



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Pasi Korri

Tuotekehityksen prosessikuvaus ja modulointi

Tuuletus- ja pyykinkuivaustelineet

Opinnäytetyö

Kevät 2021

SeAMK Tekniikka

Kone- ja tuotantotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SEAMK tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Pasi Korri

Työn nimi: Tuotekehityksen prosessikuvaus ja modulointi

Ohjaaja: Kitinoja Kimmo

Vuosi:2021

Sivumäärä: 37

Liitteiden lukumäärä: 2

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Kauhavalla sijaitsevan Markki Oy:n tuotekehitysprosessia ja kehitettiin modulointia tuuletus- ja raskasteline mallistossa. Opinnäytetyössä selvitettiin tuotekehitysprosessin nykytila ja tutkittiin mahdollisia kehityskohteita.

Markki Oy on kotimaisten kattoturva- ja pihapiirin tuotteiden sopimusvalmistaja, joka työllistää tällä hetkellä noin 20 työntekijää. Yrityksen moderni konekanta mahdollistaa haastavien tuotteiden suunnittelun ja valmistuksen.

Tutkimuksen teoriaosuudessa selvitettiin tuotekehityksen toimintaa prosessimalleihin perustuen. Tarkastelu painottui Ulrich ja Eppingerin lineaariseen malliin ja Cooperin Stage-Gate malliin. Stage-Gate toimintamallin rakenne vaihe-portti ratkaisuihin oli useissa tarkastelluissa teoksissa toimintamallina ja tähän pohjautuu työssä laadittu toimintamalli. Lisäksi työssä selvitettiin tuotteen modulointia käsitteenä, moduloinnin vaiheita ja rakennetta. Moduloinnin vaiheista ja käsitteistä työhön saatiin tietoa kotimaisista teoksista, joissa on kerrottu tuotantostrategian kehittämisestä ja modulointimenetelmistä.

Työssä laadittiin vaihtoehtoinen vaiheistettu prosessimalli tuotekehitykseen. Prosessimallin keskeisenä ideana on porttien kysymykset, joissa tarkastellaan edellisen vaiheen tuotokset ja varmistetaan laadituilla kysymyksillä projektin jatkamisen edellytykset. Tuotekehitystyönä suoritettiin lisäksi tuuletus- ja raskastelineiden malliston modulointisuunnitelma, jossa apuna käytettiin vaihtoehtoisia tuotekehitysprosessimallia. Modulointisuunnitelmassa tuotteesta laadittiin useita erilaisia 3D-prototyyppimalleja, joista kaksi versiota eteni testaus- ja jatkokehitysvaiheeseen. Prosessin kehittäminen ja moduloinnin laajentaminen tuotteissa on ollut todella mielenkiintoinen työ. Prosessin toimivuus ja tuotteiden modulaarisuus on merkittävä kilpailuetu yrityksen toiminnassa ja tuotteiden myynnin lisäämisessä.

Asiasanat: tuotekehitysprosessi, Stage-Gate, modulointi.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Pasi Korri

Title of thesis: Product development process and modulation

Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2021

Number of pages: 37

Number of appendices: 2

The purpose of the thesis was a product development process of Markki Oy to develop the modulation process of heavy carpet rack models. The thesis investigated the current state of the product development process, and possible areas of development were also studied. Markki Oy, located in Kauhava, is a contract manufacturer of roof safety, house and yard products. The company employs twenty people. The company's modern machinery enables designing and manufacturing very challenging products.

The theoretical part focused on the product development of process-based models. Two main models were referred to in the thesis: Ulrich and Eppinger's linear model and Cooper's Stage-Gate model. Especially the Stage-Gate operating model has been widely used as a theoretical framework in the research of product development processes. Information on the modulation phases was found in Finnish studies. The national publications were a good source of information for the modulation method and the development of production strategy.

As a result of the thesis, an alternative phase-based process model was developed for the product design. An essential idea for the process model was the Stage-Gate questions which focused on examining earlier phase results. The specified questions ensure the continuation of a project. Creating a modulation model for the product development was also a part of the thesis. The modulation was made for heavy carpet rack models. Several 3D-prototype models were designed. Two of the designed prototype models proceed to the testing- and further development phase. The process development and the modulation development have been very interesting areas of investigation. Process functionality and product modulation provide an important competitive advantage on daily activities and in product sales promotion.

Keywords: product development process, Stage- Gate, modulation.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuvioluettelo	6
Käytetyt termit.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tavoite	8
1.2 Työn rakenne	8
1.3 Yritysesittely	8
2 TUOTEKEHITYSPROSESSI.....	10
2.1 Tuotekehityksen tavoitteet.....	10
2.2 Lineaarinen tuotekehitysprosessimalli	10
2.3 Stage-Gate -tuotekehitysprosessimalli	13
2.4 Uudistettu Stage-Gate malli.....	16
3 TUOTTEEN MODULOINTI.....	18
3.1 Moduloitu tuoterakenne.....	18
3.2 Moduloinnin vaiheet	19
3.3 Modulaarinen järjestelmä	21
3.4 MFD-modulointi menetelmä	23
3.4.1 Modulointi tuotesuunnittelussa.....	23
3.4.2 Modulointi ja standardointi tuotannossa	24
3.4.3 Vaikutus muissa toiminnoissa	24
4 MARKKI OY TUOTEPROSESSIN KEHITTÄMINEN	25
4.1 Vaiheistetun porttimallin soveltaminen	25
4.2 Modulaarisuus tuuletus- ja pyykinkuivaustelineissä.....	29
5 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	36

LIITTEET	37
----------------	----

Kuvioluettelo

Kuvio 1. Tuotekehitysprosessimalli Ulrich ja Eppinger.....	12
Kuvio 2. Stage-Gate® -malli.	13
Kuvio 3. Uudistettu Stage-Gate® -malli.	17
Kuvio 4. Moduloinnin prosessi.	19
Kuvio 5. Arvoketjun perusmalli.....	21
Kuvio 6. Modulaarinen järjestelmä.	22
Kuvio 7. Yrityksen nykyinen tuotekehitysprosessi.....	25
Kuvio 8. Tuotekehitysprosessin vaihtoehtoinen toimintamalli.	27
Kuvio 9. Hevi tuuletus ja pyykinkuivausteline.....	30
Kuvio 10. Näkymä Autodesk Inventor 3d-Sunnitteluohjelmistosta.	31

Käytetyt termit

Arvoketjuanalyysi	Menetelmä yrityksen taloudellisen kilpailuedun tunnistamiseen ja resurssien kohdistamiseen.
Konsepti	Kuvaa tuotteen muotoa, toiminnallisuutta ja ominaisuuksia.
Modulointi	Tuotteen jaottelu omiksi yksiköiksi. Yksiköillä on tarkat ja vakiodut rajapinnat. Rajapintojen avulla yksiköitä voidaan yhdistää ja vaihtaa
Modular Function Development (MFD)	Systemaattinen tuotemodulointi menetelmä.
Stage-Gate®-malli	Tuotekehityksen vaihe-portti -prosessimalli.
Tuotekehitysprosessi	Tuotekehitystoiminnan ohjaus- ja hallintatyökalu.
Tuotevariantti	Yhteisen perusmoduulin ja variointimoduulin muodostama kokoonpano.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoite

Työn tavoitteena on selvittää tuotekehitysprosessin nykytila ja ehdottaa tuotekehitysprosessiin mahdollisia kehityskohteita. Tuotekehitystyönä suoritetaan lisäksi tuuletus- ja raskastelineiden malliston modulointisuunnitelma. Mallistojen yhdistämisellä ja moduloinnin kehittämisellä saavutettaisiin huomattavaa selkeyttä ja joustavuutta tuotantoon, varastointiin ja myyntiin. Modulointityön yhtenä osa-alueena on malliston visuaalisuuden kehittäminen.

1.2 Työn rakenne

Alussa käydään läpi työn tausta ja tavoitteet sekä kerrotaan yrityksen tiedot yritysesittelyssä. Seuraavaksi on teoriataustaa tuotesuunnittelusta, tuotekehitysprosessimalleista ja modulaarisuudesta. Lopuksi käytännön suunnitteluosuudessa sovelletaan modulaarisuutta ja tehdään kehitysehdotuksia tuotesuunnitteluprosessiin.

1.3 Yritysesittely

Markki Oy on kotimaisten kattoturva- ja pihapiirituotteiden ja metalliteollisuuden sopimusvalmistaja. Yrityksen tuotantotilat sijaitsevat Etelä-Pohjanmaalla Kortesjärvellä, joka on osa Kauhavan kaupunkia. Markki Oy:n juuret ovat perheyrityksestä Kortesjärvellä. Metalliteollisuuden yritysomistuksiin keskittyvä Merrox Oy on omistanut 100 % yrityksen osakekannasta vuodesta 2018. Vuonna 2019 Markki Oy:n liikevaihto oli 3,7 milj. euroa. Kasvua edellisvuoteen verrattuna oli 21 %. Henkilöstömäärä oli vuonna 2019 noin 20.

Yritys valmistaa pihapiirin tuotteet sekä katto- ja tikastuotteen yhtenä alan kokeneimmista toimijoista Suomessa. Tuotevalikoima käsittää laaja-alaisesti omakoti-, kerros- ja rivitalokohteet sekä julkiset rakennukset. Kattoturvatuotteet myydään tukkuliikkeiden ja liikeketjujen kautta. Markki-tuotteita myydään hyvin varusteissa rautakaupoissa. Asiakkaina on kattovalmistajia sekä yksittäisiä metalliteollisuuden toimijoita. Kattoturvatuotteita myydään myös muihin Pohjoismaihin sekä Baltian maihin. Sopimusvalmistuksena tehdään vaativaa putkentaivutusta sekä ohutlevyjen leikkausta ja taivutusta teollisuuden tarpeisiin. Toimintoihin

kuuluu 3D-suunnittelua ja mallinnusta sekä 3D-mittausta sopimusvalmistusasiakkaille. Yrityksen automaatioaste on korkea ja tuotantoympäristöä kehitetään jatkuvasti. Henkilöstön osaamiseen ja kehittämiseen panostetaan mm. koulutuksen avulla. Markki-tuotteet valmistetaan kotimaassa, kotimaisena työnä ja läheltä hankituista raaka-aineista. Osalle tuotteista on myönnetty avainlippu tunnus. Markki tuotteet ovat testattuja, turvallisia ja mukautuvat rakennuskohteen mukaan. (Markki Oy, [viitattu 28.2.2021].)

2 TUOTEKEHITYSPROSESSI

Tuotekehitysprosessin avulla on mahdollista tehokkaasti ohjata ja toteuttaa tuotekehitysjärjestelmän työskentelyä. Prosessien kuvaus ja käyttöönotto edistää huomattavasti tuotekehityksen järjestelmällisyyttä, ohjattavuutta ja kokonaisnäkemyksiä. Samalla resurssien hallinta ja tulosten laatu parantuu. Tuotekehitysprosessin vahvuus on laaja-alaisuus, jossa tarvitaan yhteistyötä tuotekehityksen, markkinoinnin, myynnin ja tuotannon välillä. Yhteistyö mahdollistaa tuotteen toteuttamisen julkaisuvalmiiksi haluttuna ajankohtana. (Martinsuo, Aalto & Artto 2003, 36–39.)

Uudet tuotteet ja tuotepäivitykset perustuvat kehitysvaiheeseen, joka on voitu nimetä tuotekehitys- tai innovaatioprosessiksi. Innovaatioprosessi on hyvin laaja-alainen toiminto. Siihen liittyy valmistuskelpoisuuden suunnittelun lisäksi useat huomioon otavat näkökohdat, kuten markkinointi, liiketoiminta, politiikka ja kulttuuri. Tämän vuoksi innovaatiotoimintaan osallistuu henkilöitä suunnittelun lisäksi esimerkiksi markkinoinnista, valmistuksesta sekä myynnistä. Kyseessä on laaja kokonaisuus, joka vaatii tarkkaa johtamista. Tuotekehitystoiminta kuvaa prosessia, jonka päämäärä on uusi tuote tai tuoteparannus. (Hietikko 2015, 17–18.)

2.1 Tuotekehityksen tavoitteet

Tuotekehitys kuvaa toimintaa, jonka tavoitteena on uusien tuotteiden suunnittelu tai aiemmin kehitettyjen tuotteiden parannettujen versioiden valmistaminen. Tuotekehitys prosessina muodostuu useasta vaiheesta. Vaiheita ovat esimerkiksi tuoteideoiden etsiminen, laaja-alainen tiedonhankinta kehitysnäkymistä, markkinoista ja tuotekehitysprosessin käynnistämisen mahdollistavien tietojen selvittäminen. Tuotekehitystoimintaan kuuluu myös optimointia, työpiirustusten luontia, käyttöohjeiden laadintaa ja kehittämistä esimerkiksi tuotantomenetelmiin. (Jokinen 2010, 9.)

2.2 Lineaarinen tuotekehitysprosessimalli

Tuotekehityksen prosessin esittämisen yksi mahdollisuus on käyttää Ulrich ja Eppingerin kehittämää mallia, joka on esitetty kuviossa 1. Mallissa eteneminen aloitetaan suunnittelusta. Seuraavana vaiheena on konseptin kehitys, jota jatketaan niin kauan, että voidaan siirtyä järjestelmätason suunnitteluun. Kokonaiskuvan muotouduttua siirrytään yksityiskohtien suunnitteluun. Prototyypin valmistumisen jälkeen suoritetaan testaus ja tarvittava jatkokehitys.

Viimeisessä vaiheessa valmiin tuotteen tuotanto käynnistetään. Edellä kuvattu vaihemalli on yleiskuvaus prosessista ja vaiheiden aikana tapahtuu katselmointeja ja konseptin seuranta. Ulrich ja Eppinger ovat tarkentaneet vaiheiden sisäisiä toimintoja erillisissä kaavioissa ja kuvauksissa. Tämän tuotekehitysprosessimallin erilaisia sovelluksia on käytössä laajasti suomalaisissa teollisuusyrityksissä. (Martinsuo ym. 2003, 36.)

Kuviossa 1. esitettyä vaihetta 0 kutsutaan myös esisuunnitteluvaiheeksi. Siinä tavoitteena on laatia projektisuunnitelma, jossa määritellään kohdemarkkinat, liiketoiminnan tavoitteet, keskeisimmät oletukset ja rajoitteet. Suunnitelman tekeminen alkaa mahdollisuuksien tunnistamisella, jota ohjaa yrityksen strategia. Konseptin kehitysvaiheessa tunnistetaan kohdemarkkinoiden tarpeet, kehitetään vaihtoehtoiset konseptit ja valitaan yksi tai useampi konsepti jatkokehitykseen. Konsepti kuvaa tuotteen muotoa, toiminnallisuutta ja ominaisuuksia. Konsepti esitetään kannattavuuslaskelmina, tuotespesifikaationa ja kilpailijavertailuna. (Ulrich & Eppinger 2012, 15.)

Järjestelmätason suunnitteluvaiheessa määritellään arkkitehtuuria (layout): tuotteelle määritellään päämittoja ja tuoterakennetta, sekä jaetaan tuotetta osakokoonpanoihin ja moduuleihin. Myös tärkeimpien osien esisuunnittelu toteutetaan. Alustava tuotantosuunnitelma ja kokoonpanosuunnitelma laaditaan. Tässä vaiheessa tuotteelle tehdään analyysia oston ja omavalmistuksen vertailun näkökulmasta. Vaiheen lopputuotos sisältää geometrisen suunnittelumallin, moduulien toiminnallisuuden määrittelyn ja suunnitelman loppukokoonpanon prosessille. (Ulrich & Eppinger 2012, 15.)

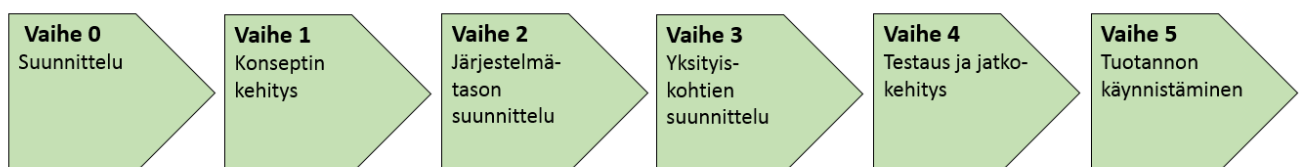
Yksityiskohtaisen suunnittelun vaiheeseen kuuluu materiaalien, geometrioiden ja toleranssien tarkka määrittely sekä päätetään ostettavat standardikomponentit. Lisäksi vahvistetaan käytettävät tuotannon ja kokoonpanon prosessikaaviot. Tuotantosuunnitelma päätetään ja osan valmistuksessa tarvittavat työkalut suunnitellaan. Tuotteiden 3D-mallit ja piirustukset valmistetaan. Kriittisimmät prosessissa seurattavat ominaisuudet, materiaalin valinta, tuotantokustannukset ja tuotteen toiminnallisuus lukitaan tässä vaiheessa. (Ulrich & Eppinger 2012, 15.)

Testaus- ja jatkokehitysvaiheessa valmistetaan prototyyppejä tuotteesta ja keskitytään hienosäätämään se valmiiksi markkinoille. Ensivaiheen prototyypit valmistetaan vastaaviksi kuin tulevat tuotantokappaleet, materiaalien ja geometrian ollessa identtiset kuin tulevalla tuotteella, mutta niitä ei välttämättä vielä valmisteta varsinaisella käyttöön tulevalla linjastolla.

Prototyyppejä voidaan tässä vaiheessa joutua valmistamaan useita kappaleita havaittujen kehityskohteiden vuoksi. Ensivaiheen prototyyppejä testataan ja näin varmistetaan tuotteen toimivuus halutulla tavalla sekä tarkastellaan asiakasvaatimusten toteutumista. Myöhemmän vaiheen prototyypit valmistetaan suunnitellulla tuotantoprosessilla, mutta kokoonpano voidaan vielä toteuttaa tässä vaiheessa ilman lopullista kokoonpanolinjaa. Näillä prototyypeillä tehdään laajempia sisäisiä testauksia. Myös rajatun asiakasjoukon käyttö testaamiseen tässä vaiheessa on mahdollista. Tällä toimenpiteellä saadaan mahdollisimman paljon tietoa tuotteesta todellisessa käyttöympäristössä. Tavoitteena on saada tietoa myös tuotteen luotettavuudesta ja suorituskyvystä. Tämä toimenpide mahdollistaa muutosten tekemisen tuotteeseen ennen tuotannon käynnistämistä. (Ulrich & Eppinger 2012, 15.)

Viidennessä vaiheessa tuotanto käynnistetään, tuote valmistetaan ja kokoonpano suoritetaan suunnitellulla linjastolla. Käynnistysvaiheessa testataan järjestelmän kapasiteettia ja koulutetaan tuotannon työntekijät uuden tuotteen valmistusprosessiin. Samalla mahdolliset tuotantohaasteet selvitetään. Prosessin aikana valmistuneita kappaleita voidaan toimittaa valikoidulle asiakasryhmälle, jotta voidaan löytää vielä mahdolliset kehityskohteet tuotteesta. Siirtyminen jatkuvaan tuotantoon tapahtuu yleensä portaittain ja julkaisu markkinoille päätetään suunnitellussa aikataulussa. Projektille suoritetaan tarkastelu määrätyn ajan kuluttua julkaisusta. Tarkastelussa arvioidaan tuotetta teknisen ja kaupallisen näkökulman kautta. Tavoitteena on tunnistaa kehityskohteet tuleville projekteille. (Ulrich & Eppinger 2012, 16.)

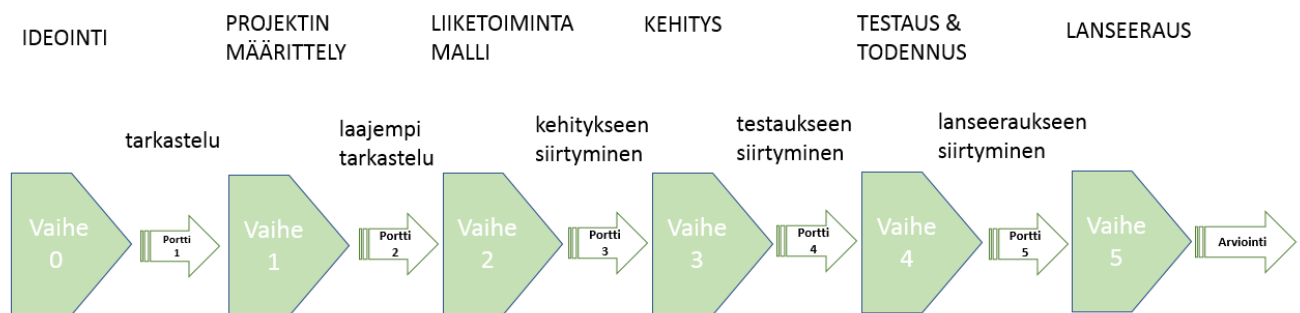
Ulrichin ja Eppingerin malli kuvaa yleisellä tasolla prosessin etenemistä ja painottuu designiin. Seuraavassa luvussa esitelly Cooperin Stage-Gate malli kuvaa tuotekehityksen vaiheista, sisältöä ja päätöksentekoportteja painottuen liiketoiminnan näkökulmaan. (Kuvio 2.) Myös Cooperin mallin sovelluksia on käytössä suomalaisten yritysten tuotekehitystoiminnan ohjauksessa. (Martinsuo ym. 2003, 36.)



Kuvio 1. Tuotekehitysprosessimalli Ulrich ja Eppinger (mukaillen Ulrich ja Eppinger 2012, 9).

2.3 Stage-Gate -tuotekehitysprosessimalli

Tässä työssä tarkastellaan yleisesti käytössä olevaa Stage-Gate® -mallin rakennetta ja kerrotaan sen uudistetusta versiosta. Mallissa edetään johdonmukaisesti projekti-ideasta tuotteen markkinoille saattamiseen. Periaate on esitetty kuviossa 2. Prosessiin sisältyy vaiheet ja portit varmistamaan toiminnan hallittua etenemistä tuoteprosessin vaiheesta toiseen. Vaiheet on selkeästi jaoteltu ja portti toimii edellisen vaiheen tarkastelupisteenä. Suunnittelussa ja kehittämisessä kerätään tietoa, joka mahdollistaa projektin etenemisen ja portti on tarkastelupiste edellisen vaiheen aikaansaannoksille ja portilla tehdään päätös projektin jatkosta. (Cooper 2011, 83, 99–102.)



Kuvio 2. Stage-Gate® -malli (mukaillen Cooper 2011, 102).

Ideointivaiheen tarkoitus on tuottaa laajasti erilaisia ideoita, joista voidaan mahdollinen tuotekehitysprosessi käynnistää. Ideapankkiin voidaan kerätä tietoa laajasti esimerkiksi toimialan markkinoita aktiivisesti tutkimalla. Yrityksen työntekijöiltä löytyy myös usein ideoita tuotteiden parantamiseksi tai uudeksi innovaatioksi. Asiakkailta on näkemystä tarpeista ja heiltä on mahdollista saada hyviä ideoita projektiin. Ideointivaiheessa mitään ideoita ei suljeta pois vaan niitä kerätään laajasti ja paljon. Useat yritykset pitävät ideointivaihetta niin tärkeänä osiona, että siihen on olemassa oma organisaatio. (Cooper 2011, 103–104.)

Portilla yksi päätetään, muuttuuko idea kehitysprojektiksi. Porttivaiheen päätöksiä tekevässä organisaatiossa on hyvä olla edustajia sekä teknilliseltä- että markkinointiosastolta. Projekti käynnistetään, jos portin avainkysymyksiin saadaan myöntävät vastaukset. Kaikki vastaukset

täytyvät olla myöntäviä, yksikin ei vastaus avainkysymyksiin keskeyttää projektin käynnistymisen. (Cooper 2011, 104.)

Cooper (2011) kertoo esimerkissään avainkysymyksiksi soveltuvia kysymyksiä:

- Onko projekti yrityksen strategian mukaisella teknologia ja markkina alueella?
- Ovatko markkinoiden koko, kasvumahdollisuudet ja tarpeet houkuttelevia projektin osalta?
- Onko projektin kehittäminen ja valmistaminen mahdollista sekä tarkoituksenmukaista?
- Estääkö joku laki tai ympäristötekijä projektin toteutumisen?

Projektin määrittelyvaiheessa keskitytään luomaan projektille suuntaviivoja pienillä henkilöstöresursseilla ja huomioon ottaen sekä markkinoinnillinen että tekninen näkökulma. Teknisen osaston on tarkoitus selvittää yrityksen sisäistä osaamista ja mahdollisuuksia sekä resursseja projektin suorittamiseksi. Tuotantohenkilöstöä voidaan konsultoida jo projektin määrittelyvaiheessa keskusteltaessa projektin valmistettavuudesta ja teknisestä toteutuksesta. Markkinointiosasto tutkii tuotteen alustavaa kustannustasoa ja markkinoiden potentiaalia sekä miettii markkinointistrategiaa. Projektin määrittelyvaiheessa saadaan mahdollisesti aikaiseksi alustava kustannuslaskelma. (Cooper 2011, 105–106.)

Portilla kaksi on yhteneväisyyksiä ensimmäiseen porttiin, kuten avainkysymyksiin vastaaminen. Avainkysymyksiin täytyy tässäkin portissa saada kyllä vastaukset, jotta eteneminen olisi mahdollista. Tarkastelussa on nyt apuna vaiheesta 1 saatua tietoa. Projektin läpäistessä portin kaksi vaatimukset, projektille alkaa kertymään enemmän kustannuksia. Projektin tekninen toteutus täytyy olla mahdollista. Myös taloudellista kannattavuutta arvioidaan yksinkertaisella laskennalla. (Cooper 2011, 106–107.)

Vaiheessa 2 projektin suunnitelmaa kehitetään ja siihen tehdään tarkennuksia. Tässä vaiheessa tehdään yksityiskohtaisempaa projektin investointimallia. Liiketoimintamallin rakentaminen on tärkeä esivaihe tuotesuunnittelulle, jonka tarkalla määrittelyllä luodaan avaimet menestyvän tuotteen suunnitteluun. Tähän vaiheeseen kuuluu oleellisena osana tarkka markkinasuunnitelma, konseptisuunnittelu ja projektin aikataulujen laadinta. Asiakastarpeiden määrittelystä rakennetaan teknisesti ja taloudellisesti toteutettavissa oleva projekti. Projektin toisessa vaiheessa täytyisi olla selvillä menestystekijät tulevilla

kohdemarkkinoilla. Näin liiketoimintamallin rakentamisen tuloksena rakentuu yksityiskohtainen projektisuunnitelma. (Cooper 2011, 107–108.)

Portti kolme on projektin keskeyttämisen tai jatkamisen kannalta kriittinen, koska tämän vaiheen ohittamisen jälkeen projektin kustannusrakenne kasvaa merkittävästi. Kolmannen portin merkittävyys on sikäli oleellinen, että useat projektit keskeytyvät aikaisemmillä porteilla ja kolmannen portin läpäisyn jälkeen ainoastaan pieni osa projekteista keskeytetään. Aikaisempien porttien tapaan kolmannella portilla täytyy avainkysymyksiin tulla kyllä vastaukset, koska tällä mahdollistetaan siirtyminen kehittämisvaiheeseen. Tässä vaiheessa projektille täytyy olla määritetty henkilö projektin johtoon ja projektitiimi on määritelty ja hyväksytetty. (Cooper 2011, 109.)

Kolmannessa vaiheessa aloitetaan varsinainen tuotteen suunnittelu ja kehittäminen. Tärkeä osio on kehityssuunnitelman laatiminen. Kehitysvaiheessa suurimmat resurssit suunnataan tuotteen teknisiin ominaisuuksiin. Markkinointi- ja tuotantosuunnitelmaa rakennetaan kuitenkin tehokkaasti samalla, koska tuotannon suunnittelu vaatii paljon resursseja ja aikaa. Kolmannen vaiheen tavoitteena on aikaansaada toimiva prototyyppi tuotteesta. Tässä vaiheessa projektia seurataan sisäisillä välietappi tarkastuksilla, koska kehittämisvaihe on yleensä pitkäaikainen ja tällä voidaan varmistaa projektin eteneminen oikeaan suuntaan. Prototyyppiä tuotteesta voidaan esitellä joillekin asiakkaille ja saadun informaation avulla voidaan tehdä muutoksia ja kehittää tuotetta edelleen. Patentti- ja mallisuojaus tuotteen osalta täytyy selvittää ja ratkaista tässä vaiheessa. (Cooper 2011, 109–110.)

Portilla 4 tarkastellaan kehitystyön tuloksia ja varmistetaan, että kehitystyö on suoritettu laatu- ja teknisten vaatimusten mukaisesti, jotka ovat määritelty aikaisemmalla portilla. Taloudellinen analyysi voidaan nyt suorittaa tarkemmin. Seuraavaa vaihetta varten laaditaan testaus- ja arviointisuunnitelma, joka otetaan käyttöön välittömästi, jos portista edetään testaus- ja arviointivaiheeseen. Neljännessä vaiheessa testataan ja arvioidaan laajasti projektin toimivuutta ja taloudellista elinkelpoisuutta. Testaus- ja arviointivaiheesta voidaan negatiivisten tulosten ilmetessä palata vaiheeseen kolme. (Cooper 2011, 110.) Toimivuutta voidaan testata esimerkiksi seuraavilla toimenpiteillä:

- Sisäiset testaukset
- Käyttäjä-, mielipide-, ja kenttätestaukset
- Mallisarja tuotannon/tuotteen kehittämiseksi

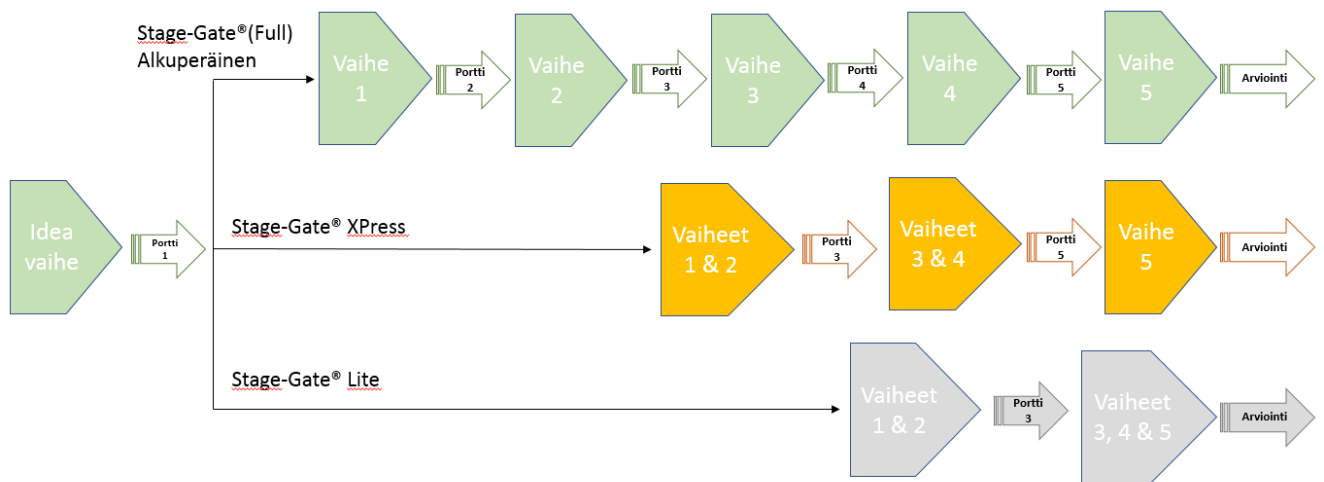
- Markkinoiden tutkiminen ja testaus
- Taloudellisuus/tuottavuus analyysin selvitys. (Cooper 2011, 110.)

Viidennellä portilla tehdään päätökset tuotteen markkinoille julkaisusta. Tämä on viimeisin portti, jossa projekti voidaan vielä keskeyttää. Tällä portilla keskitytään testaus- ja arviointivaiheessa saatujen tietojen analysointiin. Tuottavuusanalyysin positiiviset tulokset yhdessä valmiin tuotteen, toimivien ja valmiiden markkinointisuunnitelmien kanssa mahdollistavat siirtymisen lanseerausvaiheeseen. Seuraavassa vaiheessa tuote julkaistaan markkinoilla ja markkinointisuunnitelma otetaan samalla käyttöön. Valmistus käynnistyy myös aiemmin tehdyn suunnitelman mukaisesti. Investointeja laitteisiin voidaan vielä tehdä, mutta se olisi mahdollisuuksien mukaan tehtävä aikaisemmissa vaiheissa. Aikaisempien vaiheiden tarkka ja laadukas toteuttaminen mahdollistaa tuotteen menestymisen kohdemarkkinoilla. (Cooper 2011, 111.)

Arviointivaihe toteutetaan tuotteen oltua markkinoilla esimerkiksi kuusi kuukautta. Siinä tarkastellaan saavutettuja tuloksia. Tässä vaiheessa projekti on muuttunut tuotteeksi yrityksen tuoteportfolioon. Tuotteelle tehdään jälkilaskentaa ja yhteenveto projektin kulusta. Samalla on hyvä kirjata ylös projektin vahvuuksia ja heikkouksia, joiden avulla voidaan kehittää tulevien projektien ja tuotteiden suunnittelua. (Cooper 2011, 111.)

2.4 Uudistettu Stage-Gate malli

Uudistettu malli kehitettiin käyttäjäkokemusten perusteella sovellettavaksi erikokoisiin projekteihin. Kuviossa 3. esitetyssä uudistetussa mallissa otetaan paremmin huomioon kehityspotkeen valittavan projektin laajuus. Ideavaiheen ollessa kaikissa malleissa sama työskentely jatkuu projektin koon mukaan yhdellä reitillä kolmesta vaihtoehdosta. Laajinta viisivaiheista prosessia käytetään täysin uusissa tuotteissa ja innovaatioissa. Keskimmäistä XPress-mallia voidaan käyttää esimerkiksi tuotemuutoksissa. Yksinkertaisinta Lite-mallia sovelletaan esimerkiksi pienissä parantamiskohteissa, joihin on voitu saada idea esimerkiksi myyntihenkilöstöltä. Kaikissa malleissa on säilytetty alkuperäiset vaiheet, mutta niitä on koottu saman vaiheen sisään. (Cooper 2011, 120–123.)



Kuvio 3. Uudistettu Stage-Gate® -malli (mukaillen Cooper 2011,123).

3 TUOTTEEN MODULOINTI

Modulointi on nykykäsityksen mukaan laajempi käsite, joka kuvaa samankaltaisten osien yhdistelemistä ja osien yhdistelemisellä aikaansaatuja tuotteen erilaisia muunnoksia. Moduulilla kuvataan vakioitua osakokoonpanoa. Yrityksessä valmistettu moduuli tai useasta moduulista valmistettu tuote voi toisessa yrityksessä käytössä ollessaan muodostaa standardi komponentin. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 293–295.)

Modulointi jaetaan tuotesuunnittelussa erillisinä valmistettaviksi osiksi tai osakokoonpanoiksi, joista lopputuote on kokoonpantavissa. Moduuli koostuu usein monesta osasta ja komponentista. Niitä yhdistelemällä valmistetaan asiakkaan tarpeet täyttävä tuote. Moduloinnin suhteen on haastava löytää erilaisiin tilanteisiin sopiva perusteltu taso. Siksi tuotteen moduloinnin strateginen merkitys on selvitettävä ennen moduloinnin käynnistämistä. (Ruohomäki ym. 2011, 88–90.)

3.1 Moduloitu tuoterakenne

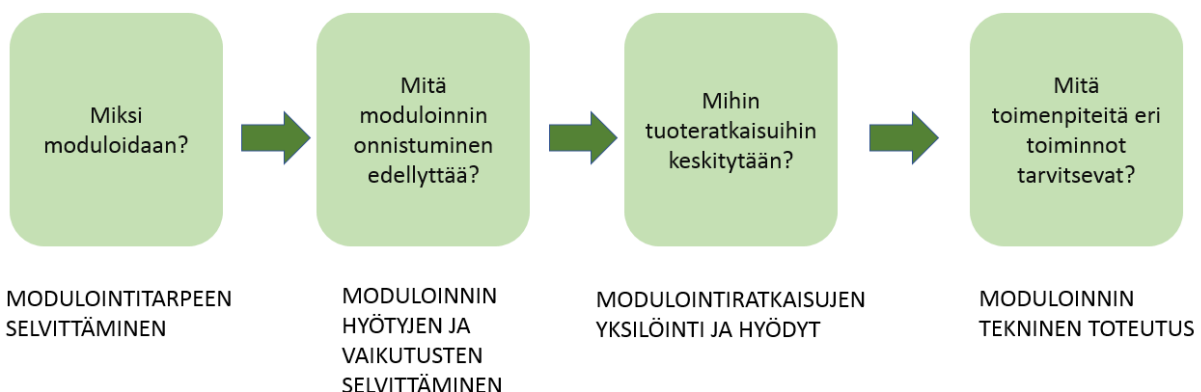
Moduloinnissa tuote jaotellaan omiksi yksiköiksi ja yksiköillä on tarkat ja vakioidut rajapinnat. Rajapintojen avulla yksiköitä voidaan yhdistää sekä vaihtaa. Tällä toimenpiteellä tavoitellaan standardikomponenttien suurta määrää, mikä helpottaa tuotevarianttien hallintaa huomattavasti. Moduloinnin tavoite ei ole asiakkaan saatavilla olevan lopputuotevalikoiman pienentäminen, vaan asiakasryhmien vaatimusten tunnistaminen ja varioinnin rajaaminen strategisesti tärkeisiin ominaisuuksiin. Standardointi painottuu enemmän lopputuotevalikoiman vähentämiseen. Modulaarisen tuoterakenteen avulla suunnittelua voidaan tehdä itsenäisesti tai selkeästi rinnakkain, jos moduulien keskinäisiä riippuvuuksia on mahdollisimman vähän. (Österholm & Tuokko 2001, 8.)

Tuoteperheiden moduloinnilla saavutetaan huomattavia etuja yritykselle. Modulointi mahdollistaa tuotteisiin tehtävien muutosprosessin nopeamman sujuvuuden, koska muutokset kohdistuvat tiettyyn osaan tuotteessa. Tuoteperheen modulointi on lisäksi keino lyhentää tuotannon läpimenoaikaa, koska kokoonpanoa voidaan suorittaa rinnakkain. Myös laadun kehittäminen on selkeämpää, koska moduulit ovat omia toiminnallisia yksiköjä. (Österholm & Tuokko 2001, 8.)

Moduloinnin avulla on mahdollista selkeyttää tuoterakennetta, jota voidaan käsitellä selkeissä pienemmissä toiminnallisissa osissa. Kokonaisuudet on silloin mahdollista suunnitella ja valmistaa erillisinä. Modulointi selkeyttää ja helpottaa tuotteen asiakasvaatimusten hallitsemista ja niiden kehitystä. Lisäksi se mahdollistaa asiakaskohtaisten tuotteiden valmistamisen yrityslähtöisiin syihin panostaen. (Ruohomäki ym. 2011, 90–91.)

3.2 Moduloinnin vaiheet

Moduloinnin hyödyntämisen mahdollisuudet ja tarpeet voidaan tunnistaa kuviossa 4. esitetyllä mallilla. Samalla malli antaa hyvän ratkaisun etenemiseen moduloinnissa. Prosessi aloitetaan moduloinnin suhteuttamisella yrityksen strategiseen suunnitelmaan. Tarkasteltavana voivat olla esimerkiksi volyyminkasvu, prosessien tehokkuuden kehittäminen ja uusien markkina-alueiden tavoittelu. Tarkastelun tavoitteena on mahdollisen moduloinnin kautta saavutettavien ratkaisujen tunnistaminen. Tuotteiden nykytilan selvitys on tässä vaiheessa tärkeää. Näin voidaan tunnistaa standardoinnin, moduloinnin ja yhteisten tuotealustojen käytön laajuus ja yleisyys. Lisäksi selvitetään, onko volyymien mahdollinen kasvu otettu huomioon tuoterakenteiden kehitysprosesseissa. (Ruohomäki ym. 2011, 89.)

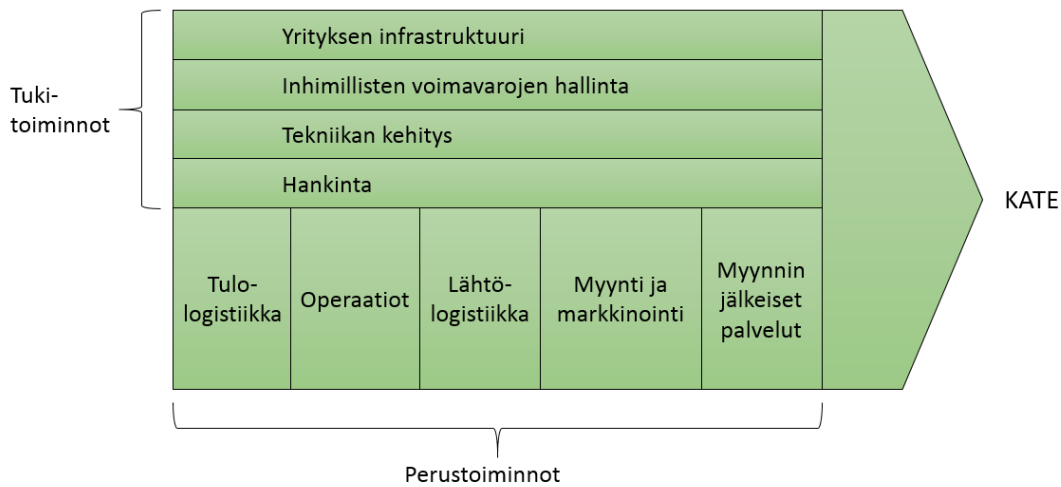


Kuvio 4. Moduloinnin prosessi (mukaillen Ruohomäki ym. 2011, 89).

Seuraavassa vaiheessa tarkastellaan ja selvitetään moduloinnin vaikutuksia yrityksen organisaatorakenteessa. Myös yrityksen prosessit ja arvoketjut otetaan lähempään tarkasteluun. Tärkeimpiä etenemisen mahdollistavia tekijöitä on laaja yksimielisyys prosessin etenemisen tarpeesta. Muutoksen tarve voidaan toisissa toiminnoissa nähdä hyvinkin tarpeellisenä, mutta toisaalla se voidaan nähdä vähemmän hyödyllisenä. Toisessa vaiheessa suoritetaan kokonaisarvio etenemisen mahdollisuudesta. Kokonaisarvion tavoitteena on osoittaa moduloinnilla saavutettavat hyödyt liiketoiminnan kannalta. Keskeinen kysymys on, mihin moduloinnilla on suurimmat vaikutukset. Tarkastelussa selvitetään lisäksi, kuinka modulointi rajataan. Lisäksi pohditaan, keskitytäänkö koko tuotevalikoimaan, rajattuun osaan valikoimassa vai esimerkiksi uusiin tuotteisiin. Selvitettävänä on, täytyykö yrityksen toimintoihin tehdä muutoksia esimerkiksi hankintoihin, myyntiin, tuotesuunnitteluun ja valmistukseen. Tutkittavana on lisäksi moduloinnin vaikutukset organisaatioon ja osaamisen kehittämiseen. (Ruohomäki ym. 2011, 89–90.)

Kolmannessa vaiheessa selvitetään tuoteratkaisut, joihin moduloinnissa keskitytään. Tuotteen arvon muutosta täytyy analysoida tehtyjen suunnittelupäätösten vaikuttavuuden kautta. Lisäksi täytyy olla suunnitelma menetelmästä, kuinka arvon muuttumista tarkastellaan. Moduloinnin arvopohjainen tarkastelu on olennainen osa kolmannessa vaiheessa. Tarkastelulla täytyy saada hyödyistä selvä näyttö, jotta on mahdollista näyttää toteen kehitystyön tarpeellisuus. Moduloinnin tarkka analyysi helpottaa yksimielisyyden saavuttamista moduloinnin tarpeellisuudesta ja hyödyistä, mitä moduloinnilla voidaan saavuttaa. (Ruohomäki ym. 2011, 90.)

Moduloinnin kannattavuutta voidaan tarkastella arvoketjuanalyysillä, jonka rakenne on esitetty kuviossa 5. Arvoketjun lisäksi täytyisi tunnistaa moduloinnin pääsääntöjä ja niiden vaikutusmekanismeja. Pääsääntöjen tunnistaminen vaatii laaja-alaista ja syvällistä tietoa liiketoiminnasta. Moduloinnin arvon rakentuminen ja hyötynäkökohdat pyritään esittämään laskennallisesti taloudellisen tarkastelun prosessissa. (Ruohomäki ym. 2011, 90.)

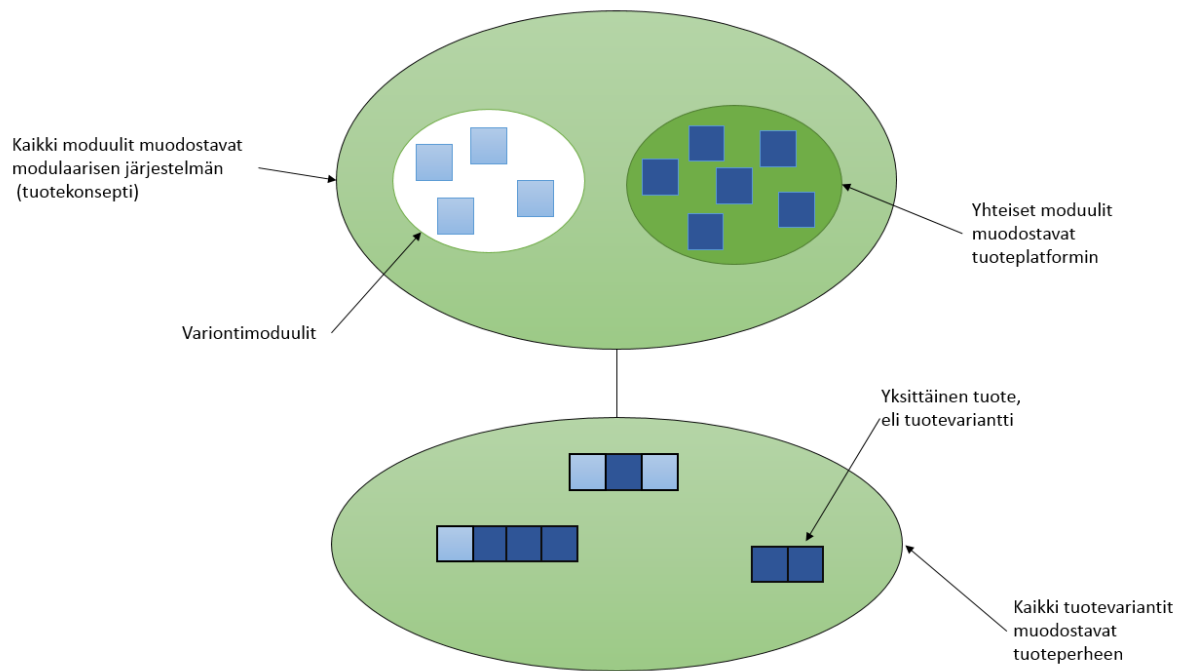


Kuvio 5. Arvoketjun perusmalli (mukaillen Porter 2006, 78).

Arvoketjuanalyysissa selvitetään yrityksen kilpailuedut taloudellisesta näkökulmasta katsoen ja painotetaan yrityksen resurssit suunnitelmallisesti niihin. Analyysissa liiketoiminta jaotellaan kuvion 5. prosesseihin ja prosessikaavioon kirjataan merkittävimmät toiminnot. Toiminto voi sijoittua joko ydin- tai tukitoimintoihin. Sijoittumiseen vaikuttaa esimerkiksi yrityksen liiketoiminnan rakenne. Arvoketjuanalyysin avulla pyritään tunnistamaan tapa, jonka avulla yritys valmistaa asiatarpeet täyttävän tuotteen yrityksen strategian mukaisesti. (Ruohomäki ym. 2011, 38–29.)

3.3 Modulaarinen järjestelmä

Kuviossa 6. on selvennetty modulaarisen järjestelmän rakennetta. Modulaarinen järjestelmä (tuotekonsepti) rakentuu yhteisistä tuoteplatformeista eli yhteisistä moduuleista, joka on yhteinen kaikille modulaarisen järjestelmän tuotteille. Variointimoduuli on mahdollista lisätä tai jättää pois modulaarisesta järjestelmästä, toiminnallisuuden kuitenkin säilyessä. Tuoteperhe rakentuu erilaisista yhteisen perusmoduulin ja variointimoduulin kokoonpanoista. (Säilynoja 2014, 41–42.)



Kuvio 6. Modulaarinen järjestelmä (Mukaillen Österholm & Tuokko 2001,12).

Modulaarinen järjestelmä voidaan jaotella malleihin:

- Väylämodulaarisessa tuotteessa standardoidun rajapinnan avulla vakiona pysyvään perusmoduuliin voidaan kiinnittää useita erityyppisiä moduuleita asentovalikoiman ollessa laaja.
- Lohkomodulaarisuudessa tuotevariantit muodostuvat useasta moduulista perustuen standardoituihin rajapintoihin ja niitä voidaan yhdistää keskenään.
- Paikkamodulaarisuudessa moduulien asennot ovat tarkemmin rajattuja ja se jaotellaan kolmeen osaan: Komponenttien vaihtomodulointi, vähintään kaksi komponenttia voidaan liittää perustuotteeseen. Jakomodulointi, samaa komponenttia käytetään useissa tuoteratkaisuissa. Parametrinen modulointi, yhtä tai useampaa standardikomponenttia käytetään samalla parametrisesti muokattavan komponentin kanssa. Neljäs paikkamodulaarisuuden tyyppi yhdistää jako-, vaihto-, ja parametrinen moduloinnin. (Österholm & Tuokko 2001, 10–11.)

3.4 MFD-modulointi menetelmä

Modulaaristen tuotteiden kehittämissä käytetään usein MFD-menetelmää (Modular Function Deployment). Menetelmä on kehitetty Kungliga Tekniska Högskolanissa ja on Modular Management Ab:n kaupallistama. Menetelmä koostuu viidestä päävaiheesta, joita ovat:

- Asiakastarpeiden tutkiminen
- Teknisten ratkaisujen valitseminen
- Konseptien perustaminen
- Konseptien arviointi
- Moduulikohtainen suunnittelu. (Österholm & Tuokko 2001, 18.)

MFD-menetelmässä asiakarpeet ja niihin liittyvät tarpeet selvitetään ensimmäisessä vaiheessa. Toisen vaiheen tehtävänä on selvittää tekniset ratkaisut, joihin kuuluu esimerkiksi tuotteen toimintovaatimukset. Kolmannessa vaiheessa luodaan modulaariset konseptit, mahdollisia moduuleja tunnistaan ja konseptia luonnostellaan. Seuraavassa vaiheessa keskitytään valittujen konseptien arviointiin. Viidennessä vaiheessa keskitytään moduulien kehitykseen ja spesifikaatioiden määrittelyyn. Vaiheita joudutaan usein kuitenkin työstämään rinnakkain ja alkuosan vaiheissa tämä korostuu erityisesti. (Österholm & Tuokko 2001, 18.)

3.4.1 Modulointi tuotesuunnittelussa

Tuotesuunnittelussa päämoduulien käyttäminen uudelleen on kannattavaa, koska niihin on usein käytetty huomattavaa tuotekehityspanosta, eikä niiden kehittämisestä ole odotettavissa merkittävää etua. Esimerkkinä kerrotusta Sony Walkmanin kasettisoittimesta oli tehty 250 kappaletta eri asiakastarpeita tyydyttävää tuotevarianttia, mutta kaikki variantit perustuivat kolmeen kasettikoneistoon. Kyseisessä esimerkissä koneisto oli tuotteen kallein osa, mutta osa voi olla myös vähemmän merkittävässä roolissa kokoonpanon kannalta, jos ne ovat kuitenkin toimiviksi havaittuja standardiratkaisuja, joiden muuttamisella ei ole saavutettavissa taloudellista hyötyä. Tuotteen suunnitteluvaiheessa voi olla tiedossa asiakkailta tuleva tehokkaamman suorituskyvyn tarve tulevaisuudessa. Tämä kannattaa ottaa huomioon moduulin vaihdettavuudella. (Martio 2015, 192–194.)

Modulointi on mahdollisuus helpottaa tuotevariointia. Martion (2015) esimerkissä kerrotaan auton ulkonäön varioinnista. Variointi voidaan ratkaista vaihdettavilla muotoilumoduuleilla, joita

voivat olla vaikka helmat ja spoilerit. On myös mahdollista, että tuotteen varioitavat ominaisuudet ovat mahdottomia toteuttaa modulointi menetelmällä, esimerkiksi työkoneen hydraulikkaa sisältävässä osassa vientimallikäytössä kaikkien liittimien täytyy olla tuumakierteisiä. Tuotteeseen on vaikea muodostaa moduulia, jonka avulla hydraulikkamuutokset saataisiin toteutettua, koska muutettaviin kohteisiin vaikuttavat useat ominaisuudet. Konfigurointi voidaan kuitenkin toteuttaa osatasolla modulointitason sijaan. Moduulin kiinnittäminen tiettyyn parametrin arvoon helpottaa konfigurointimallin määrittelyä toteutuksessa. (Martio 2015, 194–195.)

3.4.2 Modulointi ja standardointi tuotannossa

Tuotantoa on mahdollista tehostaa huomattavasti tuotteessa käytettävien yhteisten osien lisäämisellä. Martio (2015) on tarkastellut esimerkkinä yrityksen ruuvien käyttöä. M4-ruuvien kestävyys ollessa riittämätön, seuraava koko M5-ruuvi jätettiin käyttämättä ja käyttöön otettiin M6-ruuvi, joka oli yrityksessä muutoinkin käytössä. Tällä toimenpiteellä nimikkeiden määrä väheni 100 kappaleella. Suurempi tuotantoa tehostava vaikutus on tuotteiden yhteisien alikokoonpanojen käyttäminen, koska niiden valmistamista voidaan suorittaa rinnakkaisella tuotantolinjalla lopputuotteen kanssa. Ohjaus linjalle voidaan toteuttaa lopputuotteen menekin mukaan. Tuotemodulointiin kohdistuu vaatimuksia myös tuotannon resursseista. Näitä voivat olla esimerkiksi yrityksen käytössä olevien tilojen rajallisuus, konekanta ja menetelmät. (Martio 2015, 195–196.)

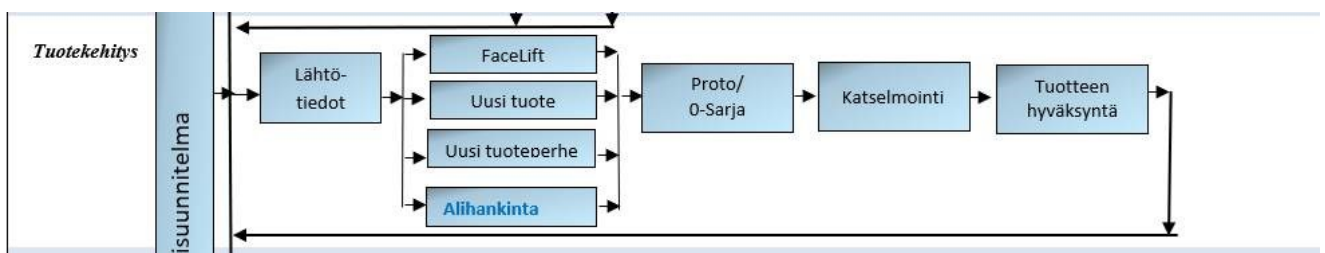
3.4.3 Vaikutus muissa toiminnoissa

Laatuvaatimuksissa monimutkaisilla tuotteilla voi olla määritelty vaiheittaisen testauksen vaatimus. Silloin modulointi helpottaa testauksen suorittamista. Huoltoystävällisyys olisi jälkimarkkinoinnin takia tärkeää huomioida rakenteen suunnittelussa. Tarvittaessa huoltaminen onnistuu silloin helposti tai huollettava moduuli voidaan helposti irrottaa. Moduloinnin avulla on lisäksi mahdollista toteuttaa tuotteen modernisointi vaihtamalla tietty moduuli uuteen (Martio 2015, 196.)

4 MARKKI OY TUOTEPROSESSIN KEHITTÄMINEN

Yrityksen nykyinen tuotekehitysprosessi perustuu yleiseen Laadunhallintajärjestelmään. Vaatimukset. SFS-EN ISO 9001:2015 standardiin kohdassa 4.4 esitettyyn vaatimukseen prosessista. Kuviossa 7. esitetty prosessi on perusmallinen ja toimii yleisellä tasolla hyvin. Kehityskohteita siitä myös löytyy. Näin voidaan todeta kaikista yleisesti käytettävistä prosesseista.

Aina on varaa kehittää toimintaa ja työskentelytapoja, kun päämääränä on turhan työn välttäminen ja prosessin selkeys. Kehitystoimenpiteillä pyritään tuottamaan lisäarvoa sekä yritykselle itselleen, mutta myös tärkeimmälle kohderyhmälle eli yrityksen asiakkaille. Laadukkaiden ja modernien tuotteiden käytettävyys, muotoilu ja kustannuskilpailukyky täytyy olla jatkuvasti parasta markkinoilla, siksi kehittäminen on yrityksessä jatkuvaa. Yrityksessä pyritään myös moduloimaan nykyisiä tuotteita, koska tuotevariaatioita on paljon ja modulaarisella tuoterakenteella on mahdollista saada aikaiseksi tuoteperheitä, joilla lyhennetään läpimenoaikaa. Myös valmistuksen tuottavuus paranee huomattavasti, kun tuotevariantit saadaan muodostettua moduuleista. (Mäkipernaa 2021.)



Kuvio 7. Yrityksen nykyinen tuotekehitysprosessi (Mäkipernaa 2021).

4.1 Vaiheistetun porttimallin soveltaminen

Tuotekehitysprosessin kehittämiseksi laadittiin tutkimuskysymykset, jotka auttavat työn tavoitteen selvittämistä:

- Löydetäänkö kirjallisuudesta ja aiemmista tutkimuksista prosessimalleja, joita voidaan soveltaa nykyiseen toimintaan?
- Kuinka nykyistä mallia voidaan kehittää ja siirtää mahdollinen tutkimuksessa havaittu tieto käyttöön?
- Kuinka prosessi pidetään selkeänä välttämällä yliprosessointia?

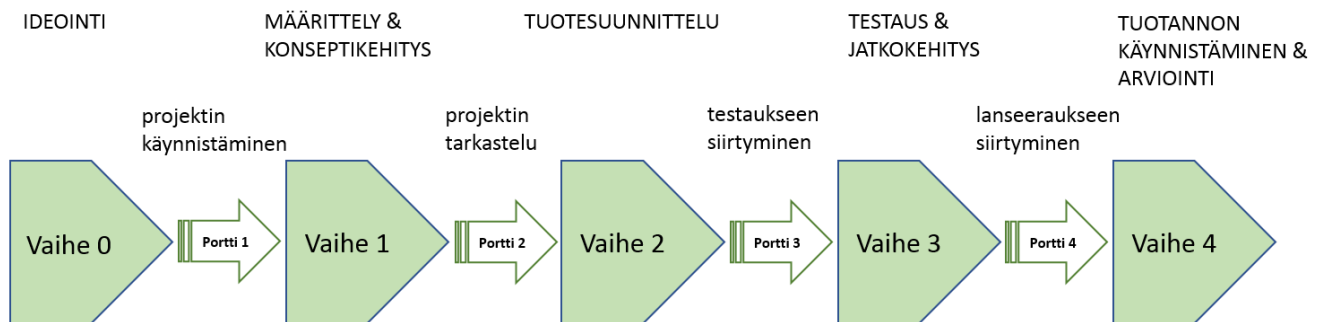
Tässä kappaleessa pyritään vastaamaan laadittuihin tutkimuskysymyksiin. Luvun kaksi teoriaosuudessa perehdyttiin laajemmin kahteen yleisesti käytössä olevaan prosessimalliin: lineaariseen Ulrichin ja Eppingerin kehittämään sekä Cooperin kehittämään Stage-Gate malliin ja sen uudistettuun versioon. Kuten Martinsuo (2003) kirjassaan kertoi, mallien eri versioita on Suomen teollisuusyrityksissä laajasti käytössä. Markki Oy:n nykyinen prosessikuvaus perustuu laadunhallintajärjestelmässä esitettyyn malliin. Nykyinen malli on yleiskuvaus prosessista. Tarkemmalla kuvauksella ja määrittelyllä voidaan tuotekehitysprosessia vakioida ja selkeyttää. Perehdyttäessä kirjallisuuteen ja tutkimuksiin havaittiin, että yrityksen prosessiin saadaan lisättyä prosessien etenemistä ja seuraamista helpottavia tekijöitä. Tähän uudistettuun prosessimalliin yhdistetään osatekijöitä Ulrichin ja Eppingerin sekä Cooperin malleista. Keskeisessä osassa ovat tarkastelupisteet ja niihin määritellyt kysymykset pohjautuen Cooperin malliin. Ydinajatuksena prosessin kehittämisessä pidettiin määritelty selkeys vaatimus, prosessia ei kehitetä vain prosessin kehittämisen vuoksi, vaan siitä täytyy olla selkeä hyöty. Lisäksi yrityksen nykyisen toiminnan nopeus ja ketteryys haluttiin pitää mukana mallissa.

Uuden kuviossa 8. esitetyn prosessikuvauksen suunnittelussa keskityttiin uuden tuotteen, tuoteperheen ja tuoteperheen toimintamalliin. Toimintamallia voidaan soveltaa myös alihankintaan, mutta siinä määrittely on hieman erilainen. Malli käynnistyy 0-vaiheella (ideointi), joka toimii samalla ideapankkina mukaillen Cooperin mallia. Vaiheen sisään kerätään innovaatioita ja ideoita vapaasti yrityksen sisältä, markkinoilta ja asiakaskentästä. Ideat dokumentoidaan ja talletetaan ideapankkiin. Ideapankki perustuu yrityksessä aiemmin laadittuun tuoteidea ja kehitykset -dokumenttiin. Aikaisemmin laadittu tiedosto ei ole ollut aktiivisessa käytössä. Uusi versio ideapankki-tiedostosta otetaan käyttöön ja päivitetään sitä aktiivisesti tuoteideoiden ilmaantuessa. Ideapankki sijaitsee yrityksen tiedonhallintajärjestelmässä. Dokumenttiin on kerätty perustietoa ideoista ja lähtökohdista, joista uusi tuotekehitysprojekti voidaan käynnistää sopivana ajankohtana. Tässä vaiheessa niitä ei rajata, vaan tietoa kerätään laaja-alaisesti. Seuraavaksi prosessissa tulisi portti 1, jossa

ratkaistaan idean eteneminen projektiksi. Portin kysymykset voisivat olla osittain Cooperin mallin mukaisia, muutamia lisäyksiä:

- Onko tuote yrityksen markkina-alueella?
- Onko markkina-alueen koko tulevalle tuotteelle riittävä?
- Onko tuotteella mahdollisuus kasvattaa yrityksen menestymismahdollisuuksia ja tuoda lisäarvoa sekä asiakkaille että yritykselle?
- Voidaanko tuote suunnitella ja valmistaa yrityksessä?
- Estääkö joku laki tai mahdollinen kilpailevan tuotteen suojaus valmistuksen?
- Onko yrityksellä tarpeeksi resursseja tuotteen valmistamiseksi ja kehittämiseksi?
- Onko osa ostettava vai valmistettavissa itse?

Ensimmäisen porttivaiheen päätöksentekoprosessissa olisi hyvä olla mukana henkilöitä yrityksen johtotasolta, myynnistä, markkinoinnista sekä suunnitteluosastolta.



Kuvio 8. Tuotekehitysprosessin vaihtoehtoinen toimintamalli.

Vaiheessa 1 (projektin määrittely ja konseptin kehitys) yhdistetään Ulrich & Eppinger mallin vaiheita nolla, yksi ja kaksi sekä lisäksi Cooperin mallin mukainen vaihe 1. Tuotteesta laaditaan projektisuunnitelma, jossa on määritelty projektin aikataulu, tavoitteet ja resurssit. Tuotteelle pyritään määrittelemään kustannustaso. Myynti- ja markkinointiosasto selvittävät asiakastarpeita ja toimivat tiiviissä yhteistyössä suunnitteluosaston kanssa. Suunnitteluosasto

laatii tässä vaiheessa tuotteesta yhden tai useamman konseptimallin. Laadittuja konseptimalleja tarkastellaan seuraavalla portilla.

Portilla kaksi tarkastetaan ensimmäisen vaiheen tulokset ja päätetään projektin etenemisestä. Lisäksi portilla valitaan konsepti, jota lähdetään viemään eteenpäin seuraavaan vaiheeseen. Portin kysymykset voisivat olla:

- Onko tavoiteltu kustannustaso saavutettavissa?
- Ovatko projektin aikataulu, tavoitteet ja resurssit määritelty ja toteutettavissa?
- Onko asiakastarpeet onnistuttu toteuttamaan konseptimallissa tai malleissa?

Vaihe kaksi olisi tuotesuunnitteluvaihe yhdistelminä Ulrich ja Eppinger mallin vaiheista 2 ja 3. Tässä osiossa päätetään mahdollisten standardikomponenttien ja moduulien käytöstä. Vaiheessa tuotteesta laaditaan tarkat 3D-mallit ja piirustukset sekä muodostetaan tuoterakenne. Tuotteelle laaditaan tuotanto- ja kokoonpanosuunnitelma sekä käytettävä tuotannon prosessikaavio. Tämän lisäksi toteutetaan tuottavuusanalyysi.

Kolmannella portilla tarkistetaan edellisen vaiheen tulokset ja päätetään siirtyminen eteenpäin. Portin kysymyksiä voisivat olla:

- Onko 3D-mallit ja piirustukset valmiina ja valitut moduulit ja standardikomponentit päätetty, että prototyypit voidaan valmistaa?
- Onko ostokomponenttien saatavuus varmistettu?
- Ovatko tuotanto ja kokoonpanosuunnitelmat valmiina?
- Mahdollistaako tuottavuusanalyysin tulos projektin jatkon?

Kolmannessa vaiheessa suoritetaan testaus ja jatkokehitys. Tämä olisi yhdistelmä aikaisemmin esiteltyjen Ulrich ja Eppingerin sekä Cooperin mallin prosessien neljännessä vaiheesta. Tuotteesta valmistetaan prototyyppejä ja samalla tuotantoprosessia rakennetaan vastaamaan vaatimuksia. Prototyypit testataan sisäisesti ja mahdollisesti rajatulla asiakasjoukolla. Tässä vaiheessa tehdään mahdollisesti vaadittavat tuotemuutokset. Tuotteen markkinointisuunnitelma laaditaan samassa vaiheessa.

Neljännellä portilla tehdään päätös siirtymisestä tuotannon käynnistämiseen ja julkaisuun. Portti perustuu Cooperin mallin viidennen portin tavoitteisiin.

Portin tehtävät ja avainkysymykset voidaan määritellä:

- Analysoidaan prototyypin testauksen tulokset
- Onko tuote valmiina julkaistavaksi?
- Onko markkinointisuunnitelma valmis?
- Ovatko tuotanto- ja kokoonpanoprosessit testattu?

Neljäs vaihe pohjautuu teoriassa käsiteltyjen mallien yhdistelmään. Vaihe on tuotannon käynnistäminen ja projektin arviointi. Tuotteen valmistaminen käynnistetään suunnitellun prosessin mukaisesti ja tuote julkaistaan markkinoilla. Markkinointisuunnitelma otetaan saman aikaisesti käyttöön. Käynnistysvaiheessa järjestelmän kapasiteettia testataan ja tuotannon työntekijät koulutetaan. Tuotannon oltua käynnissä muutamia kuukausia suoritetaan projektin tarkastelu ja tarkastelun tuloksia hyödynnetään seuraavissa projekteissa. Jatkuvan parantamisen periaatteiden mukaisesti koko tuotekehityksen prosessin vaiheita sekä portteja kehitetään saadun tiedon avulla tehokkaammaksi.

4.2 Modulaarisuus tuuletus- ja pyykinkuivaustelineissä

Tuotekehitys ja modulointiprojekti aloitettiin tutustumalla yrityksen pihapiirin tuotteisiin. Pihapiirin tuotteet on jaoteltu selkeisiin toiminallisiin alueisiin esimerkiksi leikkipaikkavälineet, laituritikkaat ja puistokalusteet. Lisäksi esimerkiksi pihapiirin tuotteissa on käyttöpaikkakohtaista jaottelua. Opinnäytetyöprojektissa keskitytään kerros- ja rivitalokohteiden sekä julkisten tilojen tuotevalikoimassa olevien tuuletus- ja pyykinkuivaustelineiden modulaarisuuteen ja tuotekehitykseen. Painotus kohdistuu vielä erityisesti ”raskastelinevalikoimaan”. Kuviossa 9. on esitetty yrityksen Hevi tuuletus- ja pyykinkuivausteline.



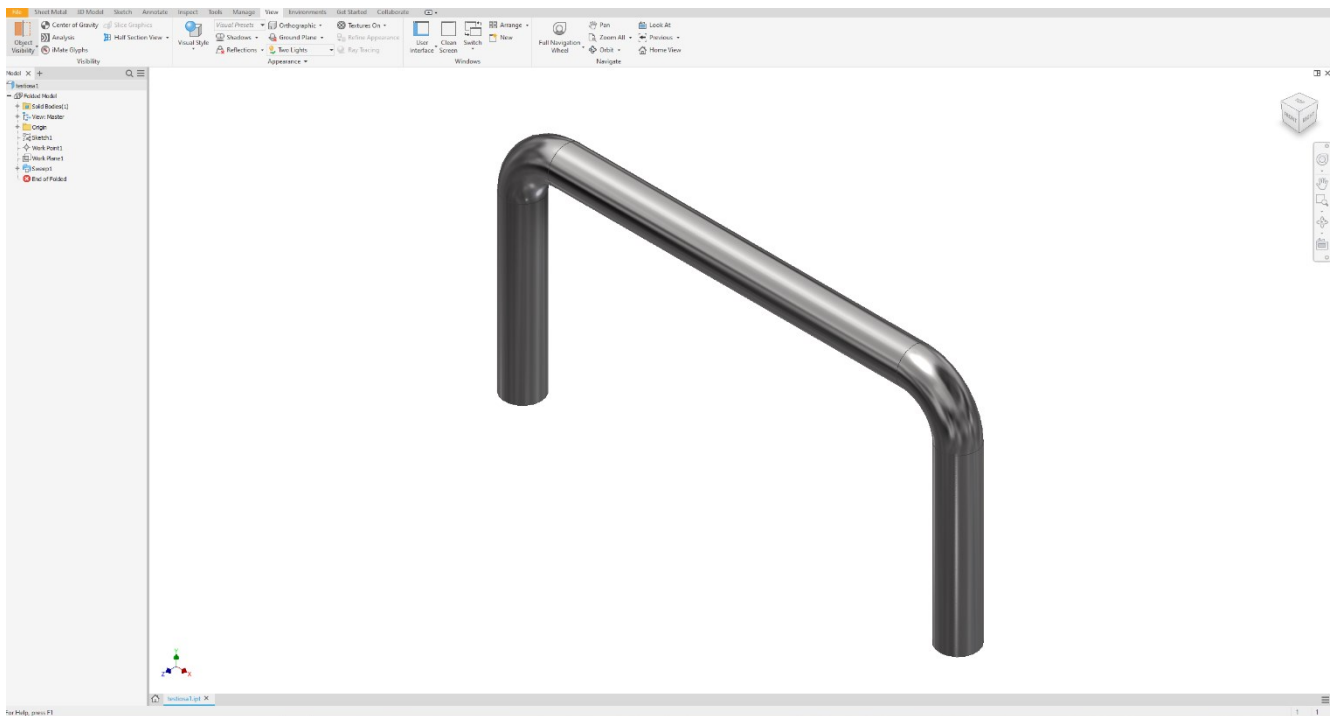
Kuvio 9. Hevi tuuletus ja pyykinkuivausteline (Markki Oy, [viitattu 28.2.2021]).

Tuuletus- ja pyykinkuivaustelineiden mallisto on todella laaja jo projektikohteena olevassa raskastelinevalikoimassa. Mallistossa on vapaasti seisovia ja valettavia telineitä, lisäksi valikoimassa on useampaa runkoputkivahvuutta ja tuotteita on lisäksi usealla eri leveydellä saatavilla.

Tässä työssä käsiteltävä modulointiprojekti eteni mahdollisuuksien mukaan kuviossa 8. esitetyllä vaihtoehtoisella tuotekehitysprosessin toimintamallilla. Samalla tarkasteltiin uudistetun prosessin toimivuutta ja mahdollisuutta ottaa se tulevaisuudessa käyttöön. Kaikkia osioita ei voitu tässä vaiheessa testata, koska kyseessä on alustava malli. Myös siihen liittyvien dokumenttien ja toimintamallien suunnittelu on laajempi prosessi. Opinnäytetyön laajuus ja yrityksessä käytettävä aika prosessin kehitykseen tällä hetkellä on rajallinen. Modulointiprosessi tuoteperheen osalta on kuitenkin ollut yrityksen suunnitelmissa jo aiemmin, voimme siis katsoa, että projekti on ollut ideointivaiheessa.

Portin 1 projektin käynnistäminen osion määriteltyihin kysymyksiin ja tehtäviin saatiin käynnistämisen mahdollistavat vastaukset. Määrittely ja konseptinkehitys vaihe käynnistettiin

aloituspalaverilla, jossa määriteltiin alkutavoitteet ja suuntaviivat projektille. Nämä kirjattiin projektisuunnitelmaan. Konseptisuunnittelua suoritettiin Autodesk Inventor 3D-suunnitteluohjelmistolla. Näkymä ohjelmistosta on esitetty kuviossa 10. Konseptin kehitysvaiheessa mallinnettiin useita eri variaatiota tuotteesta. Ydinajatuksena pidettiin modulaarisuutta ja tuotteiden valmistettavuutta. Tuotteiden visuaalisuus oli jatkuvasti mielessä, koska niiden täytyy näyttää modernilta ja selkeältä. Käytettävyys oli myös painopisteenä, huomiota kiinnitettiin käytön selkeyteen ja turvallisuuteen. Konseptikehitys vaiheessa malleja ja ideoita syntyi useita, missä modulaarisuutta pystyttiin hyödyntämään. Yrityksen moderni konekanta antaa loistavia mahdollisuuksia tuotteiden kehittämiseen. Suurin hyöty on tehokkaasta Grippa-putkentaivuskoneesta. Osassa konseptimalleista hyödynnettiin ohutlevykappaleita, joita pystytään valmistamaan yrityksen modernilla Prima Power Shear Genius levyntyöstökeskuksella. Tiettyjä komponentteja valmistettaessa tarvitaan 3D-laserleikkausta, ne ostetaan yrityksessä alihankintapalveluna.



Kuvio 10. Näkymä Autodesk Inventor 3d-Suunnitteluohjelmistosta.

Konseptikehitysvaiheessa tuotantokoneiden mahdollisuudet tulivat hyvin tutuksi, varsinkin moderni putkentaivutuskone mahdollistaa haastavien muotojen suunnittelun. Kehitysohjelmistoa vietin eteenpäin pitämällä kerran viikossa ”ideariihä”, jossa käytiin läpi eri variaatioita 3D-malleista. Ideariihen tarkoitus oli tuoda laajempaa näkemystä ja visiota sekä ideoita tuotteen seuraaviin konseptimalleihin. Samalla otettiin aiemmin esitelty uudistettu yrityksen ideapankki käyttöön ja sinne tallennettiin ideoita seuraaville projekteille.

Konseptisuunnittelussa tehtyjä mallivariantteja esiteltiin tarkemmin myyntihenkilöstölle ja tuotannosta vastaaville henkilöille portilla 2. Myyntihenkilöstöltä saatiin näkökulmaa asiakaskentän tarkemmista vaatimuksista ja tuotannosta vastaavat saivat kertoa vielä parannusehdotuksia esimerkiksi valmistettavuuden näkökulmasta.

Vaiheessa 2 tuotesuunnittelu, tehtävänä oli valittujen konseptien 3D-mallin tarkempi suunnittelu ja mallien päivittäminen halutuilla muutoksilla. Tässä vaiheessa tuotteeseen tulevia moduuleja kehitettiin tarkemmin ja määriteltiin vakiokomponentit. Tuloksia tarkasteltiin portilla kolme ja siirryttiin kolmanteen vaiheeseen testaus ja jatkokehitys. Tuotteen kahteen protoversioon valmistettiin osat omalla tehtaalla ja tarvittavat vakiokomponentit tilattiin alihankintaosien lisäksi. Prototyyppi kokoonpantiin tehtaalla valmiiksi tuotteeksi. Työssä kiinnitettiin erityistä huomiota kokoonpanon sujuvuuteen ja pieniin yksityiskohtiin tuotteessa. Samalla tarkistettiin tuotteiden mitat ja muutettiin niitä hieman. Toisesta prototyypistä valmistettiin vielä uusi malli. Tällä toimenpiteellä kehitettiin tuotetta edelleen. Opinnäytetyön valmistumisen aikana ei päästy vielä siirtymään neljänteen porttiin eikä neljänteen vaiheeseen, jotka olisivat lanseeraukseen siirtyminen ja tuotannon käynnistäminen ja arviointi.

5 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää Markki Oy:n tuotekehitysprosessin nykytila ja ehdottaa tuotekehitysprosessiin mahdollisia kehityskohteita. Työn tuloksena saatiin kehitettyä tuotekehitykselle vaihtoehtoinen prosessimalli perustuen vaiheistettuun prosessimalliin. (Kuvio 8.) Perehdyttäessä kirjallisuuteen ja tutkimuksiin havaittiin, että yrityksen prosessiin saadaan lisättyä prosessien etenemistä ja seuraamista helpottavia tekijöitä. Tähän uudistettuun prosessimalliin yhdistettiin osatekijöitä Ulrich ja Eppingerin sekä Cooperin malleista ja varsinkin tarkastelupisteet ja niihin määritellyt kysymykset pohjautuen Cooperin malliin. Tuotekehitysprosessin käyttöönoton laajuus selviää myöhemmin, ainakin porttimallinen tarkastelu kysymyksineen vaikutti alkuvaiheessa toimivalta. Prosessimallin kehityksen yhteydessä laadittiin yrityksen käyttöön Cooperin mallin ideointi vaiheeseen perustuva ideapankki, johon kerätään mahdollisten tulevien tuotekehityshankkeiden perustietoa. Ideapankki korvaa yrityksessä aiemmin laaditun tuoteideat ja kehitykset dokumentin. Tuotekehityshankkeena laadittiin modulointisuunnitelma tuuletus- ja raskastelineiden mallistolle. Modulointisuunnitelman konseptimalleissa pystyttiin hyödyntämään yrityksen modernia konekantaan ja työntekijöiden laaja-alaista osaamista putki- ja ohutlevytuotteiden valmistuksessa ja kehityksessä. Modulointiosiossa saatiin laadittua lupaavalta vaikuttavat prototyypit.

Työn teoriaosuudessa esitelty Ulrichin ja Eppingerin malli kuvaa yleisellä tasolla prosessin etenemistä ja painottuu designiin. (Kuvio 1.) Toinen tarkasteltava prosessimalli oli Cooperin Stage-Gate malli, joka kuvaa tuotekehityksen vaiheista, sisältöä ja päätöksentekoportteja painottuen liiketoiminnan näkökulmaan. (Kuvio 2.) Suunnittelussa ja kehittämisessä kerätään tietoa, joka mahdollistaa projektin etenemisen ja portti on tarkastelupiste edellisen vaiheen aikaansaannoksille ja portilla tehdään päätös projektin jatkosta. Malli ottaa paremmin huomioon projektien erilaisuuden ja niiden laajuuden. Uudistetussa Cooperin porttimallisissa vaiheita ja portteja on yhdistetty.

Yrityksen nykyistä tuotekehitysprosessimallia tarkasteltaessa haluttiin siihen kehittää toiminallisuutta tukevia ratkaisuja tarkastelupisteiden avulla. Ydinajatuksena prosessin kehittämisessä pidettiin määritelty selkeysvaatimus, prosessia ei kehitetä vain prosessin kehittämisen vuoksi, vaan siitä täytyy olla selkeä hyöty. Lisäksi yrityksen nykyisen toiminnan nopeus ja ketteryys haluttiin pitää mukana mallissa. Kehitetty vaihtoehtoinen prosessimalli tuotekehitykselle on esitetty kuviossa 8. Prosessimallin kehityksessä pidettiin päämääränä

yliprosessoinnin välttäminen. Prosessikuvauksen suunnittelussa keskityttiin uuden tuotteen, tuoteperheen ja tuoteperheen toimintamalliin. Kuvauksen tarkastelupisteiden kysymyksiksi laadittiin yrityksen prosessiin olennaisesti liittyvät tiedot Cooperin mallin kysymyksiä tukena käyttäen.

Työn toisena kehitysosiona toteutettiin lisäksi tuuletus- ja raskastelineiden malliston modulointisuunnitelma. Modulointiprojektissa keskitytään kerros- ja rivitalokohteiden sekä julkisten tilojen tuotevalikoimassa olevien tuuletus- ja pyykinkuivaustelineiden modulaarisuuteen ja tuotekehitykseen. Modulointiprosessissa edettiin mahdollisuuksien mukaan kehitetyn vaihtoehdoisen toimintamallin mukaan. Kehityskohteena olevan tuoteperheen osalta modulointi on ollut yrityksen suunnitelmissa jo pidempään, joten projekti on ollut ideointivaiheessa. Määrittely ja konseptinkehitys vaihe käynnistettiin aloituspalaverilla, jossa laadittiin suuntaviivat projektille. Konseptin suunnittelua suoritettiin Autodesk Inventor 3D-suunnitteluohjelmistolla. Näkymä ohjelmistosta kuviossa 10. Konsepti kehitysvaiheessa mallinnettiin useita eri variaatiota tuotteesta. Lisäksi kerran viikossa pidettiin ”ideariihä”, jossa tarkasteltiin etenemistä ja kehitettiin ratkaisuja ja vaihtoehtoisia konsepti-ideoita. Kehityksen ja mallinnuksen laajan variaatiomäärän tärkeä mahdollistaja oli moderni Grippa-putkentaivutuskone. Putkentaivutuskone antaa loistavat mahdollisuudet tuotteen valmistusmenetelmän tehostamiseksi, myös 3D-suunnittelussa laaditut haastavat muodot pystytään koneella toteuttamaan. Tuotesuunnitteluvaiheessa kahdesta konseptisuunnitteluvaiheesta kehitetystä mallista laadittiin tarkemmat 3D-mallit ja keskityttiin valittujen moduulien kehittämiseen. Ohutlevykappaleita suunniteltiin käytettäväksi moduloitavissa tuotteissa. Modulointi prosessissa suunnitelluista konseptimalleista laadittiin kaksi prototyyppiä. Lisäksi määriteltiin standardikomponentit käytettäväksi. Konseptimalleista prototyyppi asteelle siirtyvien tuotteiden 3D-kuvat on esitetty liitteissä 1 ja 2 (liitteen kuvat ovat esimerkkejä tuotteista prototyyppien salauksen vuoksi). Tuloksia tarkasteltiin prosessin mukaisella kolmannella portilla ja tuotteesta valmistettiin kaksi prototyyppiä, jotka kokoonpantiin tehtaalla. Opinnäytetyöprosessin valmistumisen aikana ei päästy vielä etenemään mahdolliseen lanseeraukseen eikä tuotannon käynnistämiseen.

Opinnäytetyön tekijälle tuotekehitysprosessimallin kehittäminen ja moduloinnin suunnittelu on ollut todella mielenkiintoinen projekti. Prosesseista saatu teoriatieto mahdollistaa monta kehityskohdetta ja ideaa myös jatkossa. Kirjallisuuslähteissä mainittu joustavuus ja ketteruus prosessissa täytyy muistaa. Ketteruus ja joustavuus näkyy ja korostuu kohdeyrityksen

toiminnassa, 3D-suunnittelu modernin putkentaivutuskoneen tuotteiksi edustaa hyvin sitä. Samalla ohutlevy valmistuksen mahdollisuuksien tehokas hyödyntäminen oli tutumpaa aikaisemman työkokemuksen pohjalta.

LÄHTEET

- Cooper, R. 2011. Winning at New Products: Creating Value through Innovation. fourth edition. New York: Basic Books.
- Hietikko, E. 2015. Tuotekehitystoiminta. 3. p. Helsinki: BoD-Books on Demand.
- Jokinen, T. 2010. Tuotekehitys. [Verkkojulkaisu]. Espoo: Aalto-yliopisto. [Viitattu 2.3.2021]. Saatavana: <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf>
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Konepajan Tuotantotekniikka: Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.
- Markki Oy. Ei päiväystä. HEVI tuuletus- ja pyykinkuivausteline [Verkkosivu]. [Viitattu 28.2.2021]. Saatavana: <https://www.markki.fi/tuote/hevi-tuuletus-ja-pyykinkuivausteline>
- Markki Oy. Ei päiväystä. Yrityksemme tarina. [Verkkosivu]. [Viitattu 28.2.2021]. Saatavana: <https://www.markki.fi/yritys/>
- Martinsuo, M., Aalto, T. & Artto, K. 2003. Projektisalkun johtaminen: Tuotekehitysprojektien valinta ja strateginen ohjaus. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
- Martio, A. 2015. Tuotekonfigurointi ja tuotetiedon hallinta. Espoo: Amartekno Oy.
- Mäkipernaa, M. 2021. Toimitusjohtaja. Markki Oy. Haastattelu 28.2.2021.
- Porter, M. 2006. Kansakuntien kilpailuetu. 2. tark. p. Helsinki: Karisto.
- Ruohomäki, I., Anttila, J-P., Heikkilä, A., Hentula, M., Kansola, M., Leino, K., Paro, J. & Salmi, T. 2011. Parempiin tuotantostrategisiin päätöksiin. 1. p. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.
- Säilynoja, P. 2014. Modulaarisen tuotteen mallivalikoiman ja tuoterakenteen keventäminen. [Verkkojulkaisu]. Lappeenranta: Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Tuotantotalouden tiedekunta, tuotantotalouden koulutusohjelma. Diplomityö. [Viitattu 2.3.2021] Saatavana: <https://lutpub.lut.fi/handle/10024/96802>
- Ulrich, K. & Eppinger, S. 2012. Product Design and Development. fifth edition. New York: McGraw-Hill.
- Österholm, J. & Tuokko, R. 2001. Systemaattinen menetelmä tuotemodulointiin. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

LIITTEET

Liite 1. Tuuletusteline 3 m siirrettävä. Esimerkkituote Markki Oy. (prototyyppi on salattu)

Liite 2. Tuuletusteline 3 m valettava. Esimerkkituote Markki Oy. (prototyyppi on salattu)

Liite 1. Tuuletusteline 3 m siirrettävä. Esimerkkituote Markki Oy. (prototyyppi on salattu)



Liite 2. Tuuletusteline 3 m valettava. Esimerkkituote Markki Oy. (prototyyppi on salattu)

