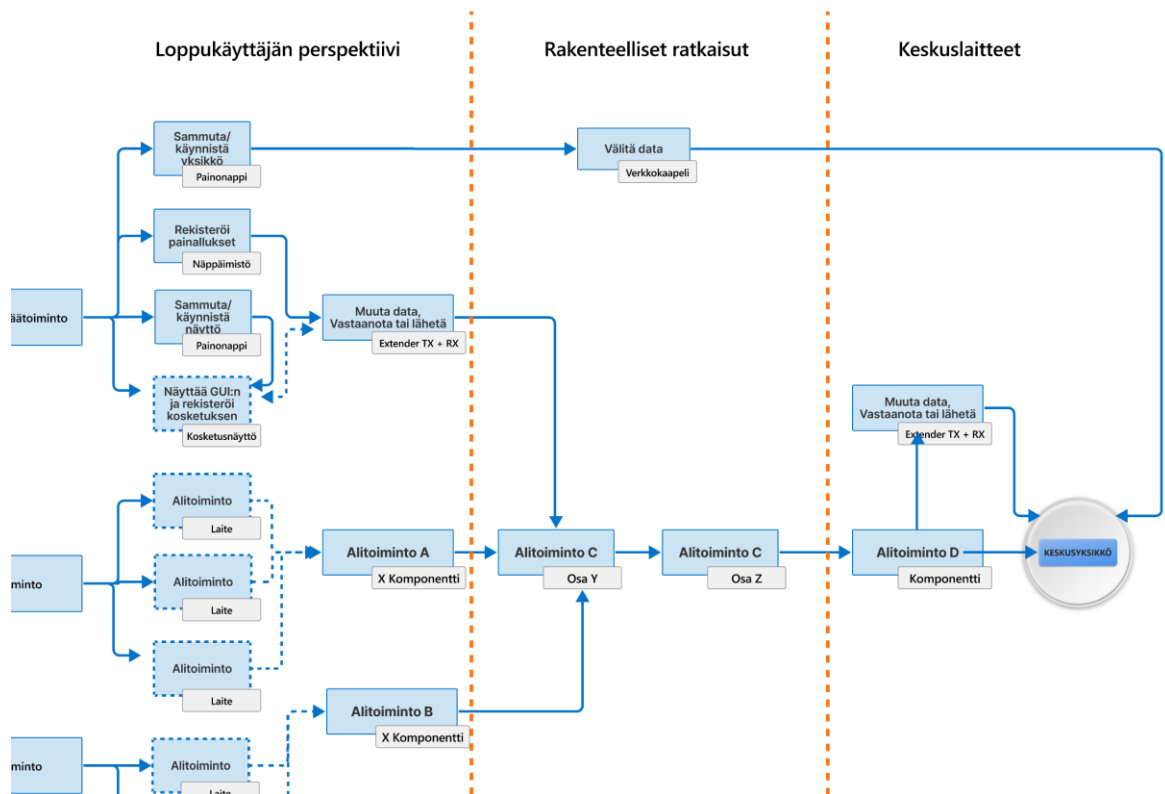


Kuva 18. Salihjausjärjestelmän alitoimintojen ryhmittely ja yhdistäminen (esimerkki).

Kuvasta voidaan nähdä, miten kaksi alitoimintoa, A ja B, sisältävät samat komponentit, mutta niiden toiminnot eroavat tai rajoittuvat niin, ettei niitä voida suoraan yhdistää yhdeksi toiminnoksi, kuten taas alitoiminto C:n kohdalla voitiin. Kuitenkin toimintojen A ja B ominaisuuksien yhteneväisyyden vuoksi voitiin ne ryhmitellä yhdeksi ryhmäksi, jota tullaan hyödyntämään myöhemmin moduuleja määriteltäessä.

4.4.2 Toimintojen fyysiset sijainnit tuotteessa

Asiakastarpeiden kartoituksista selvisi, että rakennustekniset asiat määrittelevät joidenkin toimintojen fyysisiä ominaisuuksia. Kun tekniset ominaisuudet ovat tuotteen alitoiminnoille kartoitettu, voidaan siirtyä tarkastelemaan alitoimintojen sijainteja suhteessa muihin alitoimintoihin. Esimerkkitoiminnon tarpeiden tarkastelu osoitti salihjausjärjestelmän jakautuvan selvästi kolmeen luokkaan, jotka esitetään esimerkillä kuvassa 19.

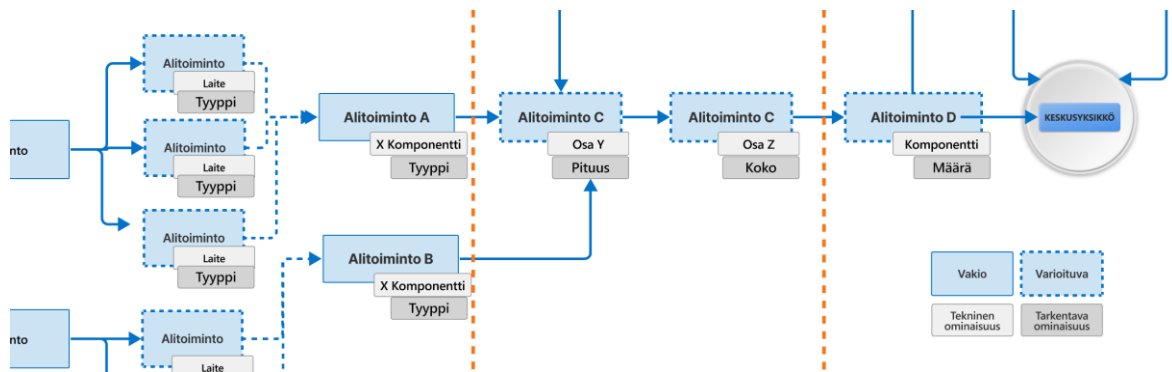


Kuva 19. Salihjousjärjestelmän alitoimintojen fyysiset sijainnit (esimerkki).

Ensimmäisessä luokassa ovat toiminnot, jotka määräytyvät loppukäyttäjän tarpeiden mukaan eli pitävät sisällään luvussa 4.3.1 määritellyt päätoimintojen varioituvat ominaisuudet. Toisen luokan toimintojen ominaisuudet ovat riippuvaisia rakennusteknisistä ratkaisuista ja kolmannen luokan toiminnot ovat riippuvaisia edellä mainittujen luokkien toiminnoista. On huomioitavaa, että joissain tilanteissa raja on häilyvä ja toimintoon voi vaikuttaa niin loppukäyttäjän kuin rakennusteknisetkin tarpeet. Samoin yhteen alitoimintoon voi vaikuttaa useampi tarve, jolloin niitä voidaan vielä tarkentaa ja jakaa, kuten esimerkkinä kuvassa 19 alitoiminto C on jaettu kahteen toimintoon. Näitä luokkia tul- laan hyväksikäyttämään tuotteen lopullisessa modulaarisessa tuoterakenteessa.

4.4.3 Vakiot ja varioituvat toiminnot

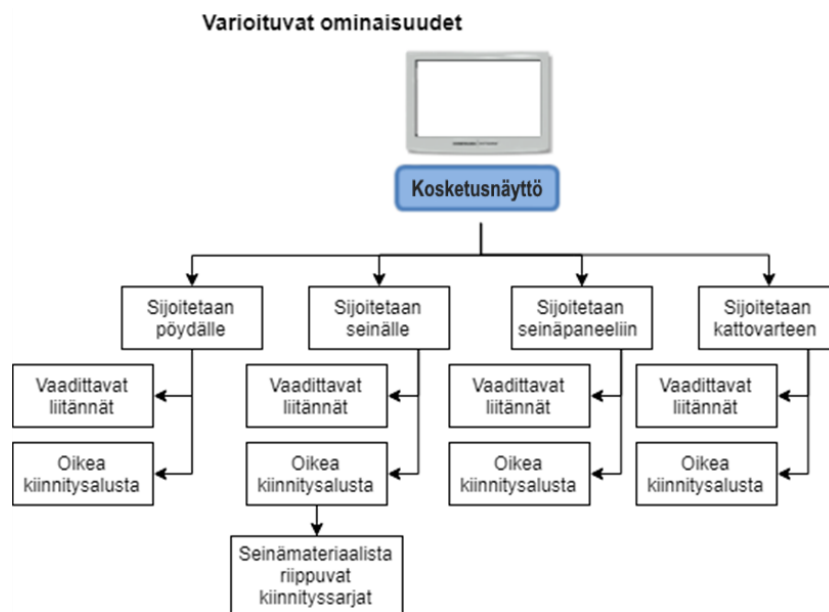
Tähän mennessä saliohjausjärjestelmän päätoiminnot on jaettu siis alitoimintoihin, jotka on luokiteltu teknisten ratkaisuiden ja fyysisen sijainnin mukaan. Teknistä toimintatapua muodostaessa alitoiminnoille muodostui ominaisuuksia, jotka voivat olla varioitavissa koon, muodon tai laitteen tyypin mukaan. Nämä on hyvä lisätä toimintopuuhun. Kuvassa 20 tarkentavat ominaisuudet ovat lisätty alitoimintoihin tumman harmaissa laatikoissa.



Kuva 20. Saliohjausjärjestelmän alitoimintojen vakio- ja varioituvat ominaisuudet (esimerkki).

Näiden ominaisuuksien pohjalta tulee määritellä toiminto joko vakioideiksi tai varioituvaksi olemassa olevien mahdollisuuksien mukaan. Tässä kohtaa tulee palata alussa määriteltäviin tarpeisiin ja arvioida ominaisuuksien varioituvuuden hyödyllisyys, jotta asiakastarpeisiin voitaisiin vastata mahdollisimman hyvin pitäen silti tuotteen nimikemäärät mahdollisimman pieninä. Kuvassa 20 varioituvat toiminnot on kehystetty katkoviivoilla.

Tarkastellaan nyt työssä käytetyn esimerkkitoiminnon varioituvuutta kosketusnäytön osalta. Kuva 21 esittää kosketusnäytön varioituvuutta ja siihen liittyviä ominaisuuksia.



Kuva 21. Saliohjausjärjestelmän kosketusnäytön varioituvuus.

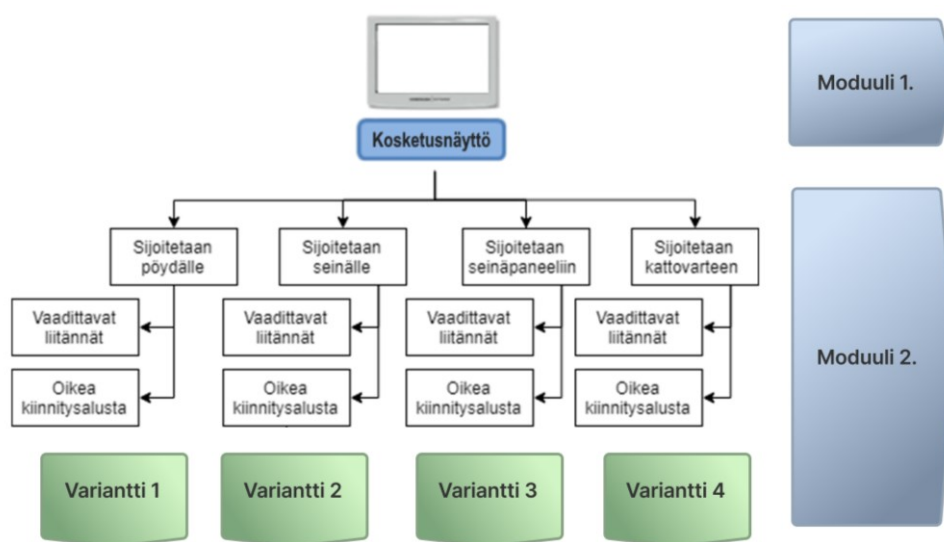
Loppukäyttäjän tarpeissa on halu sijoittaa kosketusnäyttö neljään eri paikkaan, jotka on esitetty yllä olevassa kuvassa. Nämä neljä vaihtoehtoa tarvitsevat omanlaiset näytön kiinnitysalustat, sekä toimiakseen myös välittömät liitännät.

4.5 Tuotteen jakaminen moduuleihin ja niiden variantteihin

Saliohjausjärjestelmä jaettiin ensin osakokonaisuuksiin, jonka jälkeen niiden toimintoja tarkasteltiin teknisten ominaisuuksien ja komponenttien fyysisten sijaintien suhteen. Modulointipolkua ja työssä käytettyä esimerkkitoimintoa hyväksikäyttäen luotiin tuotteelle luonnos modulaarisesta tuoterakenteesta ja työkalu koko ohjausjärjestelmän moduulien luomiseen, jotka esitellään tarkemmin tuloksista kertovassa luvussa 5. Tässä osiossa käydään läpi, miten moduulien muodostus tapahtui.

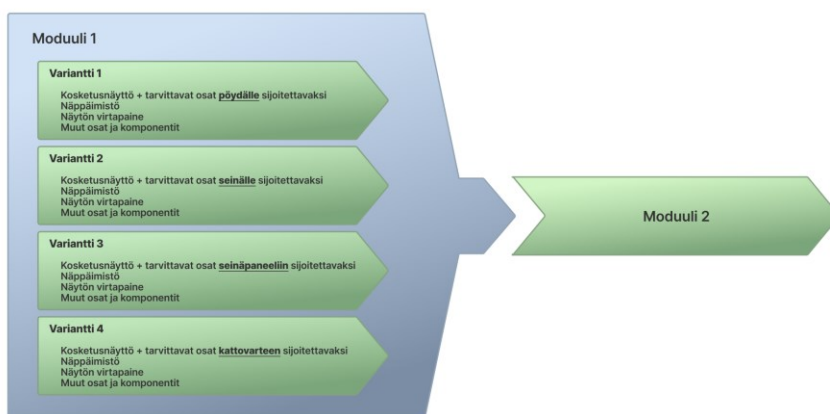
4.5.1 Moduulien muodostus

Toimintojen tarkastelun jälkeen alettiin hahmottelemaan niistä moduuleita. Esimerkki-toiminnon kosketusnäytöllä on yhteensä neljä variaatiota. Näistä jokaisella on hieman toisistaan eroavia osia ja komponentteja kuten luvun 4.4.4 lopussa todetaan. Yhdistävänä tekijänä näissä variaatioissa on kosketusnäyttö. Kuva 22 esittää yhden mahdollisuuden moduulijakoon, jossa irrotettaisiin tämä näyttö omaksi moduulikseen ja koottaisiin toinen moduuli käsittäen sen liitännät ja kiinnitysalusta. Näin tälle toiselle moduulille voisi luoda tarvittavat neljä varianttia.



Kuva 22. Yhdenlainen vaihtoehto kosketusnäytön moduloinnille.

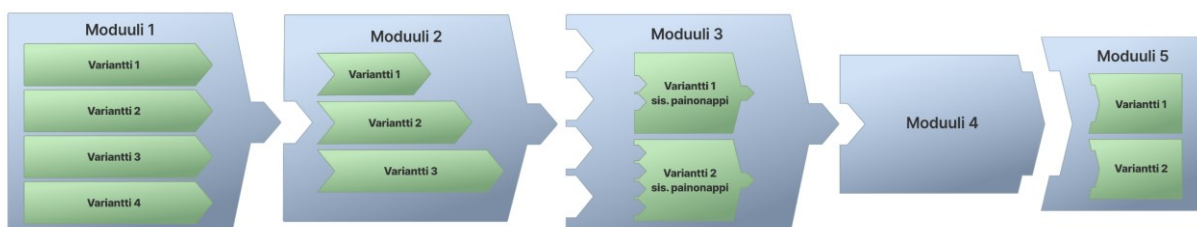
Ohjausjärjestelmän yksinä tavoitteina oli tarjouslaskennan helpottaminen sekä parempi tuotehallinta. Tämä saavuttamiseen olisi syytä pyrkiä mahdollisimman pieneen määrään nimikkeitä eli mahdollistamaan yhden moduulin alle mahdollisimman paljon toimintoja ja sitä kautta komponentteja. Unelmatilanteessa yksi päätoiminto olisi suoraan yksi moduuli, mutta teknisistä syistä ei ole mielekäästä yrittää yhdistää päätoimintoja yhden moduulin alle. Käydyn pohdinnan jälkeen loogisinta oli luoda tämän modulointityypin aikana muodostuneesta kosketusnäytön sisältävästä alitoiminnosta yksi moduuli, jossa näytön sijainti luo pohjan moduulin varianteille.



Kuva 23. Kosketusnäyttötoiminnosta muodostunut lopullinen moduuli 1 ja sen rajapinta moduuliin 2.

Kuvassa 23 oleva moduuli 1 olisi työssä käytetyn esimerkkitoiminnon ensimmäinen moduuli. Huomioitavaa on, että sen varianteissa pitää olla keskenään samanlainen rajapinta seuraavaan moduuliin nähden, koska muuten niitä ei voi vaihtaa keskenään ilman erillistä suunnittelua.

Kun jatketaan esimerkkipäätoiminnon tarkastelua eteenpäin muodostaen moduuleita seuraavista alitoiminnoista, huomataan muutaman alitoiminnon olevan riippuvaisia järjestelmän muista toiminnoista ja näiden ominaisuudet pystytään määrittelemään vasta, kun tiedetään toisten päätoimintojen variaatiot. Tämä ei ole ihanteellisin asetelma moduloinnissa, mutta ratkaistavissa saliohjausjärjestelmän modulointiin ja sen hallintaan tehtävällä työkalulla.

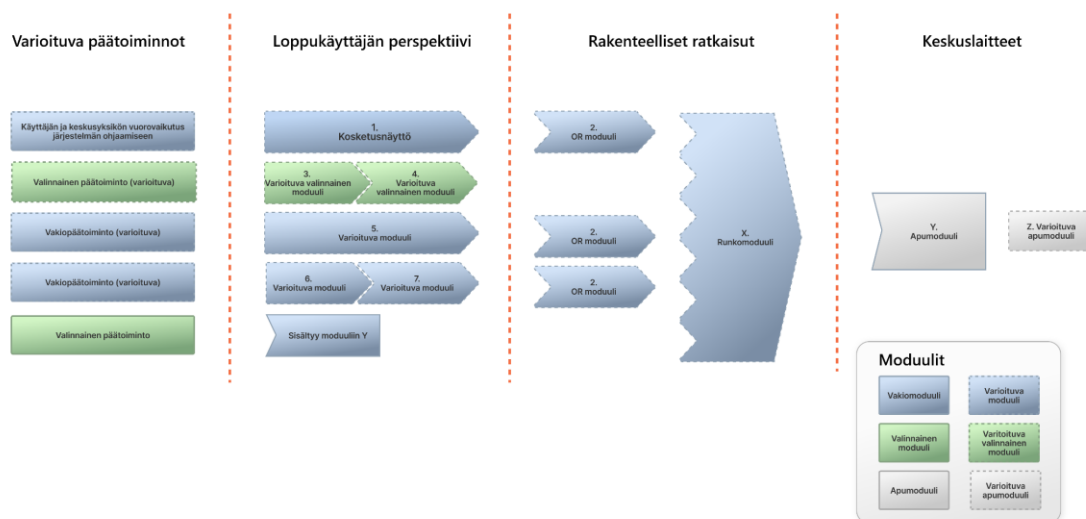


Kuva 24. Esimerkkipäätoiminto moduloituna kokonaan.

Edellä mainittuihin periaatteisiin ja pohdintaan peilaten koottiin saliohjausjärjestelmän alitoimintojen ja niiden ominaisuuksien ympärille moduulit, joiden rajapinnat määriteltiin standardeiksi, jotta jokainen moduuli voidaan vaihtaa sen variantiksi vapaasti. Saliohjausjärjestelmän rakenne perustuu väylä ja paikkamodulaarisuuteen ja sitä kautta vaihtomoduuleihin ja parametrisiin moduuleihin.

Eri päätoimintojen alatoimintoja pyrittiin yhdistämään yhden moduulin alle niin paljon kuin oli järkevää, jolloin tuoterakenne yksinkertaistuu ja nimikkeiden määrä vähenee. Huomioitavaa moduulien osien määrittelyssä on, että joissain tilanteissa moduulin tai sen variantin on kannattavampaa sisältää hieman laajemman skaalan osia ja komponentteja kuin toiminnon suorittamisessa olisi tarvetta.

Näistä moduuleista muodostui luonnos saliohjausjärjestelmän modulaarisesta tuoterakenteesta (kuva 25). Koska saliohjausjärjestelmää ei tämän opinnäytetyön puitteissa ollut tarkoitus moduloida yksityiskohtaisesti kokonaan, saattavat jotkin moduulit muoutua vielä uudelleen jakautuen tai yhdistyen. Esitetty periaate kuitenkin säilyisi.



Kuva 25. Saliohjausjärjestelmän moduuleiden ryhmittely (esimerkki).

Visuaalisesti arkkitehtuurimalli koottiin hyödyntämällä saliohjausjärjestelmän päätoimintoja, jotka kuvastavat moduuliryhmien toimintaperiaatteen. Päätoiminto pitää sisällään saman rivin moduulit vasemmalta oikealle. Moduulit numeroitiin sekä nimettiin kuvaamaan niiden alitoimintoa tai ominaisuutta. Varioitavat moduulit visualisoitiin katkoviivoilla. Moduulit voivat myös olla joko vakioita, jotka kuuluvat jokaiseen järjestelmään, tai valinnaisia, joiden avulla tuoteominaisuuksia lisätään asiakkaalle sekä myös apumoduuleja, jotka eivät anna asiakkaalle lisäarvoa, mutta ovat tarvittavia toiminnon suorittamiseksi.

Kuten edellä moduulien muodostuksessa todettiin, osa moduuleista voi olla riippuvaisia muista toiminnoista ja niiden ominaisuudet pystytään määrittelemään vasta, kun tiedetään toisten päätoimintojen variaatiot. Tämän vuoksi osa moduuleista ei ole numeroitu järjestysluvun mukaan vaan niille on annettu nimet X, Y ja Z. Tällä haluttiin korostaa

näiden moduulien erilaisuutta sekä antaa vapaa mahdollisuus suunnitella lisää moduuleita ja näin laajentaa saliohjausjärjestelmän ominaisuuksia tulevaisuudessa. Järjestysluvullisella nimellä tulisi uusien moduulien yhteydessä muuttaa myös näiden moduulien nimiä selkeyden vuoksi. Modulaarinen arkkitehtuurimalli esitellään paremmin luvussa 5.

4.5.2 Työkalu saliohjausjärjestelmän moduloimiseen

Edellä esitettiin periaate, miten saliohjausjärjestelmän moduulit muodostuvat. Tästä syntyneen modulaarisen arkkitehtuurimallin mukaan tehtiin Excel -taulukkolaskentaohjelmalla alusta, jonne moduulit järjesteltiin mallin mukaiseen järjestykseen. Tavoitteena oli luoda selkeä pohja, josta näkee tuotteen rakenteen ja sen sisältävät vakio- ja varioituvat moduulit sekä niiden kokoonpanot.

Aluksi moduulit sijoitettiin yhteen taulukkoon pitäen sisällään niiden kaikki tiedot, variantit ja niiden sisältämät osat. Käytäntö kuitenkin näytti, miten haastavaa moduuleiden hallinta näin oli ja tuotteen rakenteesta tuli epäselvä. Moduulin ja sen sisällön muokkaaminen oli työlästä, eikä sillä saatu luotua selkeää tukea tuotesuunnittelijalle. Tämän vuoksi päädyttiin luomaan saliohjausjärjestelmälle erillinen alusta, joka pitää sisällään vain moduulien nimet ja tarkentavana tietona variantit (kuvassa 26 ympyröitynä), jotka ovat valittavissa moduulin alasvetovalikosta (kuvassa 26 nuolella osoitettuna). Moduulit ryhmiteltiin saliohjausjärjestelmän päätoimintojen sekä moduuleiden yleisten ominaisuuksien avulla, ja näin sijoitettiin alustalle järjestykseen, jossa saliohjausjärjestelmän kokoonpanon suunnittelu olisi suositeltua suorittaa.

Moduulikohtainen taulukointi helpottaa tulevaisuudessa moduuleiden ja niiden varianttien kokoamista ja päivittämistä sekä selkeyttää työkalun modulointialustaa ja näin ollen sen tuoterakenteen havainnollistamista. Taulukkoa voi helposti laajentaa tulevaisuuden tarpeisiin. Tulevaisuudessa tarkkaa sisältöä rakennettaessa tulee muistaa moduulien rajapinnat. Jokainen moduulin variantti tulee olla suoraan yhdistettävissä seuraavan moduulin varianttiin.

Muutama moduuli on riippuvainen saliohjausjärjestelmän muista toiminnoista ja niiden variaatiot pystytään valitsemaan vasta, kun tiedetään järjestelmän muut moduulit. Teknisesti moduulien X ja Z rajapinnat pysyvät muuttumattomina, mutta niiden varianttien ominaisuudet vaihtelevat. Tätä varten työkaluun lisättiin vielä kaavat tukemaan käyttäjää näiden moduulien kanssa. Syvempää konfiguraattoria ei työkalusta lähdetty tehdä, koska tällä hetkellä sen päätehtävänä on olla apuna moduulien muodostuksessa ja niiden sisältöjen hallinnassa.

4.5.3 Tuotteen moduulien järjestäminen myyntisarjoiksi

Moduloimalla saliohjausjärjestelmä haluttiin selkeyttää sen tuoterakennetta ja tehdä siitä helpommin asiakastarpeisiin kohdennettava tuote. Vaarana on, että myynnin ja asiakkaan näkökulmasta ohjausjärjestelmän moduuleihin jakaminen luo vain lisää yhdisteltäviä ominaisuuksia ja kokonaiskuva sekoittuu entisestään. Myös ohjausjärjestelmän ohjelmisto on sen kehitysvaiheissa jakautunut osiin sen ominaisuuksien ja päätöimintojen mukaan. Lisäämällä nämä osat mukaan edellä esitettyyn työkaluun saatiin sirottua ohjausjärjestelmän ohjelmisto ja rauta entistä selkeämmin yhteen. Samoin erilaisia myyntisarjoja on jo aiemmin kaavailtu tehtäväksi. Ehdotuksena olikin, että tietty ohjelmiston osa yhdessä saman päätöiminnon moduulien kanssa muodostaisivat oman myyntisarjan. Näin helpotettaisiin tuotteesta puhumista ja sen rakenteen ymmärtämistä.

	A	B	C	D	E	F	G
	KIT	Päätöiminto	Ohjelmiston osat	Laitteet	Kiinnikkeet		
1							
2							
3							
4	KIT 1	Järjestelmän ohjaus	Ohjausjärjestelmän peruspaketti	Moduuli 1 - Kosketusnäyttö			
5				H Kosketusnäyttö pöydällä			
6							
7							
8	KIT 2	Päätöiminto	Lisäoptio ohjelmistolle	Moduuli 3 - Nimi	Moduuli 4 - Nimi		
9							
10							
11							
12	KIT 3	Päätöiminto	Ohjausjärjestelmän peruspaketti	Moduuli 5 - Nimi			
13			sis. KIT 1				
14							
15							
16	KIT 4	Päätöiminto	Ohjausjärjestelmän peruspaketti	Moduuli 6 - Nimi	Moduuli 7 - Nimi		
17			sis. KIT 1				
18							
19							
20	KIT 5	Päätöiminto	Lisäoptio ohjelmistolle	Sisältyy moduuli Y:hyn			
21							
22							
23							
24	KIT 6	Päätöiminto	Lisäoptio ohjelmistolle	Sisältyy moduuli Y:hyn			
25							
26							
27							
28	KIT 7	Päätöiminto	Ohjausjärjestelmän peruspaketti	Moduuli 8 - Nimi			

Kuva 28. Myyntisarjat lisätyinä moduulialustaan.

Yksi myyntisarja (KIT kuvassa 28) pitäisi sisällään yhden saliohjausjärjestelmän päätöiminnon ja sen suorittamiseen vaadittavan ohjelmiston osan sekä samalle riville määritellyt moduulit. Huomioitavaa on, että osa myyntisarjoista sisältää vakiomoduuleita järjestelmän toimimisen kannalta, kun taas toiset myyntisarjat koostuvat valinnaisista moduuleista asiakkaan tarpeiden mukaan. Vakiomoduuleita sisältävät myyntisarjat on merkitty alleviivattuina. Näin nähdään selkeimmin, mitkä myyntisarjat ja sitä kautta moduulit ovat pakollisia käyttää järjestelmän kokoonpanossa.

Järjestelmän kokoonpanoa suunniteltaessa joitain päätöimintoja tullaan valitsemaan useampia kertoja erilaisina variaatioina, jotta ominaisuudet saliohjausjärjestelmälle laajenisivat. Myyntisarjojen kautta tätä suunnittelua ja sen rakennetta on silloin helpompi hallinnoida.

7							
8	KIT 2	Päätöiminto	Lisäoptio ohjelmistolle	Moduuli 3 - Nimi	Moduuli 4 - Nimi		
9				3-2 Variantti 2	4-1 Variantti 1		
10							
11							
12							
13	KIT 3	Päätöiminto	Ohjausjärjestelmän peruspaketti	Moduuli 5 - Nimi		Moduuli 2 - OR	
14			sis. KIT 1	5-1 Ominaisuus 1		2-2 Variantti 2	
15							
16	KIT 3	Päätöiminto	Ohjausjärjestelmän peruspaketti	Moduuli 5 - Nimi		Moduuli 2 - OR	
17			sis. KIT 1	5-2 Ominaisuus 2		2-2 Variantti 2	
18							
19							
20	KIT 3	Päätöiminto	Ohjausjärjestelmän peruspaketti	Moduuli 5 - Nimi		Moduuli 2 - OR	
21			sis. KIT 1	5-3 Ominaisuus 3		2-2 Variantti 2	
22							
23							
24	KIT 4	Päätöiminto	Ohjausjärjestelmän peruspaketti	Moduuli 6 - Nimi	Moduuli 7 - Nimi	Moduuli 2 - OR	
25			sis. KIT 1				

Kuva 29. Myyntisarja kopioituna moduulialustaan tarvittava määrä.

Kuvassa 29 on ympyröity kopioidut myyntisarjat. Näin järjestelmään lisätään tiettyjä toimintoja asiakkaan tarpeen mukaan. Toimintojen ominaisuuksia saadaan vaihdettua, valitsemalla sen moduulista eri variantteja kullekin myyntisarjalle (alleviivattuna).

Ajatuksena on, että myyntisarjojen kautta päästään nopeasti ja vaivattomasti kartoittamaan asiakkaalle hänen yksilöityjä tarpeitaan vastaava saliohjausjärjestelmä. Tulokset osiossa esitellään, miten työkalua voitaisiin jatkossa käyttää hyödyksi asiakasrajapinnassa asiakasräätälöidyn järjestelmän suunnittelussa ja tarjouslaskennassa.

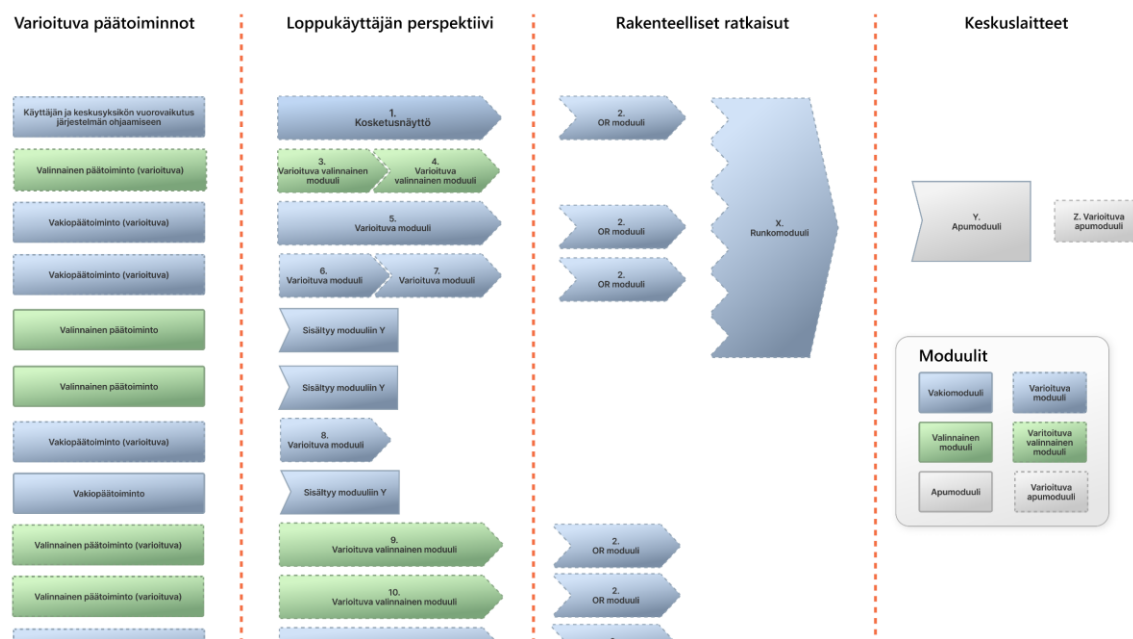
5 Tulokset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella leikkaussalin saliohjausjärjestelmälle luonnos modulaarisesta tuoterakenteesta sekä tehdä työkalu sen moduulien kokoamiseen ja hallintaan. Luvussa neljä käytiin läpi, miten esimerkkitoiminnon kautta hahmoteltiin pohja modulaariselle järjestelmälle ja miten sen moduloimista voidaan jatkaa tehdyn työkalun avulla. Tämä työkalu pitää nyt sisällään yhden esimerkkimoduulin ja pohjan tuotteen muille moduuleille. Järjestelmän moduulit järjestettiin vielä myyntisarjoiksi helpottamaan järjestelmän rakenteen ymmärtämistä ja tarjouslaskennan tekoa. Tässä luvussa esitellään, millainen on työssä syntynyt saliohjausjärjestelmän modulaarinen arkkitehtuurimalli sekä miten moduloimiseen tehtyä työkalua voidaan jatkossa käyttää suunniteltaessa yksilölliseen asiakastarpeeseen räätälöityä saliohjausjärjestelmää.

5.1 Saliohjausjärjestelmän modulaarinen arkkitehtuurimalli

Tämän opinnäytetyön edetessä syntyi saliohjausjärjestelmälle modulaarinen arkkitehtuurimalli tai tarkemmin sanottuna arkkitehtuurimallin luonnos, koska tuotetta ei tämän työn puitteissa ollut tarkoitus moduloida osatarkasti kokonaan. Tämä vuoksi saattavat jotkin moduulit muovautua vielä uudelleen. Kuten jo moduulien muodostumisesta kertovassa luvussa käsiteltiin, luonnoksen jokaiselle moduulille annettiin järjestysnumero ja nimi kuvaamaan sen toimintoa tai ominaisuutta. Variantit liitettiin moduuleihin numeroinnin avulla ja nimettiin kuvaaman tarkemmin sen tuottamaa ominaisuutta. Kuva 30

esittelee luonnoksen osan, josta käy ilmi periaate salinohjausjärjestelmän modulaarisesta arkkitehtuurista.

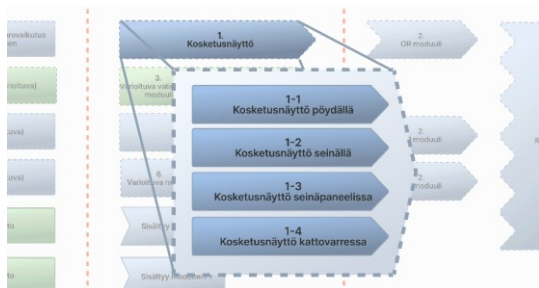


Kuva 30. Salinohjausjärjestelmän modulaarinen arkkitehtuurimalli (esimerkki).

Varioituva päätoiminto esittää salin ohjausjärjestelmän sen toiminnon, jolla yhdessä muiden päätoimintojen kanssa muodostetaan tuoteominaisuus ja näin vastataan esitettyyn asiakastarpeeseen. Varioituva päätoiminto koostuu samalla rivillä olevista moduuleista. Moduulien muodosta nähdään, liittyykö moduuli seuraavaan yhtenäisellä rajapinnalla. Joitakin moduuleita voidaan käyttää useamman kerran eri päätoimintojen alla. Näin vältetään liialliselta nimikkeiden määrältä. Samoin jonkin päätoiminnon moduulijonoa voidaan käyttää kokonaisuudessaan useampaa kertaa, jolloin ohjausjärjestelmän ominaisuuksia laajennetaan.

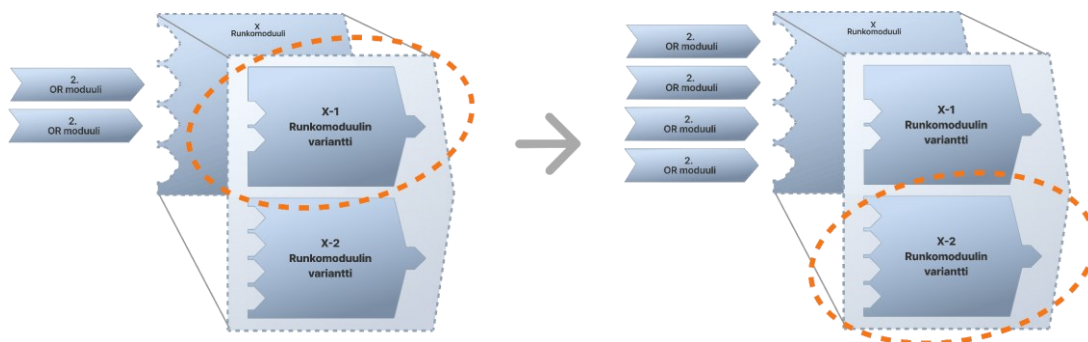
Moduloituun arkkitehtuurimalliin on kuvattu myös moduuleiden valinnaisuus. Kuva 30 havainnollistaa värein moduulien laadun. Vakiomoduulit löytyvät jokaisesta järjestelmästä. Valinnaiset moduulit ovat osa tuoteominaisuuksia eli asiakastarpeen mukaan lopputuotteeseen valittavia. Harmaat apumoduulit eivät anna pohjimmiltaan mitään arvoa suoraan asiakkaalle, mutta niitä on hyödynnettävä, jotta päätoiminnallisuus toteutuu. Todellisen loppukäyttäjän tarpeisiin kohdistettavan valinnaisuuden kertoo päätoiminto kuvan 30 vasemmassa laidassa.

Samalla rivillä olevilla moduuleilla tarkennetaan päätoiminnon ominaisuuksia valitsemalla se moduulin variantti, joka vastaa asiakkaan tarpeeseen (kuva 31). Varioituvat moduulit esitetään mallissa katkoviivoilla. Kaikkien moduulivarianttien rajapinnat on suunniteltu standardeiksi. Näin voidaan vapaasti valita moduulin variantti.



Kuva 31. Moduulin variantit.

Tuoterakennetta kuvaavan kuvan 30 yläreunassa on esitetty moduulien fyysistä ryhmitelyä. Loppukäyttäjän perspektiivistä valitut moduulit ja niiden variantit vaikuttavat loppukäyttäjän tarpeisiin. Rakenteellisten ratkaisujen alla olevat moduulit määräytyvät leikkaussalin ja sairaalan ympäristöstä. Nämä rajat ovat häilyviä ja tietyissä tilanteissa loppukäyttäjän valinnat vaikuttavat myös rakenteellisten ratkaisuiden ja keskuslaitteiden alla oleviin moduulien varianttien valintaan. Tämän vuoksi X-, Y- ja Z- moduulien variantit tulee määritellä viimeisenä saliohjausjärjestelmän kokoonpanoa suunniteltaessa. Kuvassa 32 esitetään, miten loppukäyttäjän tarpeet eli aiemmat moduulivalinnat vaikuttavat moduuli X:n variantin valintaan.



Kuva 32. Aiemmin valittujen moduulien vaikutus moduuli X:ään.

Jos moduuliin X yhdistyy vain kaksi vakioduulia, valitaan tuolloin sen varianteista X-1. Mikäli järjestelmään lisätään ominaisuuksia ja näin ollen valittujen moduulien määrä kasvaa, tulee moduulin X kohdalla valita Variantti X-2. Tämä sama logiikka pätee myös moduuliin Z, joka toimii erillisenä apumoduulina koko saliohjausjärjestelmälle.

5.2 Saliohjausjärjestelmän moduulityökalu

Saliohjausjärjestelmälle koottiin sen moduloidun tuotearkkitehtuurimallin pohjalta työkalu, jolla voidaan suunnitella jokaisen moduulin sisältö yksityiskohtaisesti. Tulevaisuudessa samaa työkalua voidaan käyttää moduulien hallintaan sekä saliohjausjärjestelmän kokoonpanon suunnitteluun. Työkalun avulla ohitetaan asiakkaan tarpeille räätälöidyn järjestelmän yksittäisten osien ja komponenttien erillinen suunnittelu nopeuttaen näin tarjouslaskentaa. Myyntisarjoja käyttämällä helpotetaan tuotteen ominaisuuksien kohdistamista tiettyihin asiakaskohtaisiin tarpeisiin.

Yksittäisten moduulien suunnittelussa ja hallinnassa käytetään hyväksi moduulitaulukoita, joita voidaan tulevaisuudessa muokata ja laajentaa tarpeiden mukaan rajapintojen pysyessä muuttumattomina. Saliohjausjärjestelmän kokonaisuutta hallittaessa työskennellään moduulien yhteisellä alustalla, josta käy ilmi moduulien sijainti järjestelmässä, niiden varioituvuusmahdollisuudet, tuotetiedot sekä niiden tuottamat toiminnot tai ominaisuudet. Myyntisarjojen kautta järjestellään moduulit päätoiminnoittain. Alustaan on lisätty myös ohjelmisto ja sen osat, jotta saliohjausjärjestelmän rakenne voidaan kerralla hahmottaa kokonaisena. Ohjelmiston osat sarake kertoo, mitkä ohjelmiston ominaisuudet tulee olla päivitettyinä saliohjausjärjestelmään sen toimivuuden takamiseksi. Seuraavaksi esitetään ote opinnäytetyön aikana muodostuneesta työkalusta.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
	KIT	Päätoiminto	Ohjelmiston osat	Laitteet	Kiinnikkeet ja liittimet	OR yhteydet	Runkoyhteydet	Keskuslaitteet													KIT	KIT hinta	Nimikkeet	Osalistat
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								
32																								
33																								
34																								
35																								
36																								

Kuva 33. Saliohjausjärjestelmän moduulityökalu.

Työkalun moduulialustalle on saliohjausjärjestelmän moduulit järjestetty myyntisarjoitain (KIT). KIT-sarakkeesta voidaan katsoa, mitkä sarjat ovat vakioita (alleviivattuja) ja mitkä asiakkaan tarpeen mukaan valittavissa. Samaa myyntisarjaa voidaan käyttää useamman kerran, joko täysin samanlaisena tai vaihtamalla myyntisarjan sisältämien moduulien variantteja, jolloin järjestelmä kasvaa ja ominaisuudet monipuolistuvat. Tällöin kopioidaan tarvittava määrä halutun myyntisarjan rivejä. Mikäli joitain vapaasti valittavia toimintoja ei järjestelmään haluta, voidaan niiden myyntisarjat poistaa alustasta. Kuvan 33 moduulialustassa on haluttu laajentaa järjestelmän ominaisuuksia kopioidamalla tarvittava määrä myyntisarjoja 3 ja 4, mutta samalla jätetty pois sarjat 5 ja 6.

Moduulit on ryhmitelty myyntisarjojen lisäksi niiden pääominaisuuksien ja/ tai sijainnin mukaan. Haluttu moduulin variantti valitaan sen alaspäinvalikosta. Varianttien tarkka sisältö on koottu omiin taulukoihinsa. Variantin valinnan jälkeen moduuli saa itselleen nimikkeen sekä hinnan. Kokonaishinta päivittyy varianttien valinnan mukaan ja esitetään omassa solussaan. Samaan aikaan päivittyy myös työkalun oikeassa laidassa saliohjausjärjestelmän kokoonpanon yhteenveto osalistoineen (kuva 33).

Moduulit X, Y ja Z tullaan valitsemaan viimeisenä, koska moduulin X variantti on riippuvainen edellä valituista moduuleista. Työkaluun on piilotettu kaavoja niin edellisistä moduuleista kuin rakennusteknisistä tarpeista, joiden kautta käyttäjä pystyy valitsemaan oikean variantin ja saa oikeat variantin tiedot tulostettua. Samoin moduulin Z variantin tietoihin vaikuttaa tietotekniset asiakastarpeet.

Moduuli 2		Moduuli X -Nimi		Moduuli Y		Moduuli Z	
määrät	Rakennustekniset huomiot	-	€	1 000 €	Tietotekniset huomiot		
5			XXXX	Yksikko			
				Salijärjestelmän			

Kuva 34. Moduulit X, Y ja Z moduulityökalussa.

5.3 Myyntisarjojen määrittäminen asiakastarpeisiin

Myyntisarjojen kautta päästään nopeasti kartoittamaan asiakkaan yksilöityjä tarpeita vastaava saliohjausjärjestelmä. Tämän vuoksi myyntisarjat on suunniteltu järjestykseen, jota myöden tarpeiden kartoitus on loogisinta ja helpottaa asiakasta hahmotta-

maan järjestelmän kaikki päätoiminnot. Pois lukien KIT 1, joka pitää sisällään myös viimeisenä määriteltävät moduulit X, Y ja Z. Vaikka tämä myyntisarja on modulointityökalun ensimmäisenä, on se kaavioitu määriteltäväksi viimeisenä edellä mainitusta syystä.

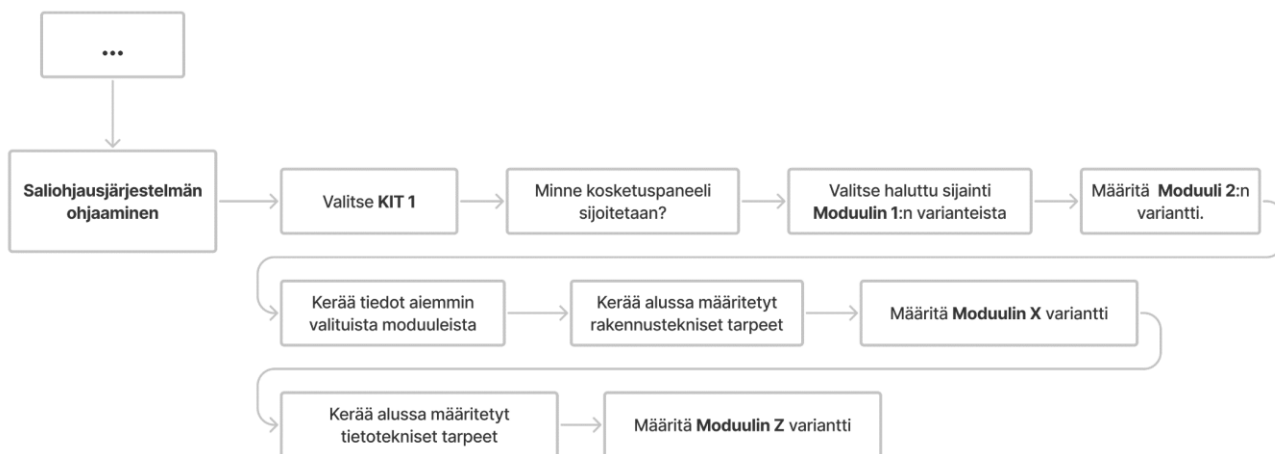
Yksittäisten asiakastarpeiden kartoituksen kulku on kuvattu kaaviolla, joka alkaa saliohjausjärjestelmän pääominaisuuksista jakautuen päätoimintoihin eli koottuihin myyntisarjoihin. Jokainen haluttu myyntisarja käydään läpi moduuli kerrallaan. Työkalussa laitteet sarakkeen alla olevien moduulien variantit määritellään käyttäjien mieltymysten mukaan. Näiden määrittämiseen on kaavioon sijoitettu tarkentavia kysymyksiä. Loput määräytyvät ympäristön vaatimuksista. Kuvan 35 kaavio on esimerkki kartoituksen kulusta.



Kuva 35. Kaavio yksittäisen saliohjausjärjestelmän asiakastarpeiden kartoituksesta.

Kaavion mukaan aluksi määritellään ympäristön luomat tarpeet ja kirjataan ne ylös työkaluun. Tämän jälkeen siirrytään loppukäyttäjän tarpeiden määrittelyyn myyntisarja kerrallaan. Ohjaavana tekijänä kartoituksessa on saliohjausjärjestelmän ominaisuudet. Mikäli ominaisuus halutaan saliohjausjärjestelmään, siirrytään kaaviossa oikealle määrittämään tarvittavat myyntisarjat ja niiden moduulit. Saliohjausjärjestelmän pakollisten päätoimintojen kohdalla, ei ole mahdollista ohittaa polkua kieltämällä ominaisuudet tarpeen (vrt. kaavion kohdat Ominaisuus 1 ja Ominaisuus 2). Näin varmistetaan järjestelmän toimiminen eri kokoonpanoissa.

Mahdollisesti kopioitavien sarjojen kohdalla kartoitetaan ensin niiden tarvittavat määrät (kuvassa 35 Ominaisuus 2:n polku). Tyypillisesti nämä myyntisarjat pitävät sisällään joitakin laitteita tai komponentteja. Tällöin määritellään kopioitujen sarjojen ensimmäiset moduulit eli valitaan niiden varianteista halutut laitteet tai komponentit. Tästä jatketaan määrittelemällä kunkin myyntisarjan jatkomoduulit. Tietty saliohjausjärjestelmän ominaisuudet vaativat toteutuakseen useamman päätoiminnon eli myyntisarjan. Tällöin yhden ominaisuuden polulla voidaan määrittää useampi myyntisarja kerrallaan. Kaavioon on lisätty tarkentavia kysymyksiä ohjaamaan tätä polkua. Saliohjausjärjestelmän jokainen ominaisuus käydään edellä esitetyn esimerkin mukaisesti. Viimeisenä määritellään järjestelmän ohjaamiseen liittyvä myyntisarja eli KIT 1, joka pitää sisällään myös muiden päätoimintojen kanssa yhteisiä toimintoja. Kuvan 36 kaaviossa on esitetty tämän määrittämisestä.



Kuva 36. Saliohjausjärjestelmän ohjaamiseen liittyvä asiakastarvekartoitus, KIT 1.

Saliohjausjärjestelmän ohjauksen määrittyspolkua ei ole mahdollista ohittaa sen vakio-moduulien ja sitä kautta pakollisen myyntisarjan vuoksi. Polkua edetään kuten aiemminkin. Modulointityökaluun oli piilotettu apufunktioita pitämään kirjaa aiemmin valituista moduuleista. Näiden ja kaavion alussa kartoitettujen rakennusteknisten tarpeiden kautta pystytään valitsemaan moduulille X oikea variantti. Samoin edetään moduuli Z kohdalla. Näiden kahden välissä oleva moduuli Y on aina vakio, jolloin sitä ei tarvitse huomioida tässä kartoituksessa.

Kuvan 35 kaaviota seuraamalla tulee kaikki saliohjausjärjestelmän moduulit määritettyä. Lopputuloksena saadaan saliohjausjärjestelmän osalista sekä niiden kokonaishinta. Tämä ei poista vaadittavaa erillistä saliohjausjärjestelmän suunnittelua, mutta luo pohjan tarjouslaskennalle nopeuttaen sen prosessia.

5.4 Opinnäytetyön tulosten palauteet ja kehitysehdotukset

Opinnäytetyön aikana muodostuneet modulaarisen arkkitehtuurimallin luonnos, modulointityökalu ja kaavio saliohjausjärjestelmän kartoituksesta esiteltiin tilaajayrityksessä. Tähän lukuun on koottu saadut palautteet ja kehitysehdotukset.

Tuotekehityksen ja tuotehallinnan näkökulma

Tulevaisuudessa saliohjausjärjestelmän moduulien muodostuksessa varmin lähtökohta moduloinnin käyttöönottoon olisi kartoittaa kokemusperäinen tieto tarvittavista toiminnoista ja pyrkiä ensimmäiseksi luomaan moduuleita, joita on käytetty noin 80 % tehdystä asennuksista. Tällä todennäköisesti päästäisiin nopeinten tehostamaan toimintaa. On syytä hyväksyä, ettei moduloinnilla tulla kattamaan 100 % projektin materiaali-tarpeista vaan jokaista projektia joudutaan räätälöimään, koska asiakaskohtaiset tarpeet ovat hyvin vaihtelevia.

On syytä myös huomioida asentajien kokemusperäinen tietämys projektien toteutuksista. Voisi olla aiheellista luoda projekti- tai leikkaussalikohtainen asennus-tarvike-moduuli, joka sisältäisi tyypillisesti tarvittavia pienasennusmateriaaleja. Tällainen pitäisi sisällään esimerkiksi nippusiteitä, eri kokoisia ruuveja ja kaapeleita, joiden yhteenlaskettu kustannus vastaa kulukustannusta yhdelle ylimääräiselle käynnille paikalliseen

rakennustarvikekauppaan. Tyypillisesti näitä tarvikkeita ei voida tarkkaan arvioida tarjousvaiheessa, mutta niiden välittömällä saatavuudella asennusvaiheessa on aikaa säästävä vaikutus.

Modulointityökalussa ei välttämättä tarvitse olla erillisiä osalistoja, koska kyseiset tiedot ovat kirjattu toiminnanohjausjärjestelmään. Työkalussa selvä myyntisarjan numero ja hyvin kuvaava nimi saattaisi riittää. Lisäksi työkaluun olisi hyvä luoda asiakkaalle välitettävä sivu, joka selkeästi ilmaisee suunnitellun saliohjausjärjestelmän päätoiminnot ja merkittävät ominaisuudet. Tällä sivulla pystyttäisiin vastaamaan tarjouspyyntöihin. Nykyinen työkalu on suunnattu enemmän kokoonpanoon.

Myyntisarjoissa on huomioitava, että tiettyjä ominaisuuksia ei voi mielin määrin lisätä vaan niillä on rajoitetut enimmäismäärät. Tämä rajoitus tulisi pystyä lisäämään modulointityökaluun tai ainakin kirjaamaan huomiona myyntisarjalle niin työkaluun kuin kartoitusta ohjaavaan kaavioonkin.

Yhtenä keinona tehostaa tarjousprosessia ja myös moduloinnin käyttöönottoa olisi luoda tarjouksia mallisaleista tai projekteista, joita tyypillisesti on toteutettu. Näistä voitaisiin suoraan tehdä asiakkaalle budjetäärisiä tarjouksia tai käyttää niitä muokattavana lähtökohtana varsinaisen tarkan tarjouksen laskennassa.

Myyntin näkökulma

Saliohjausjärjestelmän asiakkaat ovat moniammatillinen ryhmä, jossa on niin rakennusalan, tietotekniikan kuin hoitoalankin asiantuntijoita. Modulointityökalun asiakkaalle tulostettavassa sivussa tulee miettiä, minkä alan ihmisiä lukijoina on, miksi ja kenelle se tehdään. Loppukäyttäjät kaipaavat erilaista tietoa kuin rakennustekniikan puoli.

Myyntin näkökulmasta työkalun tulisi olla vielä enemmän loppukäyttäjälähtöistä. Nyt käsitellään paljon moduuleita, joista loppukäyttäjät eivät välitä eivätkä välttämättä ymmärräkään mitään. Opinnäytetyön aikana tehty työkalu nopeuttaa kokoonpanon suunnittelua, mutta ei palvele niin hyvin asiakastarpeiden kohdistuksessa. Moduuleita on paljon ja niissä on paljon valittavia ominaisuuksia. Loppukäyttäjille työkalua suunna-

nessa olisi hyvä puhua ennemmin opinnäytetyössä esitetystä abstraktista arkkitehtuurista, jossa tuote on pilkottu päätoimintoihin menemättä kuitenkaan syvällisemmin teknisiin yksityiskohtiin. Nämä päätoiminnot esiintyvät myös moduloituvuuskalussa myyntisarjoina, mutta ne tulisi nimetä selkeämmin ja entisestään suunnata enemmän loppukäyttäjille. Tällöin ne ohjaavat tarpeiden määrittelyssä parhaiten.

Työkalua tulisi automatisoida niin paljon kuin mahdollista. Tämä vaatisi kehittyneemmän tuotekonfiguraattorin. Tällä hetkellä suunnitellussa työkalussa tietyt muuttumattomat tiedot tulee valita useamman kerran eri myyntisarjoihin. Samoin myyntisarjojen eli työkalun rivien poistaminen ja kopioiminen on haastavaa käytännöntyössä. Se lisää riskejä virheisiin. Todellisen hyödyn myynti saa, kun saadaan karsittua kaikki itseään toistava työ pois ja automatisoitua moduuleiden valintaa mahdollisimman paljon.

6 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin massaräätälöinnin perusteisiin ja sen edellyttämään modulaariseen tuoterakenteeseen. Tavoitteena oli luoda Merivaaran leikkaussalin saliohjausjärjestelmälle luonnos modulaarisesta tuoterakenteesta ja sitä kautta työkalu yksityiskohtaisten moduulien luomiseen ja hallintaan. Tämän opinnäytetyön teko-
hetkellä jokainen leikkaussalin saliohjausjärjestelmä määritellään ja suunnitellaan projektikohtaisesti asiakastarpeiden mukaan. Laajentuneen tuoterakenteen myötä yksittäisten nimikkeiden määrä on kasvanut suureksi hankaloittaen tarjouslaskentaa ja tuotehallintaa. Modulaarisen tuoterakenteen ja tuotteen massaräätälöinnin katsottiin olevan yksi mahdollisuus keventää tuotehallintaa ja tilaus-toimitusprosessia.

Työssä käytiin läpi tuotteen moduloimiseen liittyvä polku saliohjausjärjestelmän yhtä esimerkkitoimintoa tarkastellen aina tarvekartoituksesta moduulin kokoonpanon rakentamiseen. Polun eri vaiheissa kohta kohdalta pyrittiin huomioimaan myös muut saliohjausjärjestelmän toiminnot, jotta modulaarinen rakenne pystyttäisiin kasaamaan, mutta yksityiskohtiin ei menty sen laajuuden vuoksi. Muutaman päätoiminnon tiedetään vaativan syvällisempää läpikäyntiä vielä uudelleen. Rajapintojen määrittäminen vakioiksi oli ja tulee olemaan tulevaisuudessakin haastavaa, koska liitännät voidaan toteuttaa

useilla tietoliikennetarkoituksilla ja saattavat vaatia tapauskohtaisia toteutuksia. Kuten tilaajayrityksen palautteessa todettiin, tulee hyväksyä, ettei järjestelmä tule olemaan täysin modulaarinen.

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin, mutta lopulliseen modulaarisuuden arviointiin tulee vielä panostaa. Aluksi määriteltiin tarpeet ja modulointia ohjaavat tekijät. Modulointi päädyttiin suorittamaan mahdollisimman asiakasvarioituvasti, jolloin järjestelmän tuotanto, logistiikka ja asennus jäivät taka-alalle. Vaikka moduulien muodostuksen aikana pyrittiin huomioimaan myös näiden tavoitteet ja tarpeet, on tulevaisuudessa nämä huomioitava vielä paremmin ja käytävä toiminto tai moduuli yksi kerrallaan läpi.

Opinnäytetyön lopputuloksena oli luonnos modulaarisesta arkkitehtuurimallista, työkalu moduulien luomiseen ja yksi esimerkkimoduuli. Projektissa käytiin läpi pääpiirteittäin kaikki tuotteen toiminnallisuudet ja ominaisuudet, mutta tarkemman analyysin jälkeen saattaa osa moduuleista vielä muokkautua. Vaikka saliohjausjärjestelmän päätoiminnot jouduttiin pilkkomaan useampaan moduuliin ei asiakastarpeiden kytkeytyminen yksittäisiin moduuleihin hämärtynyt. Yksittäiset moduulit vastaavat joko loppukäyttäjien tarpeisiin tai sairaalateknisiin vaatimuksiin.

Modulointityökaluun sijoitettiin luonnoksen mukaisesti moduulit ja yhdelle moduulille koottiin sen osaluettelo. Tämän esimerkkimoduulin kautta pystyttiin peilaamaan muidenkin moduulien käyttöä tulevaisuudessa työkalun avulla. Työkalu vaatii vielä parantelua. Teknisesti sitä voidaan hyödyntää moduloinnissa ja moduulien hallinnassa, mutta kokoonpanon suunnitteluun ja tarjouslaskentaan tulee vielä paneutua, mitä tarkalleen sen tulisi pitää sisällään ja miten työkalun käyttö saadaan sujuvammaksi.

Jatkossa voidaan siis modulointipolun periaatteita ja moduulityökalua hyväksi käyttäen moduloida koko saliohjausjärjestelmä yksityiskohtaisesti, ja näin saavuttaa modulaarisen tuoterakenteet hyödyt. Tulevaisuudessa tulee analysoida, saavutetaanko tuotteen massaräätälöinnillä eli joustavilla prosesseilla, esituotettujen osien suunnittelulla ja kokoonpanolla sekä pienillä puskurivarastoilla toivotut hyödyt vai onko saliohjausjärjestelmän asiakastarpeet liian yksilöllisiä, jolloin kannattavampaa on pyrkiä tehostamaan yksittäistuotannon prosesseja. Tulee pohtia, ollaanko valmiita vakioimaan saliohjausjärjestelmän ominaisuuksia ja rajaamaan joitain asiakkaan mahdollisuuksia vaikuttaa tuotteen ominaisuuksiin. Modulaarista tuoterakennetta voidaan silti hyödyntää tietyiltä osin,

vaikka päädyttäisiin jatkamaan tuotteen yksittäissuunnittelussa kokoonpanon, varastoinnin ja asentamisen suhteen.

Moduloinnin haluttiin palvelevan isolta osalta myyntiä ja asiakaskohtaamisia. Työn aiheen pidemmän ajan tavoitteena oli selkeyttää saliohjausjärjestelmän tuoterakennetta ja tehdä siitä helpommin asiakastarpeisiin kohdennettava tuote. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi hahmoteltiin saliohjausjärjestelmälle myyntisarjat, jotka sijoitettiin moduulintyökaluun. Saliohjausjärjestelmän tarpeiden määrittely esitettiin kaaviolla, jonka avulla käydään läpi systemaattisesti aiemmin määritellyt yleiset asiakastarpeet ja näin saadaan täsmennettyä räätälöidyt asiakaskohtaiset tarpeet. Moduulityökalua tulee jatkossa jalostaa vielä suoraviivaisemmaksi ja automatisoida sitä niiltä osin kuin mahdollista. Kehittyneen konfiguraattorin avulla vähennetään entisestään suunnittelun tarvetta sekä autetaan asiakasta hahmottamaan paremmin omat tarpeensa ja tilaamansa tuotteen rakenne. Tulevaisuudessa tulee arvioida, voidaanko samaa konfiguraattoria hyödyntää niin asiakasrajapinnassa kuin saliohjausjärjestelmän kokoonpanon ja asennuksen suunnittelussa vai tulisiko asiakkaille määritellä heidän tarpeidensa mukaan enemmän loppukäyttäjäsuuntautunut konfiguraattori.

Lähteet

- 1 Ahoniemi, Lea; Mertanen, Markus; Mäkipää, Marko; Sievänen, Matti; Suomala, Petri & Ruohonen, Mikko. 2007. Massaräätälöinnillä kilpailukykyä. Teknologiateollisuuden julkaisu 7/2007. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.
- 2 Hietikko, Esa. 2021. Tuotekehitystoiminta. 4. painos. Helsinki: BoD – Books on Demand.
- 3 Soronen, Olli. 1999. Massaräätälöinti asiakasmyönteisessä tuotannossa. Helsinki: Metallisteollisuuden keskusliitto, MET.
- 4 Pulkkinen, Antti & Huhtala, Petri. 2009. Tuotettavuuden kehittäminen. Teknologiateollisuuden julkaisu 4/2009. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.
- 5 Lean-ajattelu. 2022. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lean-ajattelu/>> Luettu 24.3.2022.
- 6 Massaräätälöinti. 2022. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/massaraatalointi/>> Luettu 24.3.2022.
- 7 Tuotantomuodot: tilauksen kohdennuspiste (opp). 2022. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/>> Luettu 24.3.2022.
- 8 Österholm, Jussi & Tuokko, Reijo. 2001. Systemaattinen menetelmä tuotemodulointiin – Modular function deployment. MET-julkaisu 21/2001. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto, MET.