

Joonas Marjamäki

TUOTTEEN KONSEPTOINTI VIRTAUS- MALLIN AVULLA

Diplomityö
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Elokuu 2020

TIIVISTELMÄ

Joonas Marjamäki: Tuotteen konseptointi virtausmallin avulla
Tampereen yliopisto
Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Diplomityö
Elokuu 2020

Kyky tunnistaa kannattavia ideoita ja kehittää niistä tehokkaasti uusia tuotteita on yritysten menestymisen kannalta tärkeää. Tuotekehitysprojektien tehokkaan hallinnan tueksi on kehitetty lukuisia prosessimalleja, joilla pyritään kuvaamaan työn kannalta tärkeitä vaiheita. Eri mallit pyrkivät kuvaamaan prosessia eri näkökulmista, ja niillä kullakin on omat rajoitteensa.

Virtausmallin avulla voidaan yleisesti kuvata asioiden riippuvuuksia graafisesti ja näin hahmottaa prosessien kulkua muita menetelmiä tehokkaammin. Virtausmallin avulla voidaan kuvata myös tuotteiden suunnittelussa syntyvän tiedon virtausta. Tämän työn tavoitteena oli tutkia virtausmallin soveltamisen vaikutuksia konseptointiprojektin hallintaan käytännössä. Lisäksi työn tavoitteena oli kartoittaa konseptien kehittämiseen vaadittavia lähtötietoja, niiden keräystapoja, sekä niiden muuttumisen vaikutuksia suunnitteluprosessiin.

Yhteistyö Elematic Oyj:n kanssa mahdollisti tutkimuksen toteuttamisen tapaustutkimuksen keinoin. Työ aloitettiin perehtymällä tuotekehitystä ja konseptointia koskevaan kirjallisuuteen. Tämän jälkeen koottiin kirjallisuuden sekä yrityksen olemassa olevan tuotekehitysprosessin pohjalta virtausmalli, johon mallinnettiin kaikki konseptin kehittämiseksi vaadittavat tuotokset ja niiden riippuvuudet. Tämän projektisuunnitelmana toimineen virtausmallin mukaisesti toteutettiin yksi konseptointiprojekti, jota tiiviisti seuraamalla saatiin vastaukset tutkimuskysymyksiin.

Tulosten perusteella todetaan virtausmallin käytön helpottavan projektien suunnittelua ja tehostavan niiden läpivientiä. Sen käytön edut konkretisoituvat lisäksi erityisesti työn dokumentoinnissa. Muiden mallien tapaan virtausmallin käytössä on omat rajoitteensa, joista toteutetun projektin perusteella merkittävimpiä ovat haasteet kuvata ongelmanratkaisun iteroituen etenevää luonnetta.

Konseptoinnissa tarvittavat lähtötiedot jaetaan kahteen kategoriaan, joita ovat kannattavuuden arviointiin vaadittavat tiedot sekä tiedot tuotteen toiminnallista vaatimuksista. Kummankin kategorian tietojen keräämiseen vaaditaan sidosryhmien huomioimista. Kannattavuuden arviointiin kehoitetaan kiinnittämään huomiota työn alkuvaiheessa, ja sen huolellisella arvioinnilla tulee perustella tuotekehityksen vaatima investointi. Laitteen toiminnallisten vaatimusten keräämisessä tulee sen sijaan hyväksyä tiedon puute projektin alkuvaiheessa. Kehittämällä tuotetta vaiheittain yhteistyössä sidosryhmien kanssa, saadaan minimoitua vaatimusten todennäköisen muuttumisen vaikutukset.

Avainsanat: Tuotekehitys, Konseptointi, Virtausmalli

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Joonas Marjamäki: Concepting a product using a flow model
Tampere University
Master's Degree Programme in Mechanical Engineering
Master's thesis
August 2020

The ability to identify profitable ideas and effectively develop new products from them is an important factor for the success of companies. To support the efficient management of product development projects, numerous process models have been developed to describe important steps in the work. Different models focus to describe the process from different points of view, and each has its own limitations.

A flow model can generally be used to graphically describe the dependencies of things and thus perceive the flow of processes more effectively than with other methods. A flow model can also be used to describe the flow of information generated in product design. The aim of this study was to examine the practical implications of applying a flow model on the management of a concept development project. In addition, the aim of the study was to map the initial information required for the development of concepts, their collection methods, and the effects of their change on the design process.

Cooperation with Elematic Oyj enabled the research to be carried out by means of a case study. The work began with a review of the literature on product development and conceptualization. This was followed by compiling a flow model based on the literature and the company's existing product development process, in which all the outputs required to develop the concept and their dependencies were modeled. According to this flow model, which served as a project plan, one concept development project was carried out. Following this project closely provided answers to the research questions.

Based on the results, it is stated that the use of a flow model eases the planning of projects and streamlines their implementation. In addition, the benefits of its use materialize especially in the documentation of work. As with other models, the use of flow model has its own limitations. Based on the implemented project, the most significant challenge is to describe the iterative nature of problem solving.

The initial information required for conceptualization is divided into two categories, which are the information required for the assessment of profitability and the information on the functional requirements of the product. The gathering of information from both categories requires the consideration of stakeholders. Attention is advised to be paid to the assessment of profitability at the beginning of the work, and its careful assessment must justify the investment required by product development. Instead, the lack of information at the beginning of the project should be accepted when collecting the functional requirements of the product. By developing the product in stages in collaboration with stakeholders, the effects of the likely change in requirements can be minimized.

Keywords: Product development, Concept development, Flow model

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Elematic Oyj:n toimeksi antamana kevään ja kesän 2020 aikana. Työn aikana kehiteltiin yrityksen tuoteperheen täydentämiseksi konsepti uudesta laitteesta ja tutkittiin uutta tapaa hallita tuotekehitysprosessia. Työn tekeminen on ollut erittäin mielenkiintoista ja olen kiitollinen saamastani vastuusta ja mahdollisuudesta osallistua yrityksen tuotekehitykseen.

Ensimmäisenä haluan kiittää Janne Luotoharjua, joka johdatteli minut aiheen pariin ja toimi työn ohjaajana yrityksessä. Kiitoksen ansaitsevat myös lukuisat muut kollegani, jotka antoivat panoksensa konseptin muovaamiseen ja osoittivat kiinnostusta työtäni kohtaan. Lisäksi tahdon kiittää Tero Juutia, joka auttoi tutkimuksen aiheen ideoinnissa ja antoi arvokasta palautetta työn tieteellisen lähestymistavan vahvistamiseksi.

Tämä työ on vuosien opiskelun huipennus. Lopuksi tahdon kiittää läheisiäni kaikista näiden yliopistovuosien aikana saamastani tuesta ja kannustuksesta. Erityisesti kiitos Anulle tukemisesta ja rinnalla kulkemisesta.

Tampereella, 11.8.2020

Joonas Marjamäki

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA RAJAUS	2
2.1 Työn tavoitteet	2
2.2 Työn rajaus	2
3. TUTKIMUSSTRATEGIA JA MENETELMÄT	4
4. KIRJALLISUUSKATSAUS	6
4.1 Tuotekehitys yleisesti	6
4.2 Tuotekehityksen ohjausmenetelmät	8
4.2.1 Ulrich & Eppingerin yleinen tuotekehitysmalli	11
4.2.2 CPM / PDD	12
4.2.3 Stage-gate malli	14
4.2.4 Design Coordination malli	14
4.3 Suunnittelutiedon virtaus	15
4.3.1 Virtausmalli	16
4.3.2 Design Structure Matrix	18
4.4 Konseptoinnin vaiheet	19
4.4.1 Asiakastarpeiden tunnistaminen	19
4.4.2 Tavoitteiden asettaminen	20
4.4.3 Konseptien luominen	21
4.4.4 Konseptien valinta	23
4.4.5 Konseptien testaus	25
4.4.6 Lopullisten määrittelyjen teko	25
4.4.7 Jatkokehityksen suunnittelu	26
4.5 Muita konseptoinnin näkökulmia	26
4.5.1 Aikaisemman tiedon kierrätys	26
4.5.2 Kustannuslähtöinen suunnittelu	27
4.5.3 Konseptien kannattavuuden arviointi	29
5. CASEN ESITTELY	31
5.1 Kohdeyrityksen esittely	31
5.2 Kohdeyrityksen tuotekehitysmalli	32
5.3 Taustatiedot suoritettavasta casesta	33
6. CASEN TOTEUTUS	35
6.1 Virtauskaavion mallinnus	35
6.2 Konseptoinnin toteutus	37
6.2.1 Taustatiedon kerääminen & idean arviointi	37
6.2.2 Vaatimusten kerääminen	38
6.2.3 Ratkaisujen ideointi	41
6.2.4 Ideoiden karsinta	43
6.2.5 Konseptin dokumentointi	45
6.2.6 Jatkokehityksen suunnittelu	47
7. ANALYYSI	49
7.1 Virtauskaavion mallinnus	49

7.2	Projektin toteutus	50
8.	TULOKSET	53
8.1	Virtausmallin käytettävyys	53
8.2	Lähtötietojen kerääminen ja niiden muuttuminen	54
9.	POHDINTA	56
9.1	Työn rajoitteet	56
9.2	Tulosten uutuusarvo.....	56
9.3	Tulosten arvo kohdeyritykselle	57
10.	JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET	59
	LÄHTEET	61
	LIITE A: PROJEKTIN DSM-MALLI	64
	LIITE B: PROJEKTIN VIRTAUSMALLI	65

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Konseptoinnin roolit yrityksen eri toimintoihin nähden. Tässä työssä käsitellään määrittelevää konseptointia. Mukailten (Keinonen & Jääskö 2004, s.41).</i>	3
Kuva 2.	<i>Tutkimuksen toteuttamiseksi valittu strategia.</i>	5
Kuva 3.	<i>Ongelmakeskeiset menetelmät kuvaavat suunnittelun toistuvana prosessina. Mukailten (Roozenburg & Eekels 1995, s. 93)</i>	9
Kuva 4.	<i>VDI 2221 kuvaa suunnitteluprosessia siitä tunnistettavien vaiheiden kautta. Mukailten (Jänsch & Birkhofer 2006).</i>	10
Kuva 5.	<i>Archerin malli kuvaa laajemmin yritysten tuotekehitysprosessia. Mukailten (Roozenburg & Eekels 1995, s. 113).</i>	11
Kuva 6.	<i>Ulrich & Eppingerin yleinen tuotekehitysmalli kuvaa työn etenevän kuudessa vaiheessa. Mukailten (Ulrich & Eppinger 2012, s. 13).</i>	12
Kuva 7.	<i>CPM/PDD prosessi koostuu neljästä toistuvasta vaiheesta. Mukailten (Weber & Deubel 2003).</i>	13
Kuva 8.	<i>Stage-gate mallissa on viisi vaihetta ja niitä erottavaa porttia. Mukailten (Cooper 1990, s. 46).</i>	14
Kuva 9.	<i>Design coordination mallissa eri kehysten yhteyksiä toisiinsa on kuvattu viivoilla. (Andreasen et al. 2015, s. 67)</i>	15
Kuva 10.	<i>Ylhäällä olevassa nuolikaaviossa viivat kuvaavat tehtäviä. Alhaalla olevassa lohkoaviossa tehtävät kuvataan laatikoilla. Numerot kuvaavat työn kestoa. Mukailten (Jokinen 1991).</i>	17
Kuva 11.	<i>DSM:n reunalla olevat aakkoset kuvaavat tehtäviä ja ruudukon rastiit niiden välisiä riippuvuuksia. Mukailten (Ulrich & Eppinger 2012, s. 382)</i>	18
Kuva 12.	<i>Konseptoinnin vaiheet. Mukailten (Ulrich & Eppinger 2012, s. 16)</i>	19
Kuva 13.	<i>Kerättyjen vaatimusten dokumentoinnissa voidaan hyödyntää vaatimuslistoja. Mukailten (Pahl et al. 2007, s. 148)</i>	21
Kuva 14.	<i>Morfologinen matriisi. Tummennetut ruudut esittävät yhtä vaihtoehtoista osaratkaisujen kombinaatiota. Mukailten (Pahl et al. 2007, s. 184)</i>	23
Kuva 15.	<i>Konseptien luominen ja valinta vuorottelevat prosessin aikana. Mukailten (Ulrich & Eppinger 2012, s. 148)</i>	24
Kuva 16.	<i>Kustannuslähtöisen suunnittelun prosessi koostuu kolmesta tasosta. Mukailten (Cooper & Slagmulder 1999, s. 32)</i>	28
Kuva 17.	<i>Esimerkkejä Elematic Oyj tarjontaan kuuluvista tuotteista. Kuvan laitteita käytetään ontelolaattojen valmistuksessa. (Elematic Oyj verkkosivut)</i>	31
Kuva 18.	<i>Elematicin tuotekehitysmalli perustuu Cooperin Stage-gate malliin. (Sirkka 2015, s. 89).</i>	33
Kuva 19.	<i>Konseptointiprojektin toteutusta kuvaava virtausmalli DiMO:n näkymässä.</i>	36
Kuva 20.	<i>Virtausmallin lopullinen visuaalinen asu sisälsi kuusi osuutta.</i>	36
Kuva 21.	<i>Taustatietojen keräämiseen ja idean arviointiin kuului 18 tuotosta.</i>	37
Kuva 22.	<i>Vaatimusten ja asiakastarpeiden koostamiseen kuului 12 tuotosta.</i>	39
Kuva 23.	<i>Ratkaisujen ideointiin kuului kymmenen tuotosta.</i>	41
Kuva 24.	<i>Ensimmäisen ideointikierroksen tulokset koottiin morfologiseen matriisiin.</i>	42
Kuva 25.	<i>Ideoiden karsintaan kuului kahdeksan tuotosta.</i>	43
Kuva 26.	<i>Konseptin dokumentointiin kuului seitsemän tuotosta.</i>	46
Kuva 27.	<i>Jatkokehityksen suunnitteluun kuului kaksi tuotosta.</i>	48

1. JOHDANTO

Kyky tuottaa uusia ideoita ja kehittää niistä uusia tuotteita on yrityksille tärkeää, jotta ne pystyvät kilpailemaan markkinoille tulevien uusien tuotteiden kanssa. Kilpailun koventuessa nousee esiin myös kyky toteuttaa tuotekehitysprojekteja yhä nopeammin ja tehokkaammin. Tuotekehitys on yritykselle aina investointi, jonka kustannuksia tulee pyrkiä minimoimaan tehokkaalla projektinohjauksella. Lisäksi tuotekehityksen resurssit tulee kohdistaa vain projekteihin, jotka tuottavat arvoa yritykselle ja sen asiakkaille. Suunnittelutyön tueksi onkin kehitetty useita ohjausmenetelmiä, joilla hallitaan projekteja ja varmistetaan oikeiden asioiden tekeminen oikeassa järjestyksessä.

Tuotekehityksen alkuvaiheen eli konseptoinnin merkitys on suuri tuotteen menestymisen kannalta. Konseptin kehittäminen on prosessi, jossa ideaa tuotteesta vahvistetaan ja tarkennetaan vaiheittain. Vaikka konseptointia monesti tehdään ilman suunnitelmaa, pitäisi myös sen olla organisoitu prosessi (Doyle 2016). Prosessin alkuvaiheessa saatu tarkka ja oikea-aikainen tieto vähentää uudestaan tehtävää työtä ja mahdollistaa paremman suunnittelun ja sen toteutuksen. Tällaiset tuotteet vastaavat paremmin käyttäjien tarpeisiin, ja ne voidaan lanseerata nopeammin. (Keinonen & Jääskö 2004, s.116)

Tämä diplomityön toimeksiantaja on Elematic Oyj. Yrityksessä on käytössä Stage-gate malliin pohjautuva tuotekehityksen ohjausmenetelmä, jota on kehitetty myös vuonna 2015 julkaistun diplomityön yhtenä osana (Sirkka 2015). Menetelmä on yrityksessä aktiivisessa käytössä, mutta joidenkin projektien kohdalla sen tarkka noudattaminen on koettu rajoittavaksi. Erityisesti nopeaa aikataulua edellyttäviä projekteja ei aina pystytä toteuttamaan täysin virallisen menettelyn mukaisesti.

Tämän tutkimuksen taustalla on kohdeyrityksen tarve toteuttaa tuotekehitysprojekti, jossa kehitetään konsepti olemassa olevaa tuoteperhettä täydentävälle tuotteelle. Projektin yhteydessä halutaan lisäksi tutkia mahdollisuutta kehittää olemassa olevaa tuotekehitysprosessia. Vaihtoehtoisena lähestymistapana projektinohjaukseen käytetään tässä työssä virtausmallia. Sen avulla voidaan kuvata osatehtävien väliset yhteydet ja tiedon virtaus monimutkaisissakin projekteissa (Becker 2016, s.116). Virtausmallin avulla pyritään keskittämään huomio oikeiden asioiden tekemiseen oikeaan aikaan, sekä helpottamaan aikataulun kannalta kriittisten tehtävien hahmottamista.

2. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA RAJAUS

2.1 Työn tavoitteet

Tämä työn tarkoituksena on tutkia virtausmallin käytöstä saatavia hyötyjä konseptointiprojektin ohjaamisessa, sekä työssä vaadittavien lähtötietojen keräämisessä. Tutkimukselle on kolme tavoitetta. Ensimmäinen tavoite on tutkia miten virtausmallin käyttö vaikuttaa konseptointiprojektin etenemiseen. Ulrich & Eppinger toetavat (2012, s.12) että hyvin määritelty prosessi parantaa laatua sekä helpottaa projektin koordinoitua, suunnittelua ja hallintaa. Lisäksi huolellinen dokumentointi mahdollistaa oppimisen ja toiminnan kehittämisen. Tavoitteena on saada kerättyä tietoa virtausmallin käytön vaikutuksista näillä osa-alueilla, jolloin voidaan tehdä johtopäätöksiä sen käytettävyydestä myös muissa projekteissa. Vertailukohteena voidaan lisäksi käyttää kokemuksia kohdeyrityksen nykyisestä prosessista.

Kuten aiemmin todettiin luvussa 1, konseptoinnin alussa kerättyjen lähtötietojen oikeellisuus ja oikea ajoitus vaikuttavat lopputulokseen merkittävästi. Lähtötietojen kerääminen on kuitenkin usein haasteellista. Asiakasvaatimukset ovat usein laadullisia, ja eri sidosryhmien vaatimukset voivat olla ristiriitaisia. (Jiao & Chen 2006, s.174) Tutkimuksen toisena päämääränä onkin tutkia lähtötietojen keräämistä. Tavoitteena on muodostaa käsitys konseptointiin vaadittavista kriittisistä lähtötiedoista sekä kerätä toimivia keinoja niiden selvittämiseksi. Tulosten tulisi jatkossa helpottaa varmistumaan, että kaikki tarpeelliset lähtötiedot kerätään.

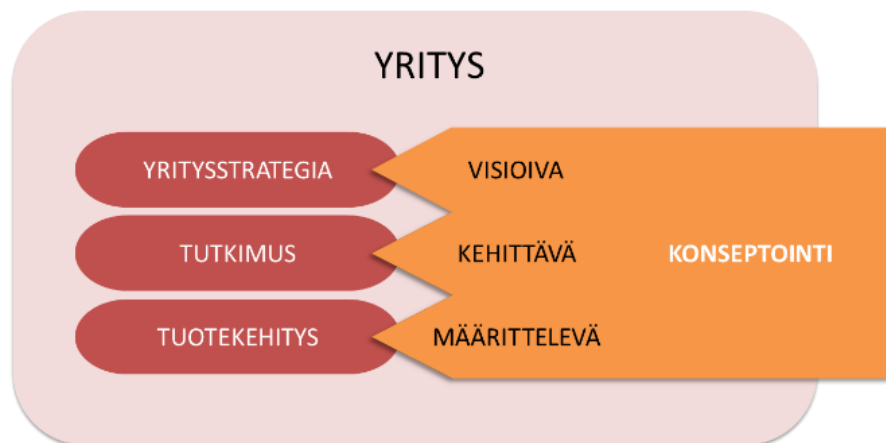
Mikäli tuotteen vaatimuksia ei onnistuta määrittämään projektin alussa riittävän tarkasti, joudutaan niitä tarkentamaan tai muuttamaan prosessin aikana. Myös uusia vaatimuksia voi nousta esiin projektin aikana, kun konsepti alkaa hahmottua. Kolmas tutkimuksen tavoite liittyy lähtötietojen pysyvyyteen. Tavoitteena on seurata kuinka ne muuttuvat prosessin aikana, ja miten se vaikuttaa prosessiin. Tulosten perusteella tulisi jatkossa pystyä ennakoimaan lähtötietojen muutoksia ja minimoimaan niistä aiheutuvia negatiivisia vaikutuksia.

2.2 Työn rajaus

Tuotteen kehittäminen ideasta lopulliseksi tuotteeksi on pitkä prosessi, joka vaatii huomattavan paljon aikaa ja resursseja (Ulrich & Eppinger 2012, s.5). Tämän diplomityön puitteissa keskitytään pääasiassa tuotekehityksen alkupäähän eli lähtötietojen keräämiseen ja konseptointiin. Myös tutkimuksessa mallinnettavaan virtausmalliin sisällytetään

siten ainoastaan konseptin kehittämiseen vaadittavat työvaiheet. Ne ovat kuitenkin koko tuotekehityksen kannalta merkittäviä vaiheita ja kerättyjen havaintojen pohjalta voidaan tehdä päätelmiä virtausmallin käytöstä suunnitteluun laajemmin.

Termillä konseptointi voidaan käsittää eri yhteyksissä eri asioita. Tässä työssä konseptointi käsitetään alla olevan kuvan 1 mukaisena määrittelevänä konseptointina. Tämän tulkinnan mukaan tavoitteena on synnyttää kuvaus tuotteesta, jonka pohjalta voidaan edetä toteuttamaan yksityiskohtaisempaa suunnittelua. (Keinonen & Jääskö 2004, s.41) Työn ulkopuolelle rajataan siis tutkimukseen ja strategiaan liittyvät vähemmän konkreettiset konseptoinnin muodot.



Kuva 1. *Konseptoinnin roolit yrityksen eri toimintoihin nähden. Tässä työssä käsitellään määrittelevää konseptointia. Mukailten (Keinonen & Jääskö 2004, s.41).*

Tutkimuksen yhteydessä toteutettava konseptointiprojekti koskee laitetta, jolla nähdään tulevaisuudessa olevan mahdollisuuksia toimia osana nykyistä tuoteperhettä. Tästä syystä kehitettävää konseptia koskevia tietoja ei voida työssä julkaista yksityiskohtaisesti. Tässä raportissa keskitytään kuvaamaan kehitysprosessin etenemistä ja konseptin luomiseen vaadittavan tiedon kehittymistä projektin eri vaiheissa.

3. TUTKIMUSSTRATEGIA JA MENETELMÄT

Työn tavoitteena on tutkia virtausmallin käyttöä konseptointiprojektin ohjaamisessa, sekä työssä vaadittavien lähtötietojen keräämistä ja niiden muuttumista. Näiden tavoitteiden pohjalta muotoillaan viisi tutkimuskysymystä, joihin vastaamalla pyritään pääsemään tavoitteisiin. Tutkimuksen viisi kysymystä ovat:

TK1: Miten virtausmallin käyttö vaikuttaa konseptointiprojektin etenemiseen?

TK2: Mitä lähtötietoja tarvitaan tuotteen konseptointiin?

TK3: Miten lähtötiedot saadaan kerättyä mahdollisimman todenmukaisesti?

TK4: Kuinka lähtötiedot muuttuvat prosessin aikana?

TK5: Miten lähtötietojen muuttuminen vaikuttaa prosessiin?

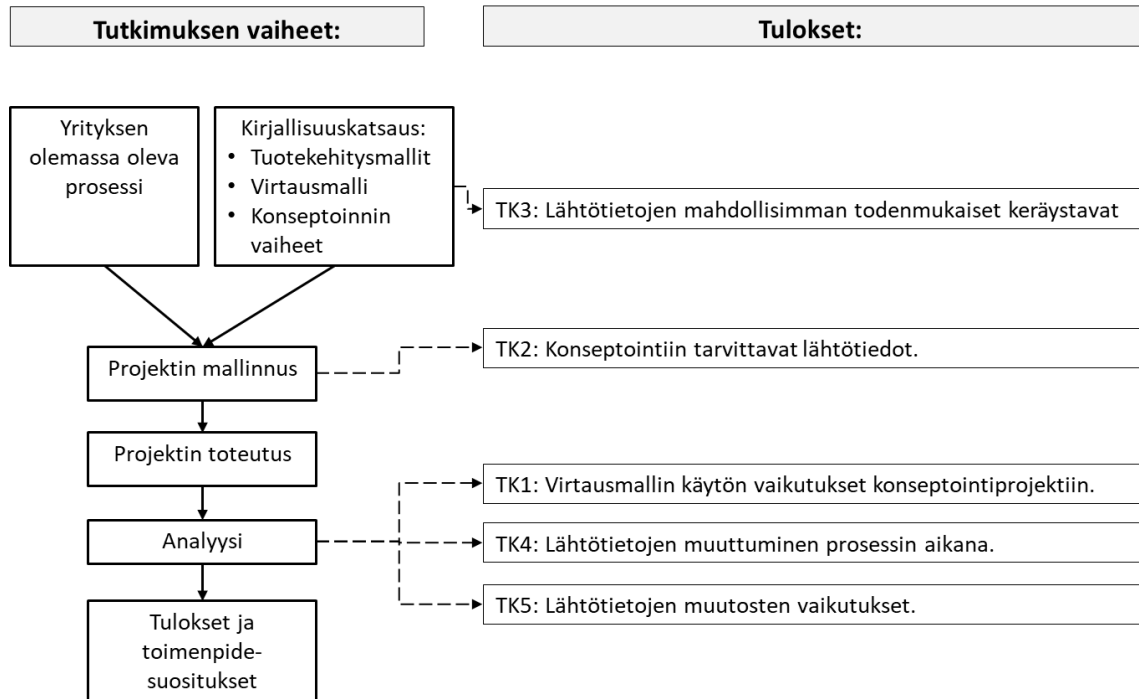
Kohdeyrityksessä on tarve toteuttaa konseptointiprojekti uuden laitteen kehittämiseksi. Yhteistyö kohdeyrityksen kanssa tarjoaa siten mahdollisuuden toteuttaa tutkimus empiirisesti eli tapaustutkimuksen avulla. Tapaustutkimus on syvälinen tarkastelu pienestä määrästä kohteita. Siinä pyrkimys on tuottaa yksityiskohtaista tietoa ja tulkita yksittäisiä tapauksia niiden konteksteissa. Yleistettävyyttä tuloksille haetaan ilmiöstä havaittujen mekanismien, prosessien ja sisäisten lainalaisuuksien kautta. Tapaustutkimusta voidaan käytännössä toteuttaa eri analyysimenetelmien avulla. (Menetelmäpolkuja humanisteille)

Yinin (2003, s. 40) mukaan tapaustutkimukset voivat sisältää joko yhden tai useamman tutkittavan tapauksen. Vastaavasti tapaustutkimukset voivat tarkastella tapauksia joko kokonaisuuksina tai tarkastella useampia tapauksien sisäisiä tutkimuskohteita. Näiden jaotteluiden perusteella voidaan tapaustutkimukset jakaa neljään ryhmään.

Työhön varatun ajan puitteissa ehditään toteuttaa yksi projekti, jonka aikana voidaan tehdä havaintoja aiheesta. Tapausta tarkastellaan erityisesti kysymykseen *TK1* vastaamiseksi kokonaisuutena, jolloin Yinin (2003, s. 40) esittämän jaottelun mukaan kyseessä on siis yksittäisen tapauksen kokonaisvaltainen tutkimus. Laajemman yleistettävyyden saamiseksi tulisi aineistoa kerätä enemmän, mutta usean tapauksen tutkimusta ei voida tehdä, sillä vastaavia uusien tuotteiden kehitysprojekteja toteutetaan yrityksessä harvoin.

Kuvassa 2 esitellään tutkimuksen strategia tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi. Tutkimuksen alussa tehdään työtä taustoittava kirjallisuuskatsaus tuotekehitysprosessin ohjaukseen ja konseptointiin liittyvään teoriaan. Seuraavassa vaiheessa

kirjallisuuskatsauksen ja yrityksen olemassa olevan tuotekehityksen ohjausmenetelmän pohjalta muodostetaan virtausmalli konseptointiprojektin työvaiheista ja tuotoksista. Seuraavaksi toteutetaan kohdeyrityksen konseptointiprojekti, joka pyritään tekemään mallinnetun virtausmallin mukaisesti. Kerättyjen havaintojen ja kokemusten pohjalta tehdään lopuksi analyysiä sekä johtopäätöksiä virtausmallin käytettävyydestä ja sen hyödyistä projektin hallinnassa.



Kuva 2. Tutkimuksen toteuttamiseksi valittu strategia.

Tutkimuskysymykseen *TK3* haetaan vastauksia lähinnä kirjallisuudesta, eikä tietojen eri keräystapoja pyritä vertailemaan kokeellisesti. Vastaus kysymykseen *TK2* puolestaan tulisi selvittää asioiden riippuvuudet kuvaavasta virtausmallista. Kysymyksiin *TK1*, *TK4* & *TK5* haetaan vastauksia analysoimalla toteuttavan kehitysprojektin etenemistä ja tuloksia.

Konseptointiprojektin toteutuksesta vastaa pääasiassa diplomityöntekijä, jonka tukena on eri alojen asiantuntijoita. Tiedonkeruutapana tutkimuksessa on siis osallistava tarkkailu, jolloin johtopäätöksiä voidaan tehdä työn tekijän havaintojen pohjalta. Lisäksi vertailua yrityksen olemassa olevaan ohjausmenetelmään voidaan tehdä projektia valvovia tahoja haastatteleamalla. Konseptia koskevat lähtötiedot ja vaatimukset dokumentoidaan huolellisesti, jolloin niiden pysyvyyttä voidaan seurata projektin aikana.

4. KIRJALLISUUSKATSAUS

Kirjallisuuskatsaus tehtiin Tampereen yliopiston kirjaston tarjoaman painetun ja sähköisen aineiston pohjalta. Katsauksessa käytettiin sekä suomenkielistä, että englanninkielistä aineistoa. Työn kannalta oleellista aineistoa haettiin pääasiassa kirjaston Andor tietokannan avulla. Hakusanoina pyrittiin käyttämään kattavasti konseptointiin ja tuotekehitykseen, sekä virtausmalliin liittyvää sanastoa. Lisäksi joitain lähteitä löydettiin julkaisujen viittausketjuja tutkimalla.

4.1 Tuotekehitys yleisesti

Teollisuudessa tuotteiden suunnittelu ei tapahdu erillään muista yrityksen toiminnoista. Tuotekehitys on kokonaisvaltaista toimintaa, jossa kehitetään uutta liiketoimintaa uusien tuotteiden ympärille. Tuotteen suunnittelemiseksi tarvitaan tietoa sen toiminnoista, mutta myös sen mahdollisista käyttäjistä, hinnasta ja myyntimääristä. Varsinaisen lopputuotteen oman dokumentaation lisäksi täytyy yrityksen ottaa kantaa myös sen valmistukseen ja jakeluun. (Rozenburg & Eekels 1995, s.4)

Tuotekehitys vaatii siis osallistumista lähes koko organisaatiolta. Ulrich & Eppinger (2012, s.3) toteavat, että avainasemissa olevia funktioita ovat yleensä markkinointi, suunnittelu ja valmistus. Markkinointi luo keskusteluyhteyksiä asiakkaisiin ja tunnistaa tarpeita ja vaatimuksia tuotteille. Suunnittelu puolestaan vastaa teknisestä toteutuksesta, jonka luomiseksi vaaditaan osaamista eri tekniikan aloilta. Tuotteen koko toimitusketjun hallinnan voidaan heidän karkean määritelmänsä mukaan ajatella kuuluvan valmistuksen vastuulle. Näiden ryhmien edustajista kootaan projektille ydintiimi, jonka tehtävänä on viedä projektia eteenpäin.

Yrityksissä toteutetaan luonteiltaan vaihtelevia tuotekehitysprojekteja, joiden tavoitteet ja syyt vaihtelevat. Kehitysprojektit jaetaan yleisesti kuuteen eri tyyppiin niiden tavoitteiden mukaan. Näitä projektityyppejä ovat:

1. Uudet tuoteinnovaatiot
2. Uudet tuoteperheet
3. Lisäykset vanhoihin tuoteperheisiin
4. Parannukset vanhoihin tuotteisiin
5. Tuotteen uudelleen asemointi
6. Kustannusten alentaminen (Annacchino 2007, s. 4)

Näistä käynnissä ja suunnitteilla olevista erityyppisistä projekteista muodostuu yrityksen tuotekehitysportfolio. Portfolioon tulisi valita projekteja erilaisten analyysien perusteella ja suunnitella etukäteen kuhunkin käytettävät resurssit ja aika. Näin toimimalla saadaan muun muassa hyödynnettyä resurssit tehokkaammin ja yritykset saavat kohdemarkkinoille monipuolisesti kilpailukykyisiä tuotteita. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 54)

Tuotekehityksen tavoitteena on siis luoda tuotteita, joita yritys voi valmistaa ja myydä voitollisesti. Koska onnistumista tässä on vaikeaa mitata, esittävät Ulrichin & Eppinger (2012, s.2) viisi kannattavuuteen heijastuvaa tekijää, joilla tuotekehitysprojektien onnistumista voidaan arvioida. Esitetyt mittarit ovat:

1. Lopputuotteen laatu
2. Lopputuotteen valmistuskustannus
3. Tuotekehitykseen käytetty aika
4. Tuotekehityksen kustannus
5. Tuotekehityksen lisääntynyt tietotaito

Hyvä suoriutuminen edellä mainituilla osa-alueilla johtaa taloudelliseen onnistumiseen. Näiden ohella on hyvä käyttää myös muita onnistumisen mittareita, jotka voivat liittyä esimerkiksi muihin sidosryhmiin tai yrityksen arvoihin.

Tuotekehitys on kuitenkin käytännössä haasteellista. Erilaiset kompromissit ovat välttämättömiä eri ominaisuuksien välillä, ja toimintaympäristö on jatkuvasti muuttuva. Taloudellisesti kannattavien ratkaisujen kehittäminen on haastavaa, kun lisäksi aikaa on rajoitetusti. Teknisten haasteiden ohella työhön vaikuttavat myös organisaatioissa piilevät yrityskulttuurien ongelmat. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 6)

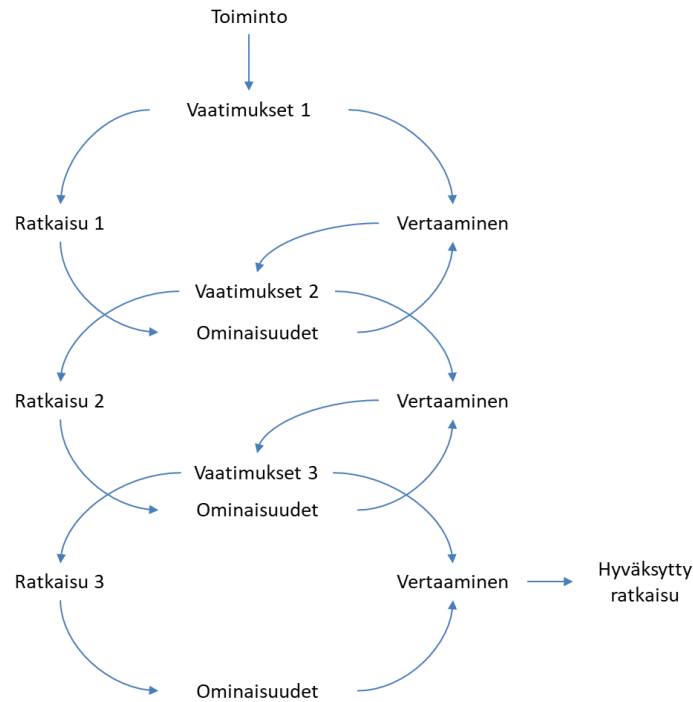
4.2 Tuotekehityksen ohjausmenetelmät

Tuotekehityksen tavoitteena on antaa muoto jotain funktiota toteuttavalle tuotteelle. Kirjallisuudesta löytyy lukuisia kehitystyön ohjaukseen tarkoitettuja prosessimalleja, joiden pyrkimys on tehostaa tähän tavoitteeseen pääsyä. Tarve erilaisille suunnittelun ohjausmenetelmille syntyy teollisuudessa suunniteltavien teknisten järjestelmien vaihtelevuudesta. Tämän takia ei ole syytä pyrkiä perustelemaan yhden menetelmän paremmuutta toisiin verrattuna. (Lehtonen et al. 2011, s. 11)

Lehtosen et al. (2011, s.11) mukaan käytännössä kulloinkin käytettävän menetelmän valinnassa tulee arvioida lähtötietojen kattavuutta. Selkeät tavoitteet omaavien projektien kohdalla ovat yksityiskohtiin keskittyvät ja suoraviivaiset menetelmät hyödyllisiä. Toisaalta kun lähtötiedot eivät ole tarkasti selvillä, vaaditaan käytettävältä menetelmältä kokonaisvaltaisempaa näkemystä.

Roozenburg ja Eekels (1995, s. 83) analysoivat kirjassaan, että tuotekehitystä ohjaavat menetelmät voidaan jakaa kolmeen kategoriaan. Jako kategorioihin tehdään sen mukaan, kuinka laajasti mallit käsittelevät prosessia. Kunkin kategorian menetelmät käsittelevät tuotekehitystä omista näkökulmistaan, eivätkä ne siten pyri sulkemaan toisiaan pois.

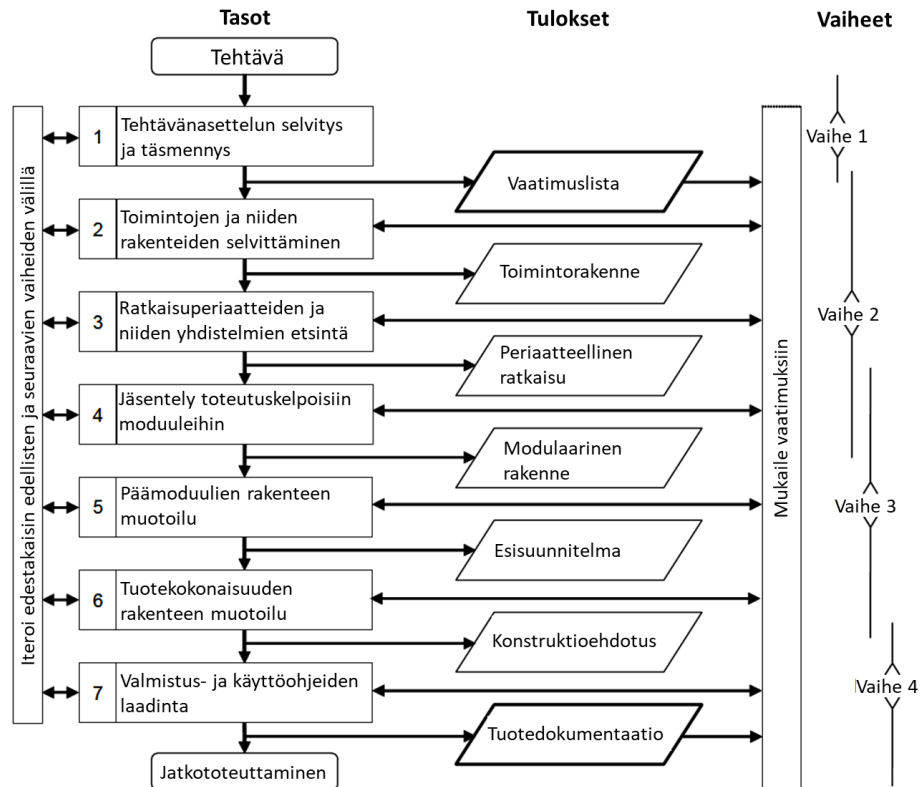
Ensimmäisen kategorian menetelmät käsittävät suunnittelutyön ongelmanratkaisuna. Menetelmät voivat vaihdella keskenään sisällön ja termistönsä suhteen, mutta oleellinen yhteys niiden välillä on prosessin toistuvuus. Työn aluksi määritellään ongelma tai tavoite, jota varten kehitetään ratkaisuja. Vaihtoehtoiset ratkaisut analysoidaan ja niistä valitaan paras peilaten niitä ongelmaan. Mikäli ratkaisu ei täytä kaikkia vaatimuksia, toteutetaan vastaava uusi iteraatiokierros edellisellä kierroksella opittujen tietojen tukena. Kuva 3 havainnollistaa ongelmakeskeisen menetelmän kulkua. (Roozenburg & Eekels 1995, s. 84) Nämä menetelmät keskittyvät kehitettävään tuotteeseen ja voivat olla hyvin abstrakteja. Yrityksen projektien suunnittelu ja ohjaus on haasteellista puhtaasti näiden menetelmien pohjalta, sillä niissä ei ole projektin ohjauksen kannalta selkeitä vaiheita.



Kuva 3. Ongelmakeskeiset menetelmät kuvaavat suunnittelun toistuvana prosessina. Mukailten (Roozenburg & Eekels 1995, s. 93).

Toisen kirjassa esitetyn kategorian menetelmät kuvaavat tuotteen suunnittelun etenemistä siitä tunnistettavissa olevien vaiheiden avulla. Alkuvaiheessa määritetään ja tarkennetaan ongelmaa. Tyypillisesti tämän jälkeen seuraa tuotteelta vaadittavien toimintojen analysointi ja ongelman jakaminen osaongelmiksi. Konkreettisesti tämä voidaan tehdä esimerkiksi piirtämällä erilaisia toimintakaavioita tuotteesta. Eri osatoimintojen toteuttamiseksi kehitetään ratkaisuja, joista muodostuu lopullinen tuote. Koska ratkaisujen lopullisia vaikutuksia on vaikeaa nähdä työn alkuvaiheessa, edetään menetelmissä vaiheittain. Aluksi tehdään suunnitelmia abstraktimmalla tasolla ja tarkennetaan niitä kohti prosessin loppua. (Roozenburg & Eekels 1995, s. 102)

Näistä vaiheista muodostuu ohjattava prosessi, jossa edelliset vaiheet määrittävät seuraavan ja projektin johdon on helppoa valvoa ja hallita työn etenemistä. Menetelmä saattaa kuitenkin johtaa vaihtoehtojen määrän räjähtämiseen, mikäli ongelma pilkotaan liian pieniin osiin. Suunnittelijoiden työ myöskään harvoin seuraa luonnollisesti mallien esittämää etenemistä abstraktista konkreettiseen, vaan noudattaa enemmän ensimmäisen kategorian mallia. Menetelmät tarjoavat kuitenkin tavan selkiyttää prosessia ja tekevät siitä läpinäkyvämmän. Esimerkki tällaisesta ohjausmenetelmästä on standardin VDI 2221 esittämä malli, joka on esitetty kuvassa 4. (Roozenburg & Eekels 1995, s. 109)



Kuva 4. VDI 2221 kuvaa suunnitteluprosessia siitä tunnistettavien vaiheiden kautta. Mukaillen (Jänsch & Birkhofer 2006).

Kolmas kirjassa esitetty menetelmätyyppi kuvaa tuotekehitysprosessin vaiheittaista etenemistä laajemmin koko yrityksen näkökulmasta. Edelliseen menetelmätyyppiin verrattuna keskitytään tuotteen sijasta koko yrityksen toimintaan. Kuten edellisessäkin menetelmätyypissä, tässäkin suunnitellaan asioita aluksi karkeasti, ja lisäpanostuksia kehitykseen tehdään prosessin edetessä.

Keskeinen huomio on, että eri tuotekehityksen osa-alueilla tehdään suunnittelua samanaikaisesti, ja huomioon on otettu suunnittelun lisäksi muut yrityksen toiminnot. Työn etenemistä ei ole määrätty kovin tarkkaan, eikä yhtä vahvaa syy-seuraussuhdetta eri vaiheiden välille synny kuin edellisen kategorian menetelmissä. Tällaisten menetelmien avulla saadaan vaiheittain pienennettyä epävarmuutta ja kannattamattomiksi todetut ideat voidaan pysäyttää ajoissa. Esimerkkinä tämän tyyppisestä menetelmästä mainitaan kirjassa Archerin esittämä malli, jonka päävaiheet on koottu kuvaan. 5. (Rozenburg & Eekels 1995, s. 111)

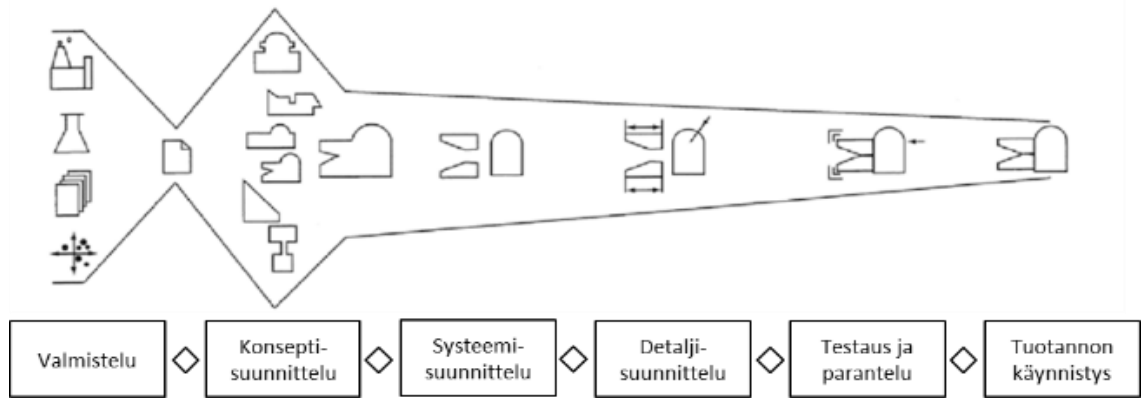


Kuva 5. Archerin malli kuvaa laajemmin yritysten tuotekehitysprosessia. Mukailten (Rozenburg & Eekels 1995, s. 113).

Edellä kuvatun jaottelun perusteella voidaan ryhmitellä kirjallisuudesta löytyvät tuotekehityksen ohjausmenetelmät. Oleellista on kuitenkin hahmottaa, kuinka prosessia voidaan lähestyä eri näkökulmista. Tuotekehitykseen osallisten on hyvä olla tietoisia eri näkökulmista, vaikka kulloinkin käytettävä malli ei kaikkia niitä pystykään tuomaan esille. Seuraavissa alaluvuissa esitellään lyhyesti muutamia tunnettuja tuotekehitysmenetelmiä tarkemmin.

4.2.1 Ulrich & Eppingerin yleinen tuotekehitysmalli

Yleinen tuotekehitysmalli kuvaa tuotekehitysprosessin etenevän kuudessa vaiheessa. Prosessi alkaa suunnitteluvaiheesta, jossa tunnistetaan mahdollisuudet tuotteelle ja määritellään sille tavoitteet. Toinen vaihe on tuotteen konseptointi. Sen aikana kerätään tarkempaa tietoa asiakkaan tarpeista ja kehitetään ratkaisuja ongelmaan. Konseptointivaiheen kulku on esitetty tarkemmin luvussa 4.4. Konseptointia seuraavat systeemitason suunnittelu sekä yksityiskohtaisempi suunnittelu, joiden aikana tarkennetaan teknisiä ominaisuuksia. Mallin kaksi viimeistä vaihetta ovat testaus ja parantelu sekä tuotannon ylös ajo. Malli on esitetty kuvassa 6. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 14)

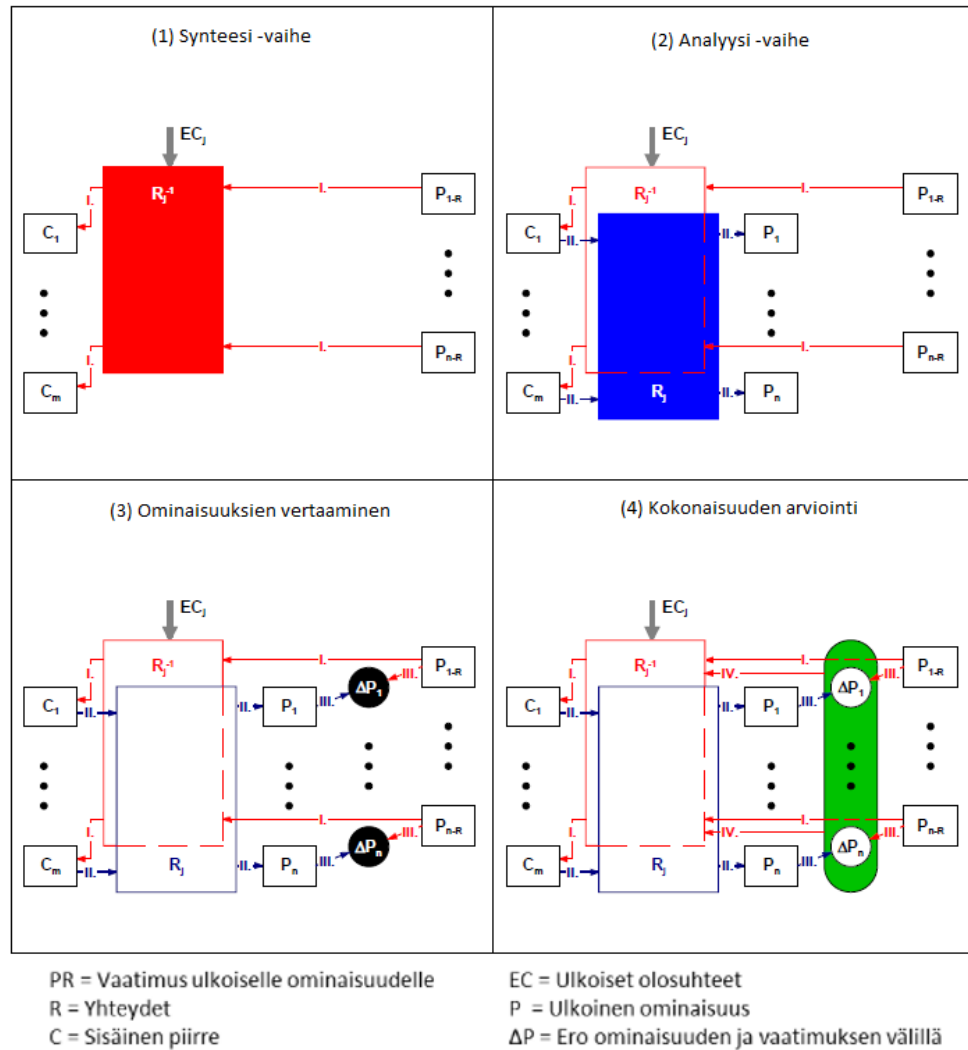


Kuva 6. Ulrich & Eppingerin yleinen tuotekehitysmalli kuvaa työn etenevän kudessa vaiheessa. Mukailten (Ulrich & Eppinger 2012, s. 13).

Kuvassa tieto virtaa vasemmalta oikealle. Vaikka mallin mukaan prosessi etenee tuotteen edistymisen mukaan, listaavat kirjoittajat myös muilla osa-alueilla kuten markkinoinnissa samanaikaisesti tehtäviä töitä. Kehittämällä tuotetta vaiheittain, pienenee myös epävarmuus vaiheittain. Mallin todetaan siis auttavan myös riskienhallinnassa. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 13) Aiemmin kuvatun jaottelun perusteella voidaan tämän mallin todeta kuuluvan koko yrityksen prosessia kuvaaviin ohjausmenetelmiin.

4.2.2 CPM / PDD

CPM/PDD (Characteristics-properties modelling / Property-driven development) on Christian Weberin 1990 luvulla kehittämä tuotekehitysmalli. CPM kuvaa tuotteen sisäisten ja ulkoisten piirteiden välisten yhteyksien mallintamista. Sisäisillä piirteillä tarkoitetaan geometrian kaltaisia ominaisuuksia, joihin suunnittelija voi suoraan vaikuttaa. Ulkoiset ominaisuudet ovat riippuvaisia sisäisistä piirteistä, eikä niihin voi vaikuttaa suorilla päätöksillä. PDD puolestaan kuvaa piirteiden mallintamiseen perustuvaa tuotekehitysprosessia. Prosessi koostuu neljästä vaiheesta, joita ovat synteesi, analyysi, ominaisuuksien vertaaminen sekä kokonaisuuden arviointi. Prosessin eteneminen on esitetty kuvassa 7. (Luedeke et al. 2018)



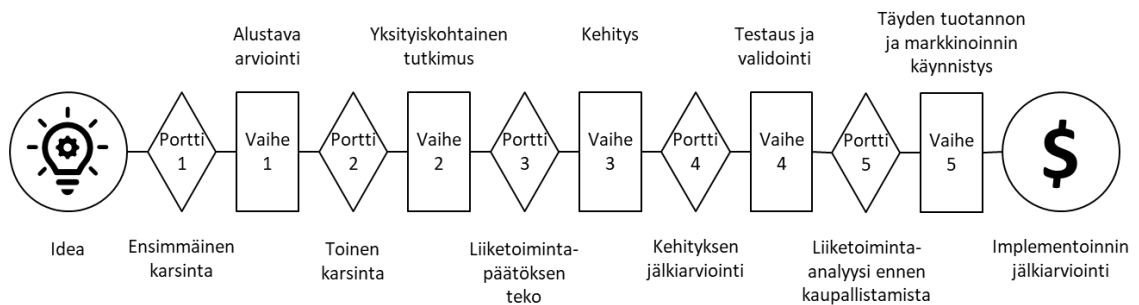
Kuva 7. CPM/PDD prosessi koostuu neljästä toistuvasta vaiheesta. Mukailten (Weber & Deubel 2003).

Ensimmäisessä vaiheessa luodaan vaatimusten pohjalta ratkaisu, jonka oletetaan täytävän ulkoisia ominaisuuksia koskevat vaatimukset mahdollisimman hyvin. Ratkaisu luodaan antamalla tuotteelle sisäisiä piirteitä. Seuraavassa vaiheessa analysoidaan kehitettyä ratkaisua ja mallinnetaan sen ulkoiset ominaisuudet. Kolmas vaihe sisältää mallinnettujen ominaisuuksien vertaamisen lähtökohtana olleisiin vaatimuksiin. Viimeisessä vaiheessa arvioidaan kokonaisuutta ja päätetään tyydyttääkö kokonaisratkaisu alkupe- räiset vaatimukset. (Luedeke et al. 2018)

Prosessia toistetaan, kunnes vaatimukset täytetään. Jotta vaatimukset saadaan täytettyä, tuleekin vaatimuksia päätettäessä kiinnittää huomiota niiden mitattavuuteen ja omaan kykyyn arvioida niiden toteutumista. Malli keskittyy lähinnä ideointiin ja vaihtoehtojen arviointiin eikä se ota kantaa muihin tuotekehityksen vaiheisiin yleisen tuotekehitysmallin tavoin. Kokonaisuuden ohjaaminen onkin huomattavasti haastavampaa tällä mallilla.

4.2.3 Stage-gate malli

Stage-gate malli on Robert Cooperin kehittämä ohjausmenetelmä, jonka pohja on luotu 1980-luvulla. Mallissa ajatus on suorittaa tuotekehitystä vaiheittain tarkastuspisteinä toimivien porttien avulla. Vaiheita ja portteja on kuvan 8 mukaisesti kumpiakin viisi kappaletta. Vaiheiden tuotokset käydään läpi porteissa, joissa ne hyväksytään ja päätetään etenemisestä seuraavaan vaiheeseen. (Cooper 2014, s.20)



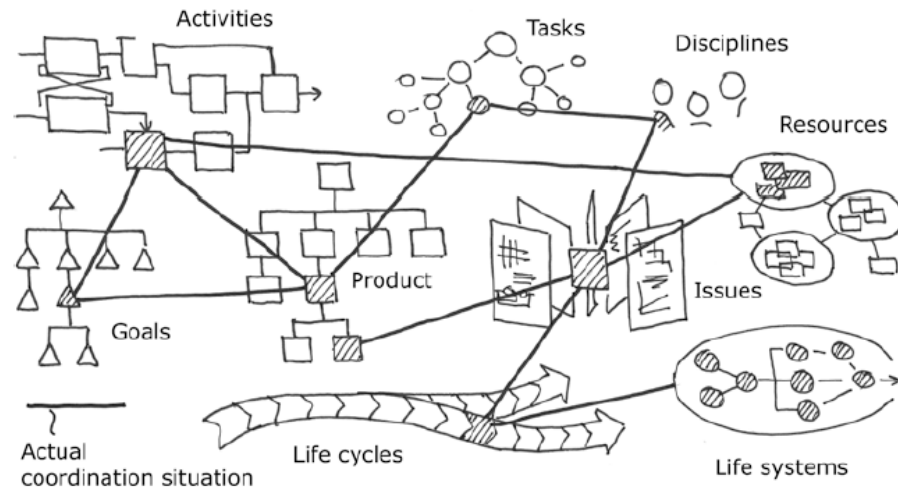
Kuva 8. Stage-gate mallissa on viisi vaihetta ja niitä erottavaa porttia. Mukailleen (Cooper 1990, s. 46).

Malli antaa helposti ymmärrettävän etenemismallin yrityksille ja luo helpon tavan ohjata prosessia. Noudattamalla mallia varmistetaan, että huomiota kiinnitetään myös aiemmin vähälle arvolle jätettyihin vaiheisiin. Koska arviointi on osa prosessia, on myös projektien vertailu ja siten resurssien kohdistaminen helpompaa. (Cooper 1990)

Mallia on kuitenkin kritisoitu sen jäykkyydestä ja lineaarisuudesta. Sen kaavamainen noudattaminen johtaa aikataulussa pysymiseen, mutta mallin lineaarisuuden vuoksi tuotteen laadun optimointi on haastavaa. (Lehtonen et al. 2011, s. 6) Cooper (2014, s.20) myöntääkin maailman muuttuneen nopeammaksi ja ennalta arvaamattommaksi, eikä alkuperäinen malli sovi kaiken tyyppisiin projekteihin. Mallia onkin kehitetty eteenpäin yrityksissä ja alkuperäisen mallin pohjalta on luotu mukautuvampia, ketterämpiä ja nopeampia prosesseja.

4.2.4 Design Coordination malli

Design Coordination malli tarkastelee tuotekehitystä melko teoreettisesti yleiseltä tasolta. Mallin ajatus on kuvata prosessissa tapahtuvaa tiedonkulkua erilaisten kehysten kautta. Kehyksiä ovat esimerkiksi käytettävät resurssit, tehtävälisterat ja tuoterakenteet, jotka ovat kaikki projektin aikana vuorovaikutuksessa keskenään. Ne ovat prosessin aikana kehittyviä piirteitä, jotka projektissa tulee huomioida. Mallin kehukset on esitetty kuvassa 9. (Andreasen et al. 2015, s. 67)



Kuva 9. Design coordination mallissa eri kehysten yhteyksiä toisiinsa on kuvattu viivoilla. (Andreasen et al. 2015, s. 67)

Syy mallin käyttöön on suunnittelun kompleksisuus sekä paine saada tuloksia nopeammin. Muutokset yhden kehiksen sisällä aiheuttavat muutoksia myös muihin kehikseen. Tällöin on tärkeää hahmottaa yhteydet eri kehysten välillä, jotta tehtäviä voidaan suorittaa tehokkaasti rinnakkain. Kehykset ovat tärkeä osa mallia, mutta varsinainen koordinaatio tapahtuu niiden välillä. Kuvassa 9 näitä tilanteita kuvaavat viivat kehysten välillä. (Andreasen et al. 1996)

Design coordination malli ei sisällä varsinaista ohjetta tuotekehityksen toteuttamiseksi. Siten se ei yksin tarjoa projektien hallintaan työkaluja. Se antaa kuitenkin tärkeän kuvan tehtävien yhteyksistä, jonka avulla voidaan toteuttaa projekteja hallitusti ja välttää ristiriitoja suunnitelmissa.

4.3 Suunnittelutiedon virtaus

Suunnittelutyötä voidaan lähestyä prosessin eri vaiheiden ohella myös suunnittelutiedon kulun ja kehittymisen näkökulmasta. Tiedon käsite on tällöin hyvin laaja, ja sillä tarkoitetaan laajasti niin henkilöiden tietämystä, kirjoitettua dataa tai esimerkiksi valumuotin muotoiluun sisältyvää tietämystä. Tieto ei koskaan kuitenkaan esiinny yksinään, vaan se on aina sitoutuneena johonkin tiedon välittäjään. (Fujimoto 1999, s. 87)

Tietoa voidaan prosessoida muuttamalla sen sisältämää informaatiota, tiedon välittäjää tai vaihtamalla tiedon sijaintia. Tiedon muuttamisella tarkoitetaan esimerkiksi muutoksia valmistuspiirroksiin. Välittäjän vaihtuessa tieto pysyy samana, mutta tiedon formaatti muuttuu esimerkiksi käsin piirretystä kuvasta CAD-piirustukseksi. Tiedon siirtyessä tieto ja formaatti pysyvät samoina, mutta sijainti vaihtuu. Esimerkkinä tästä on tiedoston lähettäminen esimiehelle. (Fujimoto 1999, s. 88)

Tuotteiden suunnittelun voidaan ajatella koostuvan sarjasta tällaisia tiedon luomisia ja siirtymiä, joista lopulta kehittyä lopputuotteen vaatimat tietovarot. Suunnitteluprosessissa yhdistyvät markkinoilta ja teknologisista mahdollisuuksista kerätyt tiedot, jotka muutetaan tuotannon kautta lopputuotteiksi. (Fujimoto 1999, s. 95)

Jos suunnittelua käsitellään tällä tavalla tiedon virtauksen näkökulmasta, voidaan Koskelan (2000, s. 115) mukaan tiedolla ajatella olevan neljä tilaa: tieto voi muuntua, odottaa, siirtyä tai olla tarkistettavana. Suunnittelun näkökulmasta ainoastaan tiedon muuttaminen on kuitenkin tavoitetta edistävää toimintaa. Odotuksista, siirroista sekä tarkistuksista puolestaan tulisi päästä eroon. Lisäksi myös iteroinnista aiheutuva uudelleen tehtävä työ nähdään hukkana.

Tuotekehityksen kaltaisia monimutkaisia prosesseja tarkasteltaessa usein huomataan, että ajasta vain pieni osa kuluu tuottavaan tiedon muuttamiseen (Koskela 2000, s.115). Jotta suunnittelun aikana työnteko keskittyisi arvoa tuottaviin vaiheisiin, voidaan työn suunnittelussa hyödyntää seuraavaksi esiteltävän kaltaisia työkaluja. Järjestelemällä niiden avulla työvaiheet järkevästi, voidaan vähentää tiedon puutteesta johtuvaa iterointia, odottelua sekä tarpeetonta työtä.

4.3.1 Virtausmalli

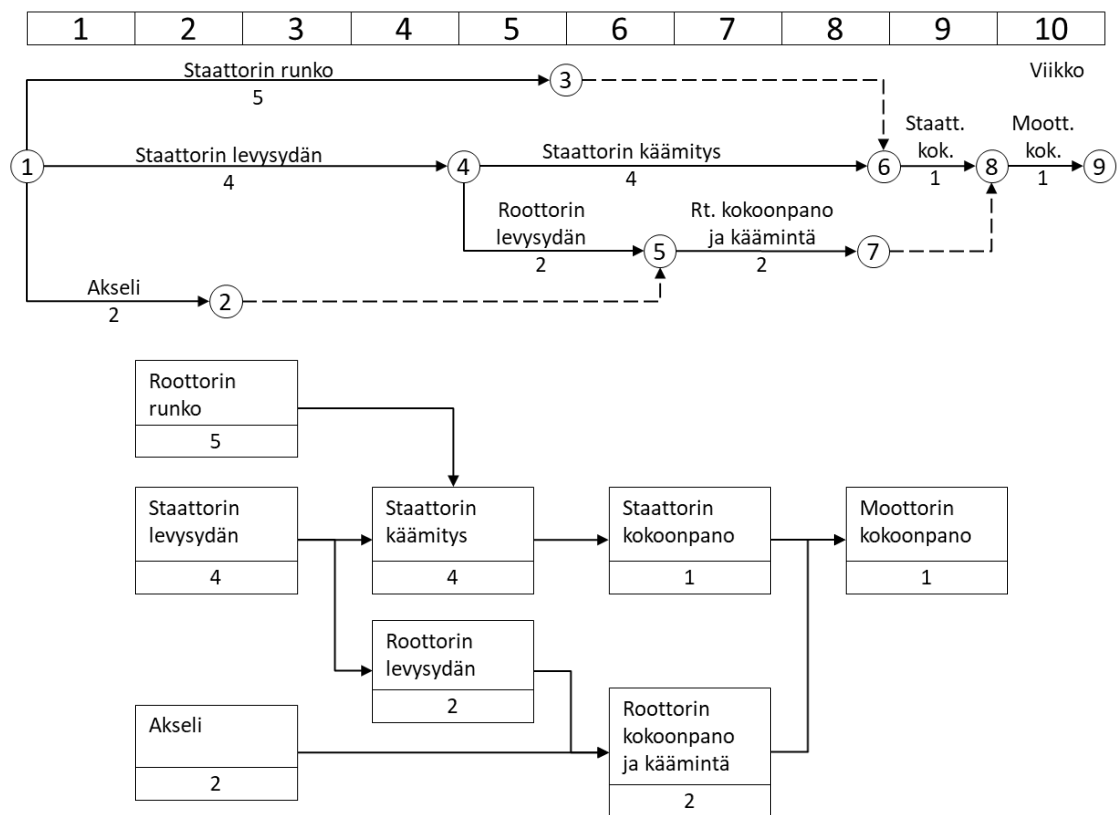
Tehtävien tai tapahtumien riippuvuuksia, ja niistä syntyvien ketjujen graafista esitystapaa hyödyntävä ajattelu esiintyy kirjallisuudessa useilla eri nimityksillä. Näitä ovat esimerkiksi virtausmalli, toimintaverkko ja CPM (Critical Path Method). Tässä työssä aihetta käsitellään kuitenkin yleistäen ja käytetään ainoastaan termiä virtausmalli. Yhteistä kaikille on kaavion elementtien riippuvuuksien kuvaaminen muihin kaavion elementteihin. Näin ne mahdollistavat kokonaisuuden hahmottamisen tavalla, johon muut menetelmät eivät kykene. (Jokinen 1992, s. 105; Lester 2000, s. 29)

Kokonaisuuden hahmottamisen jälkeen voidaan työn kulku suunnitella virtaamaan siten, että vaiheet toteutetaan oikeaan aikaan ja hukan syntyminen voidaan näin minimoida. Esimerkiksi monimutkaistenkin tuotantoprosessien kehittämisessä voidaan virtausmallin avulla tunnistaa vaiheiden riippuvuuksia ja optimoida läpimenoaikoja (Frankenberger 2007, s. 4). Tuotannon kehittämisen ohella virtausmallia voidaan käyttää myös erilaisten projektien suunnitteluun, jolloin projektien toteutuksen kestoa ja kustannuksia voidaan pienentää (Lester 2000, s. 29).

Jokisen (1991, s. 106) mukaan mallit voidaan jakaa kolmeen eri tyyppiin. Ensimmäinen tyyppi on tapahtumapohjaiset mallit, jotka sisältävät tapahtumat ja niiden väliset riippuvuudet. Tapahtuma on jokin hetki, jolloin tehtävä alkaa tai päättyy. Tapahtuma on esimerkiksi ”kokoontulo valmis”. Toinen tyyppi on tehtäväpohjainen malli, mikä puolestaan

sisältää vaadittavat tehtävät ja niiden riippuvuudet. Kolmas tyyppi on yhdistelmä edellisistä, ja siinä tehtäväpohjaiseen malliin on otettu mukaan tärkeimmät tapahtumat.

Malleja voidaan lisäksi piirtää eri tavoin. Lohkokaaviossa tehtävät esitetään laatikoilla ja niiden väliset riippuvuudet esitetään nuolilla. Laatikoihin on helppoa lisätä tarvittaessa myös tehtäviin liittyviä lisätietoja, kuten kesto tai vastuutaho. Vaihtoehtoinen tapa piirtää malli on nuolikaavio. Nuolikaaviossa tehtävät kuvataan nuolilla ja niiden väliset pallot kuvaavat tehtävien aloitus- ja lopetushetkiä. Viivojen pituuksilla voidaan esittää tehtävien kestoa, mutta tällöin joudutaan käyttämään apuna katkoviivoja riippuvuuksien kuvaamisessa. Kuvassa 10 näkyy sama esimerkki piirrettynä kummallakin esitystavalla. (Jokinen 1991, s. 106)



Kuva 10. Ylhäällä olevassa nuolikaaviossa viivat kuvaavat tehtäviä. Alhaalla olevassa lohkokaaaviossa tehtävät kuvataan laatikoilla. Numerot kuvaavat työn kestoa. Mukailten (Jokinen 1991).

Näillä kahdella piirustustavalla on molemmilla omat puolensa. Lohkokaavio voi olla helpompi ymmärtää ja siihen saadaan aseteltua paljon tietoa selkeästi. Sen tekeminen on myös vähemmän herkkä ajatusvirheille kuin nuolikaavio. Lohkokaavio vie kuitenkin huomattavasti enemmän tilaa paperilla, ja tästä syystä nuolikaavio on myös erittäin käyttökelpoinen piirrotapa. Käytännössä valinta näiden välillä riippuu käyttäjän mieltymyksestä. (Lester 2000, s. 44)

Mallintamisen yksityiskohtaisuus ja siten käytettävien elementtien määrä riippuu mallin käyttötarkoituksesta. Vaikka työn jakaminen pieniin osiin on mahdollista, voi karkeampi mallinnus olla riittävää. Mallin tekemisen työläin vaihe on usein hahmottaa asioiden väliset riippuvuudet, joten sen tekijän täytyy tuntea hyvin kaavioon sisältyvä toiminta ja siihen vaadittavat resurssit (Jokinen 1991, s. 105).

4.3.2 Design Structure Matrix

Eräs toinen työkalu riippuvuuksien hahmottamiseksi on DSM (Design Structure Matrix). Siinä tehtävät asetellaan matriisin reunalle symmetrisesti sekä reunalle että ylös. Tehtävien riippuvuudet esitetään merkitsemällä rasteja ruudukkoon. Mikäli kaikki rastit saadaan merkittyä diagonaalin alapuolelle, on tehtävien virtaus lineaarista ja niiden ohjaaminen luontevaa. Diagonaalin yläpuolelle jäävät rastit tarkoittavat iterointiin johtavia takaisinkytkentöjä, ja että tehtävät täytyy suorittaa samanaikaisesti. Havainnollistava kuva matriisista näkyy kuvassa. 11. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 382)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	A													
B	X	B												
C	X	X	C											
D			X	D										
E	X	X	X		E									
F			X	X	X	F								
G	X	X	X			X	G	X	X					
H	X	X				X	X	H	X					
I						X	X	X	I					
J					X		X			J				
K								X			K			
L							X	X			X	L		
M					X						X		M	
N										X	X	X	X	N

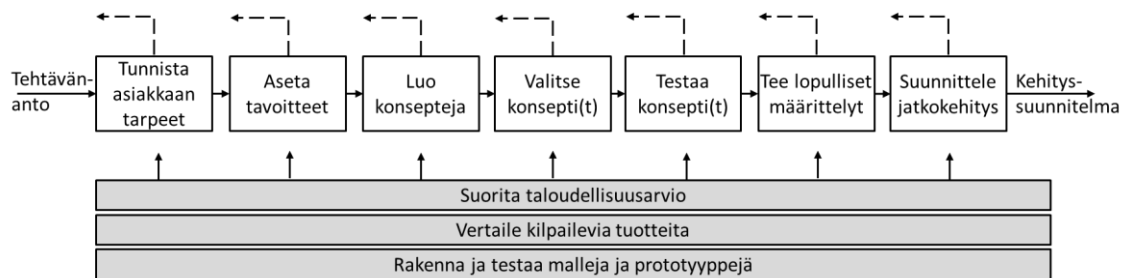
Peräkkäiset tehtävät
Rinnakkaiset tehtävät
Kytkeytyt tehtävät

Kuva 11. DSM:n reunalla olevat aakkoset kuvaavat tehtäviä ja ruudukon rastit niiden välisiä riippuvuuksia. Mukailten (Ulrich & Eppinger 2012, s. 382)

Matriisimuotoisen esitystavan hyötynä on tiivis esitystapa sekä mahdollisuus soveltaa helposti erilaisia algoritmeja. Niiden avulla tehtävät voidaan järjestellä ruudukkoon siten, että niistä on helppoa tunnistaa rinnakkain ja samanaikaisesti tehtävät vaiheet. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 382) Mallin esittämisen helpottamiseksi voidaan matriisi myös muuttaa helposti virtausmallin kaltaiseen graafiseen muotoon. Eräs DSM:n ja virtausmallin yhdistävä työkalu on Tampereen teknillisellä yliopistolla kehitetty DiMO, jonka tarkoitus on helpottaa suunnittelutyön fasilitointia. (Halonen et al. 2012)

4.4 Konseptoinnin vaiheet

Konseptointi on tuotekehityksen osuus, jolloin vaaditaan ehkä eniten koordinoitua yrityksen eri toimintojen välillä. Konseptoinnin monet vaiheet linkittyvät toisiinsa, ja konseptointityö etenee siksi käytännössä usein iteroituen. Ulrich ja Eppinger (2012, s. 16) kuitenkin esittävät konseptoinnin etenevän karkeasti kuvan 12 mukaisesti. Prosessi alkaa tehtävänannosta, jossa päätös tuotteen kehityksestä on tehty. Konseptointi päättyy, kun suunnitelma tarkemman suunnittelun toteuttamiseksi voidaan tehdä.



Kuva 12. Konseptoinnin vaiheet. Mukailten (Ulrich & Eppinger 2012, s. 16)

Kirjallisuudesta löytyy myös paljon muita erilaisia konseptointivaiheeseen keskittyviä malleja ja työkaluja. Lisäksi yrityksillä on omia innovaatioprosesseja, joita niissä noudatetaan. (Keinonen & Jääskö 2004, s. 55) Seuraavissa alaluvuissa tavoitteena on esitellä tarkemmin konseptoinnin etenemistä ja sen eri työvaiheiden piirteitä. Eri mallien sijaan keskitytään näkökulmiin, joiden voidaan olettaa olevan tärkeitä riippumatta käytetyistä malleista. Kuvan mallin on tarkoitus tarjota lukijalle kehys, johon sijoittaa käsiteltäviä asioita. Seuraavat alaluvut on nimetty selkeyden vuoksi kuvan mallin mukaan.

4.4.1 Asiakastarpeiden tunnistaminen

Prosessin ensimmäisen vaiheen tarkoitus on varmistaa, että tuotteet keskittyvät asiakastarpeisiin. Tavoitteena on kerätä kaikki selvät tarpeet sekä tunnistaa myös piilevät tarpeet, joita ei välttämättä kerrota suoraan. Vaiheen tarkoitus on luoda tarpeista yhteinen ymmärrys suunnittelijoille ja antaa faktapohja tuotteen teknisille vaatimuksille. Ilman käsitystä tuotteen käyttöympäristöstä tekniset kompromissit tehdään herkästi väärin. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 74)

Asiakkaiden tarpeet voidaan jakaa kahteen tyyppiin, joita ovat todellisiin tarpeisiin perustuvat sekä keinotekoisesti luodut tarpeet. Jälkimmäiset ovat esimerkiksi markkinoinnin luomia mielikuvia tarpeista. Näistä seuraa ristiriita asiakkaan todellisten tarpeiden täyttämisen ja uusien tarpeiden luomisen välille. (Andreasen et al. 2015, s. 123)

Tarpeita tunnistettaessa tulee myös tunnistaa eri sidosryhmät, sekä erottaa niistä tuotteen elinkaaren kannalta oleelliset ryhmät. Asiakasta ajatellen tulee erottaa toisistaan laitteen hankkiva taho, sekä todellisuudessa laitetta käyttävät henkilöt. Yleisemmällä tasolla tulee ottaa huomioon myös elinkaaren eri vaiheiden, lakien ja eettisten ohjeiden määräämät rajoitteet. (Andreasen et al. 2015, s. 126) Hyvin tehty pohjatyö ennen suunnittelun aloittamista parantaa merkittävästi projektien kannattavuutta sekä nopeuttaa niiden läpimenoaikaa. Siitä huolimatta vaihe toteutetaan yrityksissä usein liian hätäisesti. (Cooper 1994, s. 44)

Ulrich ja Eppinger (2012, s. 76) listaavat kolme yleisesti käytettyä tapaa kerätä tietoa asiakkaista: yksittäisten asiakkaiden haastattelu, testiryhmien haastattelu, sekä asiakkaiden työskentelyn tarkkailu. Lisäksi voidaan käyttää kyselylomakkeita, mutta niiden käyttöä ei suositella alkuvaiheessa, sillä ne eivät paljasta kaikkia tarpeita.

4.4.2 Tavoitteiden asettaminen

Asiakastarpeiden tunnistamisen jälkeen seuraava vaihe on muodostaa tarpeista vaatimuksia tuotteelle. Tarpeet ovat usein laadullisia, mutta tässä vaiheessa on syytä muuttaa ne mitattavaan muotoon. Se tarkoittaa, että vaatimuksilla on sekä suure että arvo. Esimerkiksi ”helppo asennus” voidaan esittää muodossa ”asennusaika on alle 75 sekuntia”. Vaatimukset tulee myös muotoilla siten, että ne eivät rajoita suunnittelijoita. Niiden tulisi ottaa kantaa tuotteen ulkoisiin ominaisuuksiin määrittelemättä varsinaisia ratkaisuja. Esimerkiksi laitteessa käytettävän materiaalin tiheyden sijaan voidaan asettaa vaatimus laitteen massalle. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 92)

Jokisen (1991, s. 31) mukaan tavoitteet ja vaatimukset on lisäksi hyvä ryhmitellä seuraaviin kategorioihin, jotta niiden käyttö on myöhemmän ideoiden arvioinnin yhteydessä helpompaa.

1. Kiinteät vaatimukset – Nämä vaatimukset tulee ehdottomasti täyttää. (esimerkiksi laitteen jännitteen kesto)
2. Vähimmäisvaatimukset – Näille vaatimuksille on minimiarvo saavutettava, mutta parempi suoriutuminen on toivottavaa. (esimerkiksi laitteen melutaso)
3. Toivomukset – Nämä otetaan mahdollisuuksien salliessa huomioon. Ne saavat myös aiheuttaa toteutuessaan rajoitetun lisäkustannuksen.

Eräs tapa vaatimusten dokumentoimiseksi on tehdä vaatimuslista. Vaatimuslistaan merkitään vähintään yrityksen ja tuotteen tiedot, vaatimukset luokiteltuna niiden tyypin mukaan, mahdolliset muutostiedot sekä vaatimusten alkuperä. Esimerkki vaatimuslistan muotoilusta näkyy kuvassa 13. Listoja voidaan tehdä myös erikseen tuotteen

osakokonaisuuksille. Vaatimuksia kerätessä voi olla hyvä keskittyä keräämään ensin eri sidosryhmiltä tulevat vaatimukset erikseen ja vasta lopuksi yhdistää näistä kokonainen lista. (Pahl et al. 2007, s. 147)

Käyttäjä		Vaimuslista Projekti , tuote	Tunniste Luokka Sivu:
Muutokset	V T	Vaatimukset	Vastuutaho
Muutosten päivämäärä	Tarkennus onko kohde vaatimus vai toive	Tavoite tai ominaisuus laadullisin ja määrällisin tiedoin. Jos tarpeen, jaa lista osajärjestelmien (toiminnot tai kokoonpanot) tai vaatimuslistan otsikoiden mukaan.	Suunnitteluryhmän vastuutaho
		Korvaa numeron	

Kuva 13. Kerättyjen vaatimusten dokumentoinnissa voidaan hyödyntää vaatimuslistoja. Mukailten (Pahl et al. 2007, s. 148)

Periaatteessa listojen tulisi sisältää lopulliset vaatimukset, mutta käytännössä listat muuttuvat ja kasvavat projektien aikana. Projektien tehokkuuden takaamiseksi työn alkuvaiheessa tulisikin hyväksyä listojen puutteellisuus. Pyrkimykset kaikkien vaatimusten keräämiseen projektin alussa eivät todennäköisesti onnistu ja ne aiheuttavat projektien venymistä. Vain meneillään olevassa vaiheessa vaadittavien vaatimusten dokumentointi on kriittistä. (Pahl et al. 2007, s. 143)

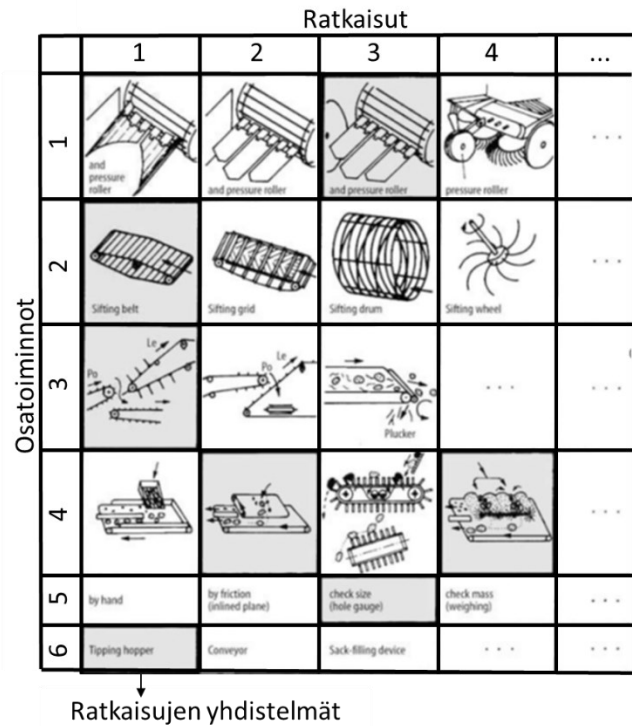
4.4.3 Konseptien luominen

Vaatimusten dokumentoinnin jälkeen tavoitteena on kattavasti tutkia ja luoda vaihtoehtoja vaatimuksien täyttämiseksi. Tehokkaat kehitystiimit luovat usein satoja alustavia konsepteja, joista valitaan 5–20 kappaletta tarkempaan selvitykseen konseptien karsimisen jälkeen. Taustalla on ajatus, että vaikka hyvätkin konseptit voidaan joskus toteuttaa huonosti myöhemmässä vaiheessa, niin huonosta konseptista saadaan vain harvoin kaupallisesti menestyksellistä. On siis tärkeää, että eri vaihtoehdot on kartoitettu ennen päätöstä. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 118)

Konseptien luomisen alkuvaiheessa kannattaa ongelmaa tarkastella kauempaa ja yleistää tehtävää. Vaatimusten määrittelyn yhteydessä on saattanut muodostua mielikuvia tuotteen toiminnasta, ja yleistämisen tarkoitus on välttää niihin jumiutumisen. Sopiva yleistämisen taso riippuu tehtävästä. (Jokinen 1991, s. 31) Työn kohteen ollessa monimutkainen, kannattaa laitteen toimintaa myös jakaa pienempiin osiin. Jako voidaan tehdä esimerkiksi laitteen toimintojen, käyttötilanteiden tai tärkeimpien vaatimusten mukaan. Alussa kehitystyö kannattaa keskittää näistä toiminnoista tärkeimpiin. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 124)

Tietoa ja ideoita ongelman ratkaisemiseksi kannattaa hakea sekä ulkoisista lähteistä että organisaation sisäلتä. Ulkoisia lähteitä ovat esimerkiksi asiantuntijat, patentit, kilpailijat sekä muu kirjallisuus. Niiden avulla saadaan kartoitettua jo olemassa olevat ratkaisut ongelmaan. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 120) Myös uusien ideoiden kehittelyyn on olemassa paljon menetelmiä. Ne voidaan jakaa kahteen pääryhmään, joita ovat pääasiassa intuitioon perustuvat sekä systemaattiset menetelmät. Ne eivät ole vastakohtia toisilleen, sillä systemaattisissa menetelmissä ratkaistaan yksityiskohtia intuitioon perustuen. Riippumatta käytettävästä menetelmästä pääsääntönä on ideoinnin ja karsinnan erottaminen toisistaan, sekä runsaan ideamäärän aikaansaaminen pyrkien samalla pois totuista ratkaisuista. (Jokinen 1991, s. 41)

Kokonaistoiminnon täyttämiseksi on eri osatoiminnoille löydetyistä ratkaisuista yhdisteltävä kokonaisuuksia. Koska eri yhdistelmiä voi olla valtava määrä, on tähänkin vaiheeseen käytettävissä työkaluja. Yleinen menetelmä on morfologinen matriisi, jossa kullekin eri toiminnolle löydetyt tai kehitetyt ideat asetetaan matriisiin omille vaakariveilleen. Eri kokonaisratkaisuja saadaan luotua yhdistelemällä toisiinsa osaratkaisuja eri sarakkeilta. Haasteena yhdistelyssä on kuitenkin varmistaa osaratkaisujen keskinäinen yhteensopiisuus ja taloudellisuus. Havainnollistava kuva morfologisesta matriisista näkyy kuvassa 14. (Pahl et al. 2007, s. 184)

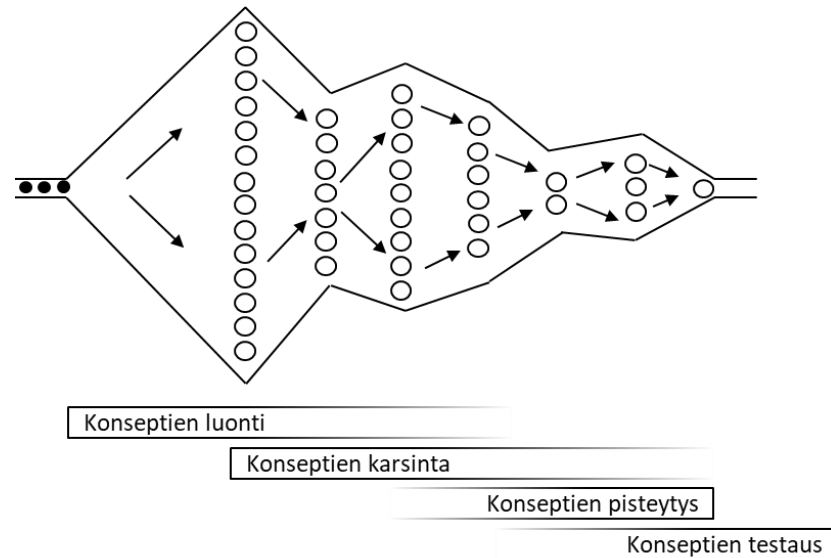


Kuva 14. Morfologinen matriisi. Tummennetut ruudut esittävät yhtä vaihtoehtoista osaratkaisujen kombinaatiota. Mukailen (Pahl et al. 2007, s. 184)

Koko prosessin ajan kehitystiimin tulee arvioida toimintaansa. Onko kaikkien ideat otettu huomioon ja ulkoisista lähteistä kerätty kaikki oleellinen tieto? Huonoksi koettavia ideoita ei kannata kehittää pitkälle, sillä se syö aikaa muilta ideoilta. Ryhmän tulee kuitenkin työn loppuksi kokea, että eri vaihtoehdot on punnittu riittävän huolellisesti. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 139)

4.4.4 Konseptien valinta

Konseptien luominen ja niiden valinta liittyvät vahvasti toisiinsa ja ne vuorottelevat prosessin aikana. Ulrich & Eppinger kuvaavat kirjassaan (2012, s. 148) prosessin etene- mistä kuvan 15 avulla. Alkuvaiheessa kun vaihtoehtojen määrä on suuri, käytetään valinnassa karkeampaa menetelmää, jota kutsutaan seulonnaksi. Tarkoituksena on nopeasti rajata vaihtoehtoista pois huonoimmat. Kehitystyön myöhemmässä vaiheessa, kun konsepteja on vähemmän ja niiden ominaisuudet ovat tarkentuneet, voidaan valinnassa käyttää tarkempaa menetelmää. Molemmat vaiheet perustuvat kirjassa pisteyttämiseen taulukon avulla. Seulonnassa jaetaan yksinkertaisuuden vuoksi plussia ja miinusia, kun taas myöhemmässä vaiheessa ominaisuuksia voidaan pisteyttää tarkemmin. Eri kriteerien merkittävyyttä voidaan korostaa painotuskertoimilla.



Kuva 15. *Konseptien luominen ja valinta vuorottelevat prosessin aikana. Mukailten (Ulrich & Eppinger 2012, s. 148)*

Riippumatta sovellettavasta menetelmästä ensimmäinen vaihe arvioinnissa on kriteerien määrittely. Niiden tulisi huomioida tuotteen vaatimukset, ja teknisille tuotteille ne saadaan melko suoraan vaatimuslistalta. Kriteerien tulee olla mahdollisimman riippumattomia toisistaan, jotta tiettyjen ominaisuuksien painoarvo ei kasva valintoja tehtäessä. Ne pitäisi myös muotoilla positiiviseen muotoon, kuten "vähäinen melutaso" pelkän "melun taso" sijaan. (Pahl et al. 2007, s. 110)

Suomalaisessa teollisuudessa erilaiset pisteytysmenetelmät ovat hyvin yleisiä. Ne soveltuvat hyvin teknisten ominaisuuksien vertailuun ja niiden tuloksista jää yksiselitteinen dokumentti. Niillä on kuitenkin omat heikkoutensa. Joitain kriteereitä, kuten teknistä toteutettavuutta, on vaikeaa arvioida konseptien alkuvaiheessa. Toisekseen erikoiset ratkaisut eivät erotu joukosta, sillä niiden mahdolliset riskit painavat niitä. Taulukoinnin toteuttaminen on myös hyvin työlästä ja lisäksi annettujen pisteiden perustelu jää usein heikoksi eikä siten ohjaa tuotekehityksen suuntaa jatkossa. (Keinonen & Jääskö 2004, s. 59)

Toinen vaihtoehto konseptien arviointiin on työryhmäarviointi, jossa konsepteja arvioidaan laadullisia lähestymistapoja käyttäen. Arvioiva ryhmä koostuu eri alojen asiantuntijoista, sekä jatkokehityksen rahoituksesta vastaavista tahoista. Tyypillisesti arviointi aloitetaan yksilökohtaisella konsepteihin perehtymisellä, jotta saadaan muodostettua kullekin arvioijalle oma mielipide. Tämän jälkeen konsepteista keskustellaan ryhmässä. Vaikka menetelmä on pisteyttämistä vapaampi, tulee tässäkin olla arviointikriteerit kaikkien saatavilla. Prosessin tulee olla myös kannustava siten, että lupaavia mutta

keskeneräisiä ideoita ei tyrmätä. Haasteena tällaisissa menetelmissä on arvioijien saaminen yhteen, sillä parhaat asiantuntijat ovat usein kiireisiä. (Keinonen & Jääskö 2004, s. 61)

4.4.5 Konseptien testaus

Kun konseptien määrä on rajattu pieneksi, voidaan valittuja konsepteja testata asiakkaiden kanssa. Tavoitteena on saada tukea konseptien valintaan tai selvittää tarvetta lisäkehitykselle. Idean viestimiseksi konseptista voidaan rakentaa joko fyysinen prototyyppi, tai sen toimintaa voidaan esittää valitulle kohderyhmälle myös muilla keinoin, kuten kuvin ja videoin. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 166)

Ulrich ja Eppinger listaavat testauksen 7 vaihetta seuraavasti:

1. Määritä testin tarkoitus
2. Valitse kohderyhmä
3. Valitse tutkimuksen formaatti
4. Viesti konseptin ajatus
5. Seuraa asiakkaan reaktioita
6. Tulkitse tulokset
7. Pohdi tuloksia ja prosessia

Testien suorittaminen ei ole välttämätöntä eikä niitä tehdä, jos niiden toteuttamiseen meneisi paljon aikaa. Joissain tapauksissa saattaa olla myös järkevää julkaista tuote aikaisessa vaiheessa ja tehdä siihen parannuksia myöhemmissä versioissa. Tyypillistä tällainen toiminta on esimerkiksi ohjelmistoalalla. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 166)

4.4.6 Lopullisten määrittelyjen teko

Kun lopullinen valinta konseptien välillä on tehty, palataan alkuperäisiin vaatimuksiin ja määrittellään niiden avulla tuotteen ominaisuuksia kohti lopullista muotoa. Tarkkojen ominaisuuksien määrittely on haastavaa, sillä ne riippuvat toisistaan. Tätä tarkoitusta varten on hyvä tehdä malleja, joiden avulla nähdään eri tekijöiden vaikutus tuotteen suorituskykyyn. Lisäksi tuotteen hintarakenteen selvittämiseksi on hyvä muodostaa kustannusmalli, josta nähdään komponenttien hinnat. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 103)

Näiden kahden mallin avulla tehdään tarkennuksia ominaisuuksiin. Mallien avulla helpotetaan erityisesti tilanteita, joissa joudutaan tekemään kompromisseja eri ominaisuuksien ja kustannusten välillä. Lopulliset määrittelyt tehdään kullekin osajärjestelmälle

erikseen ja ne pyritään määrittelemään siten, että osajärjestelmät ovat yhtä haasteellisia toteuttaa. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 109)

4.4.7 Jatkokehityksen suunnittelu

Ulrich ja Eppinger esittävät konseptoinnin viimeiseksi vaiheeksi tehdä suunnitelma tuotteen jatkokehityksen läpiviennistä. Suunnitelman tulisi sisältää aikataulu jatkoprojektille sekä tiedot työhön vaadittavista resursseista. Lisäksi siinä voidaan esittää strategioita aikataulun minimoimiseksi.

Toteutetusta projektista on hyödyllistä tehdä myös dokumentti, jossa on esitettyinä projektin tärkeimmät tuotokset. Näitä ovat esimerkiksi tunnistetut asiakastarpeet, konseptin yksityiskohdat, kustannusarviot sekä toteutetun projektin aikataulu, resursointi ja budjetti. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 17)

4.5 Muita konseptoinnin näkökulmia

Tässä luvussa käsitellään muutamia näkökulmia, jotka on syytä huomioida suunnittelun aikana. Aiheet eivät ole sidonnaisia tiettyihin vaiheisiin, vaan nousevat esille kaikissa työn vaiheissa. Esitettävien näkökulmien huomioinnilla voidaan tehostaa prosessia ja pyrkiä varmistumaan lopputuloksen laadusta.

4.5.1 Aikaisemman tiedon kierrätys

Kiinnostus tiedon tehokkaampaan hallintaan on kasvanut erityisesti suurissa yrityksissä, koska se on tunnistettu yhdeksi kilpailukyvyyn päätekijäksi. Haasteet tiedon keräämisessä ja jakamisessa koskevat kuitenkin myös pienempiä yrityksiä ja suunnittelun tehokkuudella on merkittävä vaikutus niiden kannattavuuteen. Haasteet tiedon uudelleenkäytössä heijastuvat arkeen jatkuvana kiireenä, sekä kustannusten nousuna, mikä vaikeuttaa onnistumista kansainvälisillä markkinoilla. (Ellman et al. 2018, s. 1825)

Ellman et al. (2018) ovat tutkineet syitä, miksi tiedon kierrättäminen ei onnistu suomalaisissa pienissä ja keskisuurissa yrityksissä. He nostavat toteuttamansa kyselytutkimuksen perusteella esille kolme pääteemaa, jotka vaikuttavat asiaan.

Ensimmäisen pääteeman muodostavat johdon asettamat rajoitteet. Eräs haastatteluissa havaittu tekijä oli ajan puute, joka rajoittaa tiedon jakamista. Tiedon jakaminen on haastavaa, mikäli sille ei ole varattu aikaa ja projektit toteutetaan kiireisellä aikataululla. Toinen johdon vaikutuksen alla oleva tekijä on työkalujen puute. Sovittuja menetelmiä tai paikkoja tiedon jakamiselle ei ollut, mikä vaikeuttaa tarvittavan tiedon etsimistä.

Toinen pääteema on projektitiimin oma toiminta. Nämä ongelmat liittyvät muun muassa yhteisen keskustelun ja projektin lopputuotosten läpikäynnin puutteeseen. Toisaalta kaikkea tietoa ei jaeta eteenpäin tai apua ei kysytä. Merkittävä puute oli myös, että piirustuksia ei aina päivitetä projektin loppuun. Näin ilmaan jää epävarmuus tiedon luotettavuudesta, mikä estää sen myöhemmän hyödyntämisen.

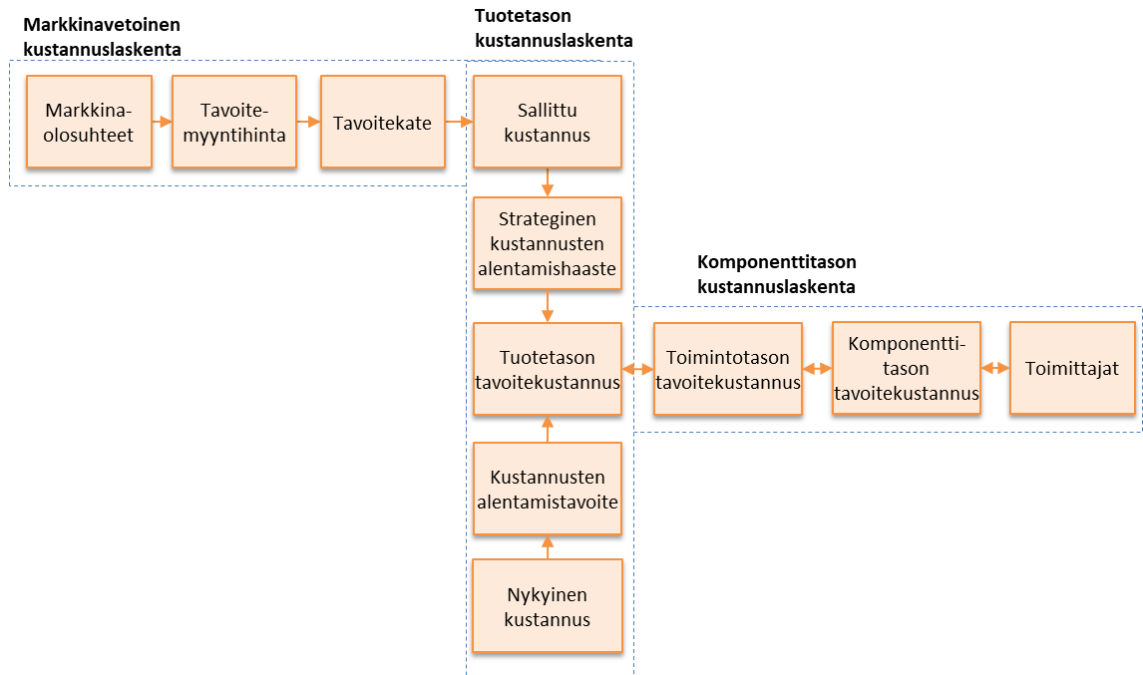
Kolmas pääteema on yksilöiden omat rajoitteet. Näihin lukeutuu muun muassa huono motivaatio. Toisaalta oman osaamisen ja aseman korostaminen saattaa aiheuttaa tilanteita, joissa asioista ei haluta keskustella ja tiimien nuorempia jäseniä ei opasteta.

Konseptoinnin kannalta mahdollisimman hyvä tiedonkulku olisi kuitenkin ehdoton etu, sillä aikaisen tiedonsaannin on todettu vaikuttavan merkittävästi prosessin tehokkuuteen (Keinonen & Jääskö 2004, s.116). Tiedot aikaisemmin tehdyistä selvityksistä ja suunnitelmista auttavat ohjaamaan päätöksiä haluttuun suuntaan. Myös Pakkanen et al. (2016, s. 9) listaavat etuja tiedon kierrättämiselle: Se pienentää työmäärää sekä pienentää epävarmuutta. Lisäksi vältetään virheitä, sekä pienennetään kustannuksia. Jotta tiedon käyttö olisi mahdollista, täytyy uudelleenkäytettävät tiedot olla dokumentoitu hyvin.

4.5.2 Kustannuslähtöinen suunnittelu

Yritysten välisessä kovassa kilpailussa yritysten täytyy hallita tuotteidensa kustannuksia. Eräs lähestymistapa on yrityksen muuta tuotekehitysprosessia tukeva kustannuslähtöinen suunnittelu. Se on yritykselle strateginen työkalu, jolla varmistetaan paitsi kehitettävien tuotteiden kilpailukykyisyys, myös niiden taloudellinen kannattavuus. (Cooper & Slagmulder 1999, s. 23) Koska tuotteiden kustannuksiin on helppoa vaikuttaa tuotekehityksen alkuvaiheessa, on kustannusten tarkastelu jo konseptoinnin aikana tärkeää.

Cooper ja Slagmulder (1999) ovat tutkineet Japanissa toimivien yritysten prosesseja ja esittävät niiden perusteella mallin, jonka avulla kustannuksia voidaan hallita. Lähtökohdana on, että tuotteiden kustannukset otetaan huomioon jo kehityksen alkuvaiheessa osana muita vaatimuksia. Näin kustannus ei jää pelkästään tuotteen kehityksen lopussa havaittavaksi ominaisuudeksi. Artikkelissa esitetty malli näkyy kuvassa 16.



Kuva 16. Kustannuslähtöisen suunnittelun prosessi koostuu kolmesta tasosta. Mukailten (Cooper & Slagmulder 1999, s. 32)

Heidän mallissaan prosessi jaetaan kolmeen päätasoon, joita ovat markkinavetoinen hinnoittelu, tuotetason hinnoittelu sekä komponenttitason hinnoittelu. Ensimmäinen taso keskittyy asiakasvaatimuksiin ja se välittää hintapaineen suunnitteluun. Sen taustalla on yrityksen pitkän aikavälin tavoitteet myynnille ja tuotolle. Niiden avulla muotoillaan tuoteperheet, joissa on eri hintaisia tuotteita kattamassa eri asiakassegmenttien tarpeita. Tuoteperheiden tuotteille saadaan lopulta laskettua sallittavat valmistuskustannukset, kun tiedetään tuotteiden suunniteltu myyntihinta ja vaadittava kate.

Tuotetason hinnoittelussa keskitytään pääsemään tuotteelle asetettuun tavoitehintaan. Tavoitekustannus ei kuitenkaan ole aina realistisesti ajatellen sama kuin sallittu kustannus, vaan se voi olla myös suurempi. Näin annetaan suunnittelulle enemmän mahdollisuuksia, säilyttäen samalla kuitenkin paine kustannusten alentamiselle. Strateginen kustannuksen alentamishaaste kuvaa sitä osaa kustannuksen alentamistavoitteesta, jota ei voida saavuttaa. Se saadaan laskettua tavoitekustannuksen ja sallitun kustannuksen erotuksena. Alentamistavoite hinnalle saadaan vähentämällä nykyisestä kustannuksesta sallittu kustannus.

Komponenttitasolla tuotteen kustannukset jaetaan ensin eri toiminnoille ja lopulta yksittäisille komponenteille. Tällä tasolla välittyy hintapaine myös yksittäisten komponenttien toimittajille. Eri funktioille sallittavien kustannusten jakaminen on pääasiassa projektin johdon vastuulla. Osuudet voivat pohjautua vanhoihin tietoihin ja niitä voidaan

tarvittaessa muuttaa esimerkiksi jonkin toiminnallisuuden tehostamiseksi. Niiden summa ei kuitenkaan saa ylittää tuotteelle asetettua tavoitekustannusta.

Esitetty kolmivaiheinen prosessi ei toteudu täysin lineaarisesti, vaan eri vaiheita tehdään peilaten niitä toisiinsa. Artikkelissa todetaan, että prosessi tarjoaa yrityksille keinon asettaa markkinoilta ja komponenttien valmistajilta tulevan kustannuspaineen toisiaan vasten. Näin pystytään valmistamaan laadukkaita tuotteita ja tekemään samalla tulosta. (Cooper & Slagmulder 1999, s. 24)

4.5.3 Konseptien kannattavuuden arviointi

Ideoita uusista tuotteista kerääntyy yrityksiin eri lähteistä. Ennen esiin nousseiden ideoiden suunnittelua pidemmälle, pitäisi vaihtoehtoisista ideoista valikoida jatkoon vain kaikkein kannattavimmat. Tämä on käytännössä merkittävä haaste, jonka seurauksena jopa kolmasosa tuotekehitysprojekteista epäonnistuu. Tehtävän vaikeuden syynä on tarvittavan tiedon epävarmuus tai puute. (Chin et al. 2008)

Lähtökohtaisesti tuotteet ovat kannattavia, mikäli ne tuovat yritykselle elinkaarensa aikana enemmän tuottoja, kuin kustannuksia. Tämän ajattelun pohjalta voidaan perustella eri ideoiden kannattavuutta tekemällä malleja rahavirroista ja laskemalla rahallisia nykyarvoja eri vaihtoehdoille. Käytännössä epävarmuuden vuoksi tarkkoja lukuja ei ole mahdollista saada, mutta tekemällä herkkyysoanalyysyjä ja tutkimalla erilaisia skenaarioita voidaan kannattavuutta arvioida. (Annacchino 2007) Tuottolaskelman kannattavuus on tärkeä edellytys tuotteen kehityspäätökselle, mutta yksinään niiden avulla voi keskenään erityyppisiä ideoita olla vaikeaa arvioida johtuen epävarmuudesta.

Konseptointi pyrkii lisäksi usein luotaamaan tuotekehitysmahdollisuuksia laajemmin, kuin ratkaistakseen yksittäisiä tuotteiden määrittelyitä. Tämän takia arviointi ja päätöksenteko on monimuotoisempaa, kuin suoraviivainen valinta vaihtoehdoista. Arvioitavat ideat täytyy liittää liiketoiminnalliseen kokonaisuuteen ja päätöksenteon perustua yrityksen strategiaan. Johdonmukaisilla ja perustelluilla valinnoilla tuodaan myös strategiaan läpinäkyvyyttä. (Keinonen & Jääskö 2004, s. 58)

Ideoiden vertailuun voidaan käyttää pitkälti samoja menetelmiä, kuin myöhemmin kilpaillevien konseptienkin arviointiin. Monet pisteytys- ja arviointimenetelmät ovat kuitenkin liian yksinkertaisia auttaakseen strategisten päätösten kaltaisten monimuotoisten ongelmien kanssa. Työn tueksi onkin kehitetty hyvin paljon erilaisia menetelmiä, joilla pyritään huomioimaan useiden toisiinsa vaikuttavien kriteerien ja niiden epävarmuuden vaikutusta. Myös monimutkaisempien menetelmien käytössä tulee kuitenkin tiedostaa niiden toimintaperiaatteet, sillä eri menetelmät antavat usein eri tuloksia. (Okudan & Tauhid, 2008)

Eräs yleisesti hyväksytty menetelmä ideoiden keskinäiseen vertailuun on AHP (analytic hierarchy process). Sen avulla voidaan huomioida myös laadulliset kriteerit ja niiden erilaiset arviointiasteikot, sillä menetelmä perustuu eri vaihtoehtojen keskinäiseen vertailuun pareittain. Arviointi suoritetaan kullekin etukäteen valitulle kriteerille erikseen ja lopuksi vertailuista kootaan painotuksilla korjattu lopputulos. Tässäkin menetelmässä haasteena on kuitenkin epävarmuus, joka vaikeuttaa arviointia. (Chin et al. 2008, s. 1910) (Mohanty et al. 2005, s. 5201)

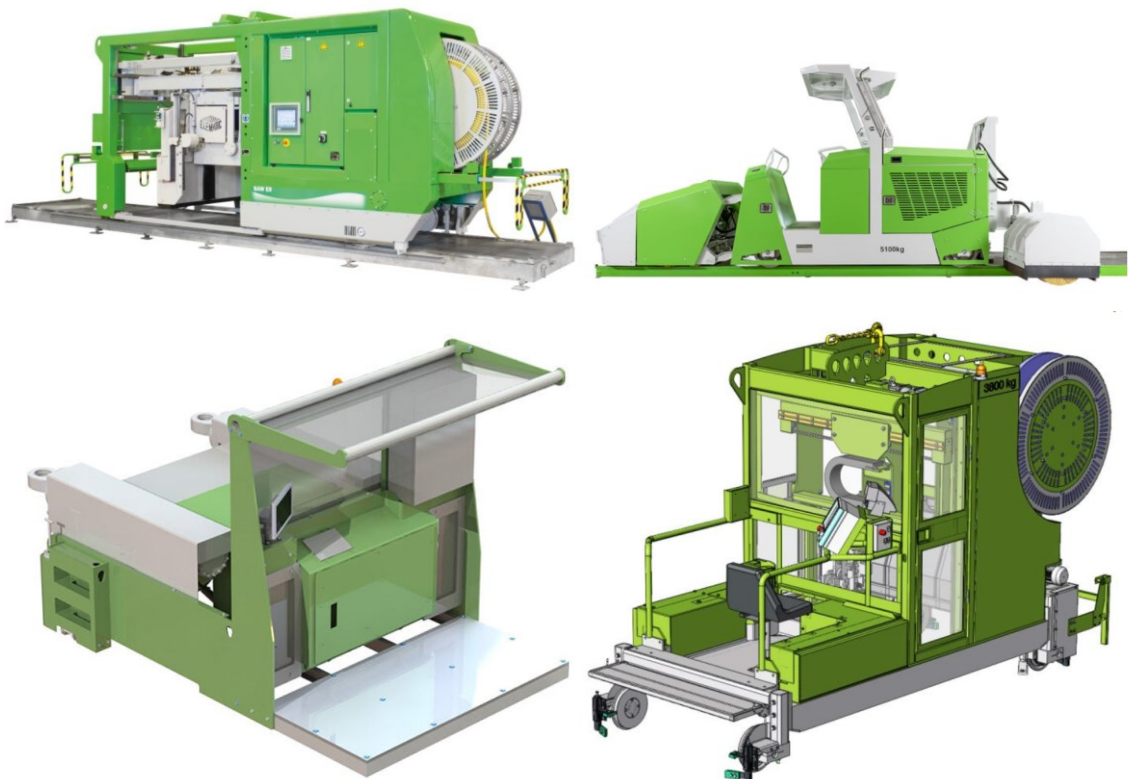
Riippumatta menetelmästä on tärkeää, että arviointikriteerit ovat etukäteen päätetty ja näyttäytyvät kaikille samalla tavalla. Monialaisessa arvioinnissa on lisäksi huomioitava, että eri tahot saattavat ymmärtää käsitteitä eri tavoin. Arviointia tulisi myös jatkaa koko kehitysprosessin ajan. Tiedon lisääntyessä ja epävarmuuden vähentyessä arviointeja tulee tehdä uudestaan, jolloin kannattamattomiksi osoittautuvat ideat saadaan karsittua mahdollisimman ajoissa pois.

5. CASEN ESITTELY

5.1 Kohdeyrityksen esittely

Elematic Oyj on yksi maailman johtavista valmisbetonituotteita valmistavien laitteiden ja tehdaslinjojen toimittajista. Yritys on perustettu vuonna 1959. Sen toiminta on vahvasti vientipainotteista ja markkina-alue kattaa kaikki mantereet. Pääkonttori sijaitsee Akaassa, Suomessa. Valmistusyksiköitä yrityksellä on sekä Suomessa, että Intiassa. Toimituksissaan yritys hyödyntää lisäksi laajaa alihankkijaverkostoa. Näiden lisäksi yrityksellä on myynti ja tytäryhtiöitä, jotka levittäytyvät tärkeimmille markkina-alueille.

Yrityksen tarjonta voidaan karkeasti jaotella välipohja-, seinä- ja Acotec-tuotteisiin, joista viimeisimmällä tarkoitetaan kevytbetonista valmistettavia väliseinätuotteita. Tyypillisesti yrityksen asiakkaat keskittyvät valmistamaan vain yhden segmentin tuotteita, mutta osa asiakkaista valmistaa useita erityyppisiä tuotteita. Lisäksi yritys tarjoaa tehdasautomaatiota ja on kehittänyt digitaalisia ratkaisuja elementtituotannon tehostamiseksi. Kuvassa 17 on esiteltynä joitain yrityksen tarjontaan kuuluvia tuotteita.



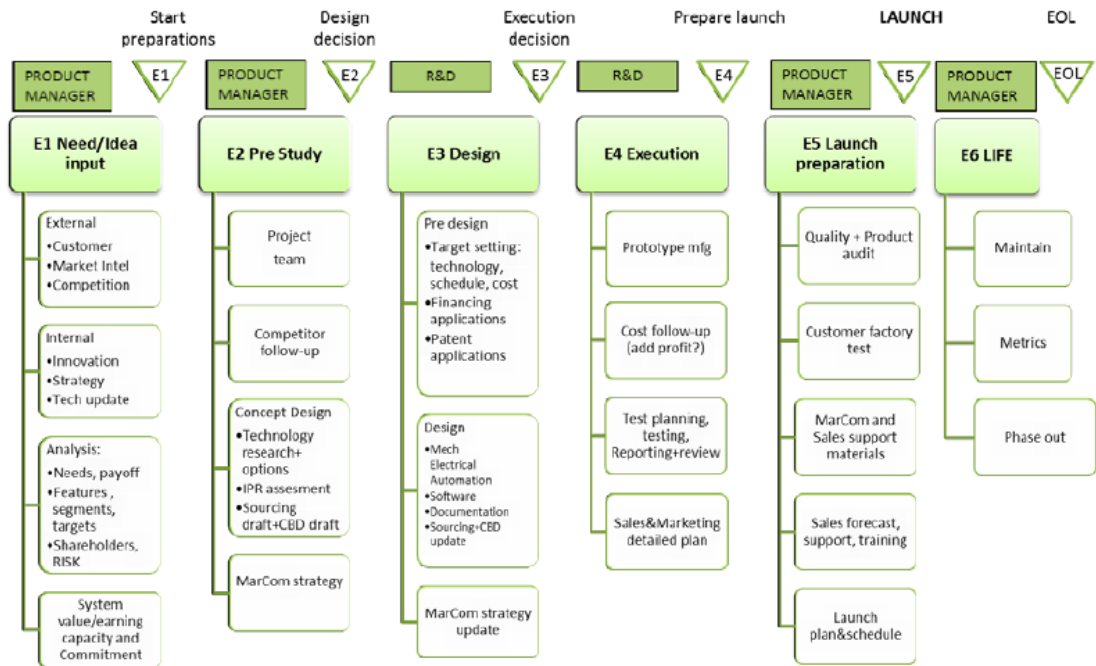
Kuva 17. Esimerkkejä Elematic Oyj tarjontaan kuuluvista tuotteista. Kuvan laitteita käytetään ontelolaattojen valmistuksessa. (Elematic Oyj verkkosivut)

Eri tuotesegmenttien sisällä yrityksen tuotteet on vielä jaettu kolmeen eri kategoriaan niiden tarjoaman tuotantokapasiteetin mukaan. Semi –tason tuotteet soveltuvat asiakkaille, jotka eivät tarvitse suurta kapasiteettia. Pro –tason tuotteet tarjoavat suuremman kapasiteetin ja sisältävät enemmän automaatiota. Edge –tason tuotteilla saadaan kaikin suurin kapasiteetti, ja niissä on eniten automaatiota. Automaation avulla saadaan vähennettyä työvoiman tarvetta, mikä muodostaa erityisesti korkean kustannustason maissa suuren osan elementtituotannon kustannuksista.

5.2 Kohdeyrityksen tuotekehitysmalli

Yrityksessä panostetaan vahvasti tuotekehitykseen. Tuotekehitystä varten on yrityksessä oma tiimi, joka keskittyy tuotteiden kehittämiseen. Lisäksi eri tuotesegmenttejä edustavat omat tuotepäälliköt, jotka toimivat yhteistyössä eri toimintojen kanssa varmistuen tiedonkulun näiden välillä.

Tuotekehitysprojekteissa noudatetaan Cooperin Stage-gate malliin pohjautuvaa porttimallia, jossa eri vaiheiden välillä tuotokset hyväksyy ulkoinen tarkastaja. Projekteille on yrityksessä olemassa kolme vaihtoehtoista versiota tuotekehitysmallista. Mallit eroavat keskenään projektien valvonnan laajuudessa siten, että sopiva ohjausmenetelmä voidaan valita projektin keston ja tärkeyden mukaan. Kuvassa 18 on esitetty yrityksen täysi tuotekehitysmalli. Suppeammassa malleissa tehtävät ovat lähes samat, mutta vaiheita on yhdistelty, jolloin myös portteja on vähemmän. Projektien etenemisestä päättää nimetty ryhmä, joka koostuu yrityksen eri toimintojen edustajista. Ryhmä kokoontuu säännöllisesti sovituin väliajoin.



Kuva 18. Elematicin tuotekehitysmalli perustuu Cooperin Stage-gate malliin. (Sirkka 2015, s. 89).

Yrityksessä toteutetaan lisäksi tuotekehitysportfolion hallintaa. Tuotekehitykselle varuista resursseista varataan etukäteen osuudet tietyin tyyppisille projekteille. Mahdollisuuksia arvioidaan sitten verraten niitä muihin samantyyppisiin projekteihin, jolloin niiden keskinäinen vertailu on helpompaa. Lisäksi tällä varmistetaan, että käynnissä on kattavasti erityyppisiä projekteja.

5.3 Taustatiedot suoritettavasta casesta

Ontelolaattoja valmistetaan tarkoitusta varten perustetuilla tehtailla, joista valmiit laatat kuljetaan työmaille. Laattojen valmistus tapahtuu valamalla ne tyypillisesti 100–150 metriä pitkille valualustoille. Laattojen valamiseen käytetään valukonetta, joka pursottaa valmiin muotoista laattaa halutun profiilin mukaisesti. Betonin kypsyttyä kovaksi sahataan laatat piirustusten mukaisiin pituuksiin ja siirretään varastoon odottamaan kuljetusta.

Ontelolaattojen valmistuksessa on lisäksi usein tarve tehdä laattojen pintaan aukkoja. Aukkoja käytetään myöhemmin työmaalla erilaisten läpivientien tekemisessä tai niihin voidaan asentaa tehtaalla esimerkiksi nostokoukkuja. Laattojen aukotus on järkevää tehdä jo tehtaalla, jolloin työmaalla säästytään aikaa vievältä sahaamiselta. Ennen betonin kypsymistä aukot voidaan kaivaa käsin, mikä on hyvin fyysistä ja aikaa vievää työtä. Käsin kaivaminen on maailmalla kuitenkin ehdottomasti yleisin tapa tehdä aukkoja.

Elematic on kehittänyt aukkojen kaivamiseen laitteen, joka poistaa tarpeen käsin kaivuulle. Laite kaivaa aukot itsenäisesti sähköisten laattakuvien perusteella, eikä siten

vaadi lainkaan kuljettajaa. Laitteen toiminta perustuu yhteen puristuvilla leuoilla varustettuun mekanismiin, jolla saadaan haukattua betoni pois halutuista kohdista. Laite vaatii kuitenkin sähköiset tiedot aukkojen paikoista, joita ei pienemmillä tehtailla välttämättä ole. Siten laite ei sovellu kaikille asiakkaille. Käytettävällä mekanismilla ei myöskään aina saada poistettua kaikkea ylimääräistä materiaalia, vaan aukon kohdalle saattaa jäädä pieniä määriä betonia. Osa asiakkaista pitää asiaa oleellisena, mikä vähentää heidän silmissään laitteen houkuttelevuutta.

Muun muassa edellisten seikkojen myötä on yrityksessä päätetty tutkia mahdollisuutta kehittää olemassa olevan ratkaisun rinnalle toinen aukotuskone, joka mahdollistaisi manuaalisen käytön ja pystyisi keräämään betonin aukkojen kohdalta mahdollisimman tarkasti. Olemassa olevan tuotteen ollessa toimiva ratkaisu pitkälle automatisoituihin tehtaisiin, uuden tuotteen kohdeasiakkaita tulevat olemaan pienemmät tehtaot, joissa automaatiota on vähemmän.

Tämän tutkimuksen yhteydessä toteutettava uuden aukotuskoneen konseptointiprojekti on siis luvussa 4.1 esitetyn jaottelun mukaan laajennus olemassa olevaan tuotelinjaan. Projektin tavoitteena on tutkia vaihtoehtoisia toteutustapoja ja luoda valmis konsepti aukotuslaitteesta. Konseptista tulisi selvittää laitteen suorituskyky, laitteen kustannukset ja arvio jatkosuunnittelun tarpeesta.

6. CASEN TOTEUTUS

6.1 Virtauskaavion mallinnus

Ennen konseptointiprojektin aloittamista luotiin projektin suunnittelua ja myöhempää ohjausta varten virtausmalli, johon pyrittiin tunnistamaan kaikki kestoiltaan tai vaikutukseltaan merkittävät työvaiheet ja tuotokset. Ensimmäiseksi tunnistettiin malliin sisällytettävät elementit. Sen jälkeen mallinnettiin niiden riippuvuudet virtausmalliin. Lopuksi tehty malli muutettiin vielä luettavampaan muotoon, joka avulla helpotettiin suunnitelman esitelyä kaikille projektiin osallisille.

Tuotosten tunnistaminen tapahtui aluksi diplomityöntekijän toimesta. Lähteenä tuotoksille käytettiin ensisijaisesti yrityksen olemassa olevaa tuotekehitysprosessia kuvaavia dokumentaatioita, missä oli tarkennettu kuvassa 18 näkyvän mallin eri vaiheita. Toisena päälähteenä toimi edellä esitelty tuotekehitykseen liittyvä kirjallisuus. Tavoitteena oli myös hyödyntää aiemmin toteutettujen projektien dokumentaatiota, mutta niiden sisältämän tiedon tarkkuus ei ollut uusien tuotosten tunnistamisen kannalta riittävää. Tuotokset kerättiin alkuvaiheessa tekstinkäsittelyohjelmalla yksinkertaiseen listaan ilman kuvauksia niiden järjestyksestä tai riippuvuuksista.

Tuotoslistan muodostamisen jälkeen alettiin hahmotella tuotosten järjestystä ja niiden riippuvuuksia toisiinsa. Apuna käytettiin kappaleessa 4.3.1 mainittua DiMO työkalua, jonka yksinkertainen esitystapa tuki riippuvuuksien hahmottelua tuotosten välille. Muodostuneen virtausmallin tyyppi oli lähimpänä tehtäväpohjaista verkkoa, missä tehtävien kohdalle merkittiin ylös ainoastaan työvaiheen tuotoksena syntyvä tieto. Kaavio piirrettiin lohko-kaavion tavoin, joskin DiMO:n yksinkertaistettu esitystapa esitti kaavion laatikot pisteinä. Tässä vaiheessa mallia esiteltiin myös yrityksen sisällä muille henkilöille, minkä avulla kerättiin käytännön kokemukseen perustuvaa palautetta. Palautteen avulla saatiinkin täydennettyä ja korjattua mallia. Tuotoksia saatiin lopulliseen malliin kerättyä 57 kappaletta ja näiden välisiä riippuvuuksia oli yhteensä 85 kappaletta. DiMO:lla tehty virtausmalli näkyy kuvassa 19. Mallin DSM esitystapa on esitetty työn liitteessä A.

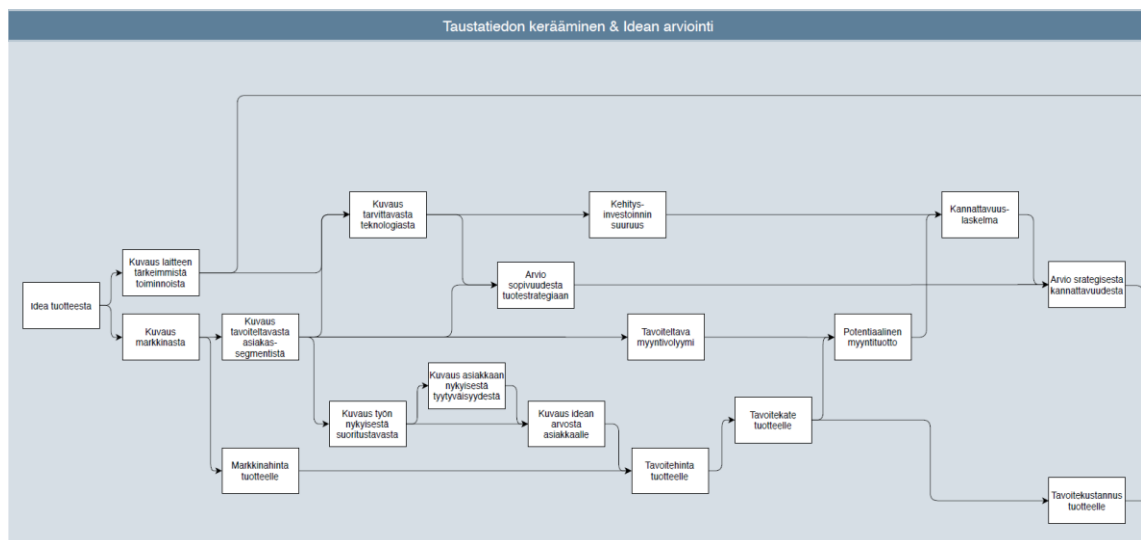
6.2 Konseptoinnin toteutus

Tässä luvussa on kuvattu konseptointiprojektin eteneminen mainitun kuuden osuuden mukaisesti jaoteltuna. Konseptoinnin käytännön toteutus oli pitkälti diplomityöntekijän vastuulla. Projektin valvonnasta ja ratkaisujen hyväksynnästä puolestaan vastasi kolmenhenkinen ohjausryhmä, joka muodostui tuotealueesta vastaavasta tuotepäälliköstä, tuotekehityspäälliköstä sekä projektisuunnittelun päälliköstä. Lisäksi työn eri vaiheissa hyödynnettiin eri alueiden asiantuntijoiden kommentteja ja ehdotuksia.

Projektin dokumentoimiseksi luotiin jokaista virtausmallin tuotosta varten oma dokumentti tai kansio, jonne tallennettiin työvaiheen toteutukseen liittyvät tiedot sekä lopputulos. Näin projektin tuotokset pysyivät hallitusti järjestyksessä ja aiempiin vaiheisiin palaaminen oli jälkikäteen helppoa. Koska jokaisen tuotoksen syntymistä ei tässä raportissa ole mahdollista kuvailla kovin tarkasti, on kuvauksissa keskitytty vaiheiden lopputuloksiin ja niiden vaikutuksiin myöhempisiin vaiheisiin.

6.2.1 Taustatiedon kerääminen & idean arviointi

Projektin ensimmäinen kokonaisuus sisälsi 18 eri tuotosta. Osuuden aikana kerättiin tarvittavat taustatiedot, joiden avulla voitiin perustella tuotteen suunnittelun tarve yrityksessä. Jotta tuotekehitystä kannattaa jatkaa pidemmälle, on varmistuttava liiketoiminnallisten edellytysten toteutumisesta. Kuvassa 21 näkyy ensimmäisen osuuden tuotokset.



Kuva 21. Taustatietojen keräämiseen ja idean arviointiin kuului 18 tuotosta.

Käytännössä työn toteutus alkoi idean dokumentoinnista. Ideana oli suunnitella laite, jolla saadaan korvattua ontelolaattojen aukkojen käsin kaivuun tarve tehtaissa. Laitteen haluttiin poistavan betoni koneellisesti käyttäjän ohjaamana. Tämän jälkeen mietittiin laitteelta vaadittavia tärkeimpiä ominaisuuksia, jotta idea saadaan toteutettua.

Alkuvaiheessa tehtiin myös markkinakatsaus, jossa kartoitettiin vastaavia laitteita tarjoavat kilpailijat ja niiden tuotteiden ominaisuuksia. Kilpailevia tuotteita tarjoavia toimittajia tunnistettiin seitsemän kappaletta.

Kilpailijoiden analysoinnin perusteella arvioitiin markkinahintaa laitteelle ja samalla tehtiin päätös tavoiteltavasta asiakassegmentistä. Asiakassegmentin valinnan jälkeen voitiin arvioida idean tuomaa arvoa asiakkaalle sekä tehdä arvio tarvittavasta teknologiasta. Tämän jälkeen tehtiin arvio kehitysinvestoinnin suuruudesta sekä arvioitiin tuotteen sopivuutta yrityksen strategiaan.

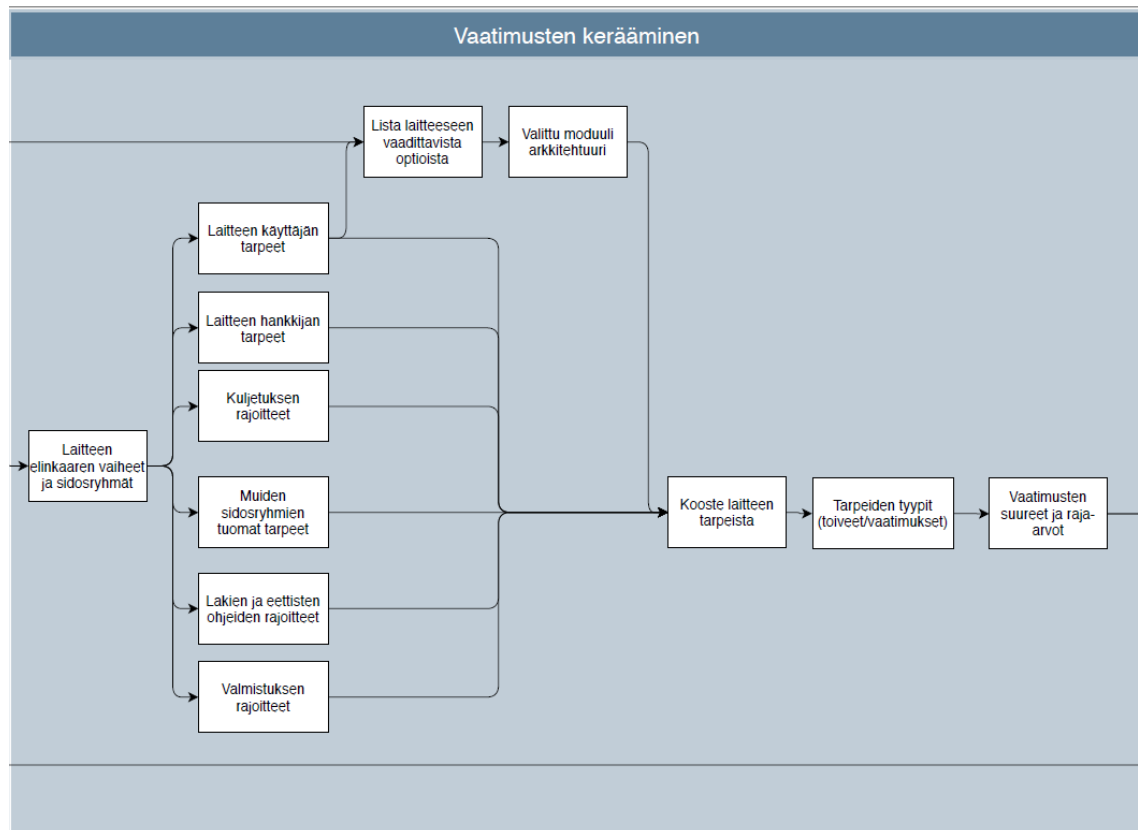
Virtausmallia luotaessa otettiin huomioon myös kappaleessa 4.5.2 esiteltyjä kustannuslähtöisen suunnittelun näkökulmia. Kun asiakkaan saama arvo ja markkinahinta oli arvioitu, päätettiin tuotteen tavoiteltu myyntihinta. Sen ja tavoiteltavan myyntivolyymien avulla saatiin tehtyä arvioita tuotoista ja lopulta idean kannattavuudesta kohdeyritykselle. Samalla saatiin jo projektin alkuvaiheessa määritettyä tavoite tuotteen valmistuskustannuksille, mitä myöhemmin käytettiin vaatimusten muodostuksessa.

Tämän osuuden viimeinen tuotos oli arvio strategisesta kannattavuudesta, mitä varten ideaa arvioitiin kokonaisuutena. Perusteena toimi aiemmin tehty kannattavuuslaskelma sekä arvio idean sopivuudesta tuotestrategiaan. Ohjausryhmän kanssa sanallisesti tehdyn arvioinnin perusteella idean todettiin edelleen vaikuttavan hyvältä, ja sen kehittämistä päätettiin jatkaa.

Tämän osuuden jälkeen tuotteen onnistumisesta oli kuitenkin vielä hyvin paljon epävarmuutta. Esimerkiksi kannattavuuslaskelmat perustuivat mielivaltaisesti päätettyyn valmistuskustannukseen, jonka toteuttamiskelpoisuudesta ei ollut mitään takeita. Vaiheen aikana saatiin kuitenkin koostettua riittävät perustelut tuotteen kehittämiseksi ja karkeat raja-arvot onnistuneelle tuotteelle.

6.2.2 Vaatimusten kerääminen

Projektin toisen osuuden aikana tunnistettiin asiakastarpeita ja koostettiin tuotteelle vaatimukset. Virtausmallissa osuuden toteutus sisälsi 12 tuotosta, jotka näkyvät kuvassa 22. Tavoitteena tälle osuudelle oli pystyä mahdollisimman tehokkaasti tunnistamaan yrityksen sisäiset ja ulkoiset vaatimukset tuotteelle, jotta myöhemmissä vaiheissa ei tarvitsisi tehdä muutoksia niiden puutteiden takia. Tarkkoja teknisiä vaatimuksia ei kuitenkaan vielä tässä vaiheessa kerätty, sillä varsinaisia toteutustapoja ei ollut vielä ideoitu. Vaatimusten dokumentoimisessa käytettiin kuvan 13 mallia mukailevaa vaatimuslistaa. Varsinaisten vaatimusten lisäksi dokumentoitiin niiden lähde, tyyppi sekä tehtyjen muutosten ja lisäysten päiväykset.



Kuva 22. Vaatimusten ja asiakastarpeiden koostamiseen kuului 12 tuotosta.

Ensimmäinen tehtävä oli tunnistaa tuotteen elinkaaren vaiheet ja niihin liittyvät sidosryhmät, joilta vaatimuksia kerättiin. Projektin suunnittelun aikana oli tunnistettu jo viisi vaatimusten lähdettä, jotka näkyvät myös mallissa. Niitä olivat tuotteen ostaja, tuotteen käyttäjät, lait & eettiset rajoitteet, kuljetus sekä valmistus.

Tuotteen hankkijalla tarkoitetaan projektin tapauksessa elementtitehtaiden omistajia tai johtoa, jotka hankkivat laitteen tehtaaseensa. Heidän tarpeitaan selvitettiin keräämällä kokemusperäistä tietoa Elematicin sisältä. Yrityksessä on vastaavan automaattisen laitteen kehityksen, sekä alalla pitkään toimimisen seurauksena hyvä käsitys asiakkaiden vaatimuksista. Tunnistetut vaatimukset liittyivät laitteelta vaadittavaan tehokkuuteen sekä lopputuloksen laatuun.

Laitteen käyttäjällä tarkoitetaan puolestaan henkilöitä, jotka hyödyntävät laitetta omassa työssään. Heidän tarpeitaan listattiin myös ensin Elematicilla olevan kokemuksen perusteella. Vaatimusten keräämisen aikana seurattiin myös yrityksen olemassa olevan ratkaisun toimintaa käytännössä. Seurannan aikana tehtyjen havaintojen pohjalta tunnistettiin myös kehitettävää tuotetta koskevia vaatimuksia, joilla täydennettiin vaatimuslistaa.

Lakien ja muiden säännösten asettamia vaatimuksia tunnistettiin laitetta koskevista standardeista. Betonivalmisteiden yleisiä sääntöjä koskevasta standardista havaittiin muun muassa annetut suositukset aukkojen koon sekä niiden sijaintien toleransseille. Lisäksi vaatimuksia on asetettu koneiden turvallisuudelle. Selkeiden kriteerien määrittäminen turvallisuudelle on kuitenkin alkuvaiheessa haastavaa, sillä toimintaperiaatteita ei ole vielä päätetty, ja riskejä on lähtökohtaisesti aina pyrittävä minimoimaan.

Tuotteen kuljettamiseen liittyviä vaatimuksia kerättiin haastatteleamalla yrityksen toimitusten logistiikasta vastaavaa henkilöä. Kerätyt vaatimukset liittyivät pääasiassa kuljetusmittoihin sekä mahdollisten ulokkeiden irrottamiseen kuljetuksen ajaksi. Keskustelussa nousi esille lisäksi useita toiveita, joiden huomioinnilla voidaan helpottaa laitteen siirtelyä.

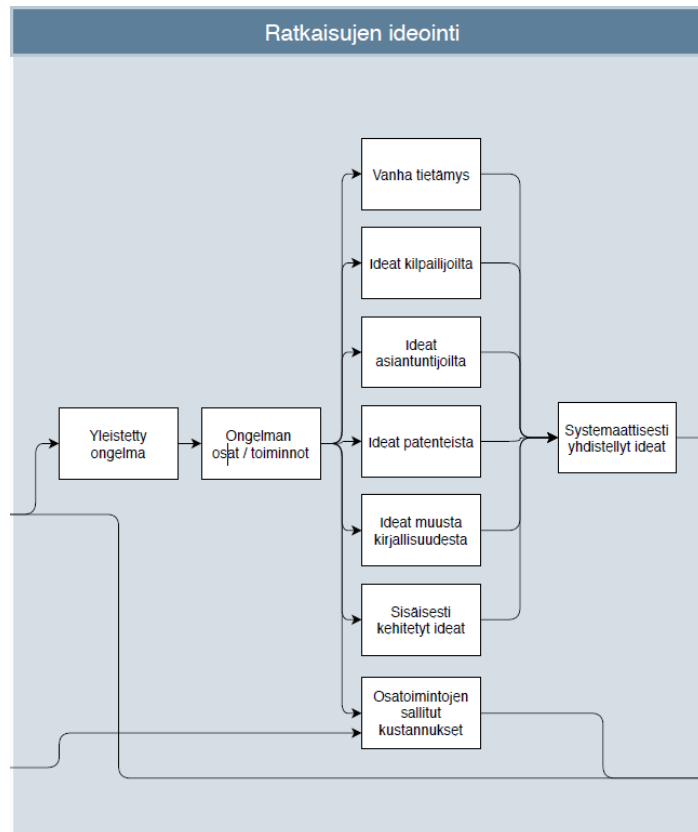
Vastaavasti kohdeyrityksen itse hoitamaan loppukokoonpanoon liittyviä vaatimuksia kerättiin haastatteleamalla kohdeyrityksen tuotantopäällikköä. Esille nousi vaatimuksia liittyen käytettäviin kiinnitysmenetelmiin sekä kokoonpanon asennussuuntiin. Komponentit ja osakokoonpanot ovat usein painavia, joten mahdollisuus tulisi olla laskea ne paikoilleen nosturilla. Sähkökaapin tulisi myös olla riittävän tilava, jotta mahdolliset komponenttien muutokset tai lisäykset saadaan toteutettua helposti myöhemmin. Lisäksi keskustelussa nousi esille useita toiveita liittyen esimerkiksi osakokoonpanojen käyttöön ja toimittajien valintaan.

Muita yleisiä vaatimuksia tuotteelle saatiin laitteen kaivuualueelle sekä korkeudelle. Lisäksi laitteen käyttövoimaksi valittiin muun tuoteperheen tavoin sähkö. Laitteelle ei alun perin kirjattu yhtään vähimmäisvaatimusta optioiden suhteen. Kahden lisälaitteen kiinnitysmahdollisuus listattiin ensin toiveeksi, joista toisen liittämisen mahdollisuus todettiin kuitenkin myöhemmässä vaiheessa tärkeäksi.

Vaatimuksia kerättiin ensin edellä kuvailluista lähteistä kustakin omalle listalleen. Kun kaikki kategoriat oli käyty läpi, koottiin vaatimukset yhteen listaan. Samalla karsittiin pois toistuvat tarpeet ja muotoiltiin vaatimusten esitystapaa. Vaatimuksille pyrittiin myös määrittämään suure sekä jokin numeerinen raja-arvo. Kaikkien vaatimusten kohdalla tässä ei kuitenkaan onnistuttu, sillä osa vaatimuksista oli laadullisia. Kaiken kaikkiaan oli tämän osuuden toteutuksen jälkeen tunnistettuja vaatimuksia yhteensä 51 kappaletta.

6.2.3 Ratkaisujen ideointi

Projektin kolmannen osuuden aikana keskityttiin keräämään ja kehittämään vaihtoehtoisia ideoita aiemmin kerättyjen vaatimusten täyttämiseksi. Ideoita kerättiin eri lähteistä ja parhaat ideat kerättiin yhteen, jolloin niitä oli helppoa yhdistellä systemaattisesti. Virtausmallissa tämän osuuden toteutus oli jaettu 10 tuotokseen. Osuuden eteneminen nähdään kuvasta 23. Osuus oli melko suoraviivainen ja tuotosten toteuttamisjärjestys oli selkeä.



Kuva 23. Ratkaisujen ideointiin kuului kymmenen tuotosta.

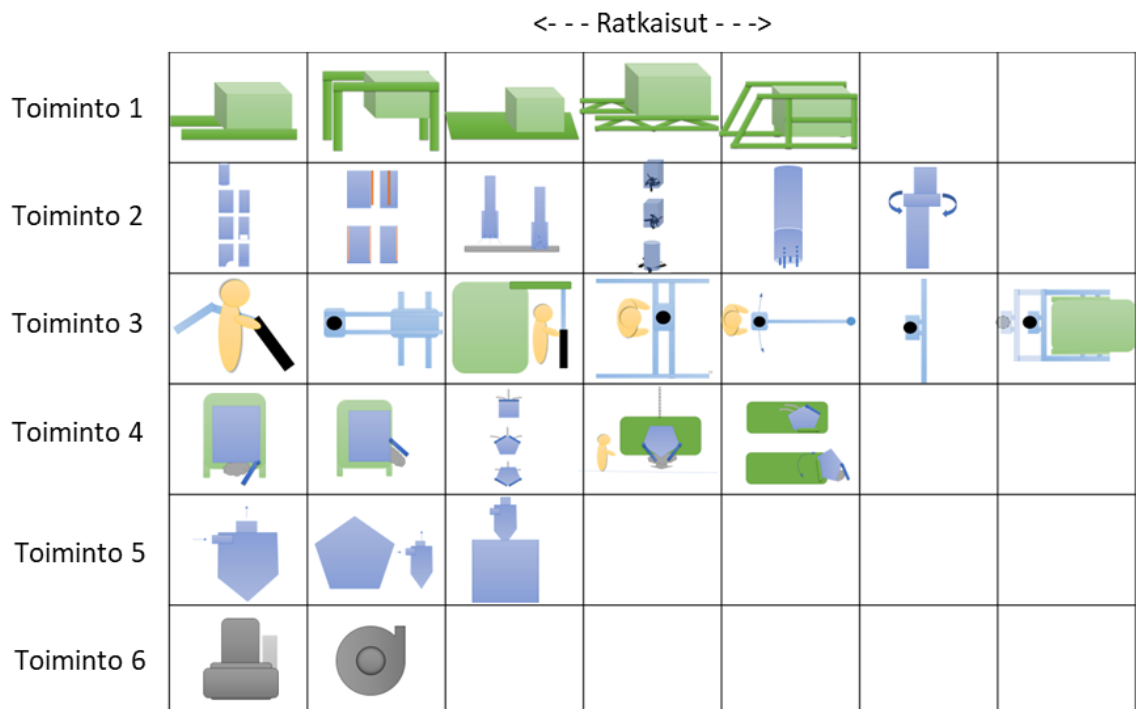
Ensimmäisenä tehtävänä yleistettiin ongelmaa ja tarkasteltiin sitä yleisemmältä tasolta. Tähän mennessä oli jo syntynyt muutamia ideoita toteutuksesta esimerkiksi kilpailijoiden tutkimisen ja oman ideoinnin pohjalta. Tällä vaiheella haluttiin kuitenkin varmistaa, että ei juututa näihin ideoihin. Koska alustava ideointi oli diplomityöntekijän vastuulla, ei tätä tuotosta tehty kovinkaan muodollisesti. Yleistykset kirjoitettiin kuitenkin ylös.

Seuraava tehtävä oli laitteen jakaminen osatoimintoihin. Koska laitteen kehitys oli hyvin alkuvaiheessa, ei tässä vaiheessa vielä vedetty tarkkoja rajoja toimintojen välille. Laitteesta tunnistettiin kuusi eri toimintoa, jotka koettiin laitteen toiminnan ja kilpailukyvyyn kannalta oleellisiksi. Näihin kuuteen päätoimintoon alettiin seuraavaksi kehittää ideoita.

Ideointia varten oli virtausmalliin nimetty kuusi eri tuotosta, jotka kuvaavat eri tiedonkeruulähteitä. Edettäessä muodollisesti tai isomman tiimin kanssa, voitaisiin idealähteitä käydä läpi järjestyksessä tai jakaa niitä eri henkilöiden vastuulle. Koska tässä tapauksessa ideoiden kirjaaminen oli yhden henkilön vastuulla, tapahtui käytännössä ideoiden kirjaaminen siinä järjestyksessä kuin ne tulivat esille ja eri lähteitä hyödynnettiin rinnakkain. Kutakin lähdeä hyödynnettiin silti systemaattisesti.

Erityisen hyviksi lähteiksi osoittautui tässä vaiheessa kilpailijoiden ratkaisujen analysointi. Myös kohdeyrityksen omien tuotteiden tarkempi tutkiminen tuotti ideoita, sekä paransi käsitystä käytännön rajoitteista. Uusia ideoita tuli myös projektin ohjausryhmältä sekä diplomityöntekijältä itseltään. Sen sijaan patenteista tai muusta kirjallisuudesta ei löydetty uusia ideoita. Komponenttitoimittajien verkkosivuja tutkimalla saatiin tarkennettua ideoiden toteutusmahdollisuuksia, mutta täysin uusia ideoita ei niistä syntynyt.

Käytännössä ideoiden dokumentointi tehtiin PowerPoint-diojen avulla. Se mahdollisti selkeän esitystavan sekä kuvien ja tekstin yhdistelemisen. Kun riittävästi ideoita oli kirjattu, koostettiin niistä morfologinen matriisi. Matriisin avulla ideoiden yhdisteleminen systemaattisesti oli mahdollista, joskin käytännössä yhdistely tapahtui lennosta ja vain yhdistelmistä parhaita hahmoteltiin paperille. Sen avulla saatiin kuitenkin esitettyä tiiviisti ja selkeästi kaikki ideat, mikä helpotti ideoiden keskinäistä vertailua. Tehty morfologinen matriisi näkyy kuvassa 24.

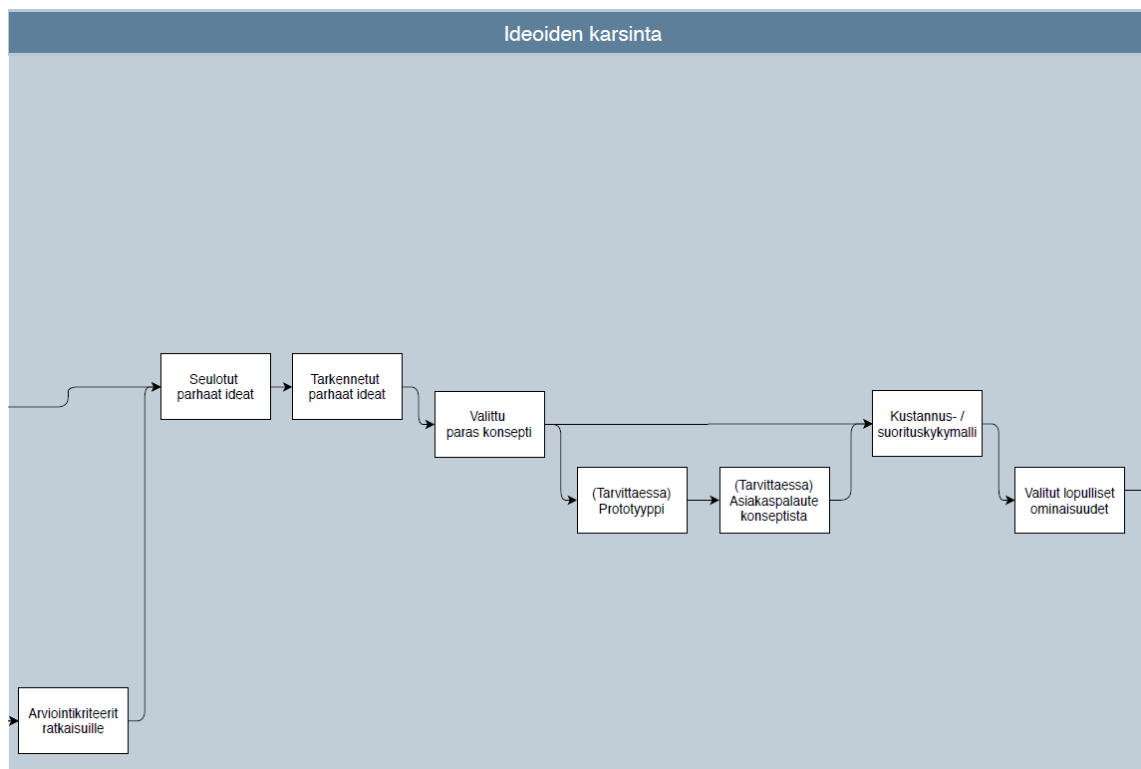


Kuva 24. Ensimmäisen ideointikierroksen tulokset koottiin morfologiseen matriisiin.

Tähän osuuteen oli merkitty myös laitteen tavoitekustannuksen budjetointi osatoiminnoille. Tavoitekustannusten määrittely osoittautui tässä vaiheessa kuitenkin vielä erittäin haastavaksi, koska laitteen toimintaperiaatteet olivat päättämättä. Kyseinen tuotos päätettiin jättää vajaaksi ja todettiin, että sitä täydennetään ratkaisujen ja todennäköisten kustannuksien selkeytyessä.

6.2.4 Ideoiden karsinta

Projektin neljännen osuuden aikana saatiin koottua aiemmin kehiteltyjen ideoiden pohjalta toimiva konsepti, jonka toimintaperiaatteet ja rajoitteet olivat selvillä. Ennen tätä vaihetta oli luotu toisistaan poikkeavia ratkaisuja, joiden avulla oli havainnointu tarjolla olevia vaihtoehtoisia toteutustapoja. Alkuvaiheessa niistä karsittiin parhaat ideat, joita sitten jalostettiin pidemmälle. Kahden karsinnan jälkeen alettiin laitteesta hahmottelemaan CAD-mallia, jonka avulla konseptia esiteltiin eri asiantuntijoille. Prototyypinä toiminutta mallia asteittain tarkentamalla saatiin konseptin toimivuudesta riittävä varmuus, jotta voitiin luokitella tuotteen ominaisuudet.



Kuva 25. Ideoiden karsintaan kuului kahdeksan tuotosta.

Ensimmäinen osuuden tehtävä oli päättää arviointikriteerit ideoille. Käytännössä tämä toteutettiin keskustelemalla projektin ohjausryhmän kanssa tuotteen tärkeimmistä ominaisuuksista. Esille nousseet ominaisuudet kirjattiin ylös arviointikriteereiksi.

Seuraavaksi ohjausryhmälle esiteltiin aiemmin kerätyt ideat laitteen osatoimintojen toteuttamiseksi. Osatoimintoja käsiteltiin vielä tässä vaiheessa erikseen, sillä tehdyn morfologisen matriisin avulla haluttiin vielä luoda keskustelua halutuista ominaisuuksista. Tässä ensimmäisessä ideoiden seulonnassa valintamenetelmänä toimi kirjallisuuskatsauksessa kuvailtu työryhmäarviointi. Ideoiden arviointi perustui ohjausryhmän arvioihin ideoiden toimivuudesta ja asiakkaiden mieltymyksistä. Menetelmä toimi tässä vaiheessa hyvin, sillä ideat poikkesivat toisistaan paljon ja niiden pisteyttäminen olisi ollut vaikeaa. Ensimmäisen seulonnan jälkeen lopputuloksena oli karkea kuva laitteen toimintaperiaatteesta, mutta varsinaisia teknisiä toteutustapoja ei ollut vielä hahmoteltu. Lisäksi esille oli noussut muutamia uusia vaatimuksia, jotka lisättiin vaatimuslistaan. Uudet vaatimukset olivat lähinnä lisäyksiä ja tarkennuksia, eivätkä siten olleet varsinaisesti ristiriidassa alkuperäisten vaatimusten kanssa.

Edellisessä vaiheessa jatkoon valittuja ideoita jalostettiin seuraavaksi pidemmälle. Tässä vaiheessa voitiin keskittyä enemmän ideoiden teknisiin toteutustapoihin, kun halutut ominaisuudet olivat tarkentuneet. Ideoiden lähteenä käytettiin jälleen kohdeyrityksen vanhoja laitteita, kilpailijoita, muita työntekijöitä, sekä diplomityöntekijän omaa pohdintaa. Ideoitua saatiin muutamia hyviä vaihtoehtoja kullekin toiminnolle.

Työryhmäarviointina toteutetun toisen karsinnan aikana saatiin tarkennettua lisää tuotteen toimintaa valikoimalla jalostetuista ideoista potentiaalisimmat. Tässä karsinnassa keskityttiin eri teknisiin toteutustapoihin ja niiden vaatimiin kompromisseihin. Karsinnan jälkeen oli laitteen toimintaperiaatteista riittävän selvä yhteisymmärrys, jotta voitiin alkaa hahmottelemaan tarkemmin laitteen rakennetta ja valitsemaan alustavasti pääkomponentteja.

Työn aikana laitteesta ei rakennettu fyysisistä prototyyppiä. Tässä vaiheessa työtä alettiin laitteesta kuitenkin hahmotella tietokoneella CAD-mallia. Mallia varten laitteen komponentteja ei lähdetty vielä suunnittelemaan tai mitoittamaan tarkasti, mutta jo hyvin karkean mallin avulla saatiin testattua ideoiden toimivuutta sekä erityisesti hahmotettua paremmin eri toimintojen vaatimia tilavarauksia.

Mallin avulla ideaa oli myös helppo esitellä yrityksen sisällä eri alueiden asiantuntijoille, jotka eivät aiemmin olleet osallistuneet laitteen ideointiin. Heiltä pyydettiin arvioita kokonaisuuden toimivuudesta ja ideoita eri toimintojen toteutukseen. Näiden kommenttien perusteella jatkettiin vaiheittain suunnitelmien tarkentamista ja tehtiin alustavia valintoja eri komponenteille. Näin myös prototyyppinä toiminutta CAD-mallia voitiin pikkuhiljaa tarkentaa.

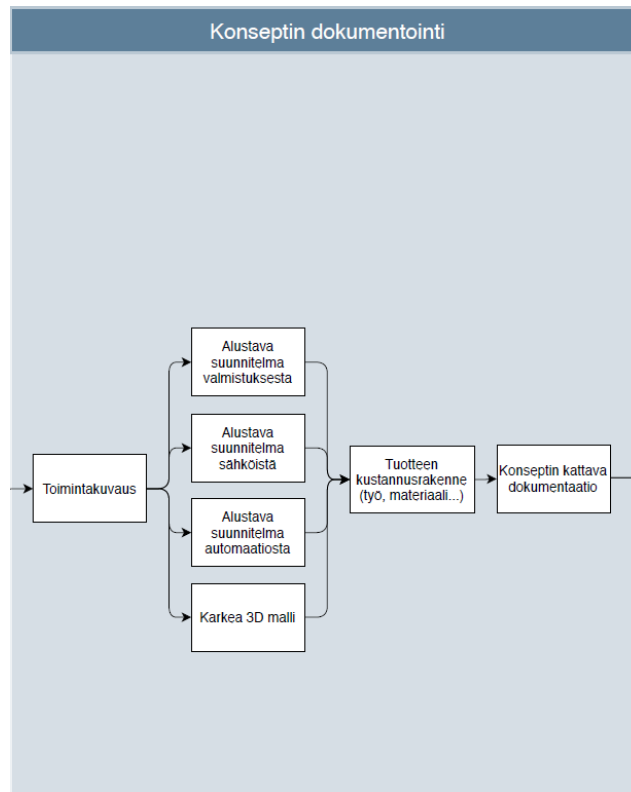
Tavoitteena oli alun perin kerätä kommentteja laitteesta ja arvioida asiakkaiden kiinnostusta tuotetta kohtaan myös asiakkaita haastatteleamalla. Luotettavan palautteen saamiseksi tulisi asiakkaalla olla riittävästi kokemusta myös vastaavista laitteista. Konseptoinnin toteutuksen aikana ei ollut mahdollisuutta järjestää esittelyä sopivan asiakkaan kanssa, joten asiakaspalautta ei voitu hyödyntää. Palautteen kerääminen päätettiin kuitenkin järjestää heti sopivan tilaisuuden tullessa.

Huolimatta sallittujen kustannusten osatoiminnoille jakamisen kanssa havaituista haasteista, oli konseptin kehityksen aikana laitteen kustannuksista pidetty kirjaa Excel-taulukon avulla jo ensimmäisestä ideoinnista alkaen. Alkuvaiheessa taulukkoon kirjattiin vain hyvin karkeita arvioita eri osakokonaisuuksille perustuen muiden kohdeyrityksen tuotteiden kustannuksiin. Konseptin tarkentuessa oli myös kustannusarviota tarkennettu vaiheittain. Tässä vaiheessa ei siis ollut enää tarvetta erikseen tehdä virtausmalliin kirjattua kustannusarviota. Myöskään suorituskykyä koskevia vertailuja ei koettu tässä tapauksessa tarpeellisiksi. Konseptin kokonaiskustannukset olivat edelleen projektin alkuvaiheessa asetetun tavoitteen mukaiset, joten seuraavaan vaiheeseen voitiin edetä.

Projektin tämän osuuden lopuksi tehtävänä oli lukita päätökset konseptin ominaisuuksista. Pidetyssä katselmoinnissa käytiin ohjausryhmän kanssa läpi laitteen toiminnot ja rakenne hyödyntäen laitteesta tehtyä CAD-mallia. Tässä tapauksessa konsepti oli jo muotoutunut melko selkeäksi, joten suurista muutoksista ei tarvittu enää keskustelua. Katselmoinnin jälkeen oli konsepti hyväksytty ja oltiin valmiita siirtymään idean tarkempaan dokumentointiin.

6.2.5 Konseptin dokumentointi

Tässä vaiheessa projektia olivat tuotteen toiminnalliset ominaisuudet jo päätetty ja CAD-mallin avulla olivat myös toteutustavat jo selkeästi hahmottavissa. Tämän osuuden aikana tarkennettiin vielä suunnitelmia siten, että niiden perusteella saatiin arvioitua mahdollisimman tarkasti sekä laitteen valmistuskustannuksia että tuotteen loppuun suunnitteleminen vaadittavaa investointia.



Kuva 26. Konseptin dokumentointiin kuului seitsemän tuotosta.

Osuuden ensimmäisenä vaiheena kirjoitettiin laitteelle toimintakuvaus. Toimintakuvaukseen kirjattiin kaikkien päätoimintojen ja -koonpanojen rakenne sillä tarkkuudella, kuin ne oli tähän mennessä saatu suunniteltua. Koska yksityiskohtaista suunnittelua ei vielä ollut tehty, olivat kuvaukset kuitenkin vielä monilta osin periaatteellisia. Myöhemmän suunnittelun myötä toimintakuvausta päivitettiin ja sen sisältö tarkentui.

Virtausmallia varten oli suunnitelmien tarkennus jaettu neljään osaan, joita olivat: valmistus, sähköistys, automaatio sekä 3D-malli (mekaniikka). Tarkkuus, jolle suunnittelu halutaan viedä tässä vaiheessa, riippuu projektin tavoitteista ja käytettävistä resursseista. Tämän projektin tavoitteena oli pystyä selvittämään laitteen suorituskyky sekä kustannukset, jotta laitetta voitaisiin tarjota asiakkaille mahdollisimman pienellä riskillä. Tavoitteen täyttämiseksi päätettiin käyttää vielä aikaa laitteen suunnitelmien tarkentamiseen.

Kehittelyssä keskityttiin mekaniikan suunnitteluun, sillä se muodostaa mahdollisen jatkosuunnittelun aikana merkittävimmän osan suunnittelutyöstä. Kehittelyn ansiosta saatiin tarkempi kuva eri toimintojen rakenteista sekä tarvittavista komponenteista. Suunnittelutyöstä vastasi diplomityöntekijä. Suunnitelmaa kehitettiin kuitenkin keräten samalla aktiivisesti palautetta ja ideoita muilta kollegoilta. Toimittajilta kerättyjen tarjousten perusteella saatiin kustannuksiin lisää varmuutta tärkeimpien komponenttien osalta.

Laitteen mekaniikan selkiytyessä tehtiin parempi arvio myös sähköistyksen tarpeen osalta. Erillistä suunnittelua ei sähköjen osalta tehty, sillä sähköosasto pystyi arvioimaan kustannukset sähköistämiseen vaadittaville komponenteille riittävän tarkasti toimintaku-
vauksen ja CAD-mallin pohjalta.

Kehitetty laite ei sisältänyt paljoa automaatiota. Laitteen ohjaukseen vaaditaan automaa-
tiota, minkä suunnittelu on kuitenkin osa kohdeyrityksen päivittäistä toimintaa. Sen osalta
riittävänä suunnitelmana riitti toimintakuvauksen tekeminen.

Myöskään valmistuksen osalta ei ollut tarvetta tehdä erillistä suunnittelua. Kehitetty laite
on samantyyppinen muiden kohdeyrityksen tuotteiden kanssa, joten sen valmistus on-
nistuu vastaavin menetelmin. Laitteen kokoonpanon kustannuksia kuitenkin arvioitiin yh-
dessä tuotantopäällikön kanssa kustannuslaskelmaa varten.

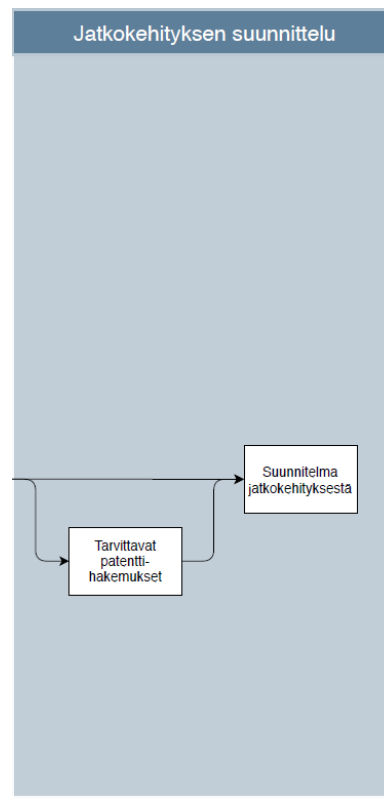
Kustannuslaskelmaa päivitettiin jatkuvasti uuden tiedon pohjalta koko suunnitelmien tar-
kentamisen ajan. Tähän asti laskelmassa oli ollut ainoastaan yksi lukuarvo kunkin kom-
ponentin kustannukselle. Laskelman käytettävyyden lisäämiseksi lisättiin tässä vai-
heessa taulukkoon myös arviot komponenttien minimi- sekä maksimikustannukselle.
Näin laskelman avulla pystyttiin hahmottamaan kustannusten epävarmuutta ja arvioi-
maan paremmin riskiä kustannusten muutokselle. Myöhempiä projekteja ajatellen näin
kannattaisi toimia jo projektin alkuvaiheesta alkaen.

Viimeisenä vaiheena oli kerätä yhteen konseptia koskevat tiedot ja varmistaa niiden riit-
tävä dokumentointi. Tähän mennessä laitteesta oli tehty alustava CAD-malli, kustannus-
laskelma, toimintakuvaus sekä tekninen erittely. Tässä vaiheessa tehtiin laitteelle myös
alustava riskinarviointi, jonka tekoon osallistui diplomityöntekijän lisäksi mekaniikan, säh-
kön ja riskienhallinnan edustajat. Kaikki nämä dokumentit vietiin yrityksen tuotetiedon
hallintajärjestelmään, jossa ne ovat helposti kaikkien saatavilla.

Kaikki oleelliset tiedot laitteen toiminnasta löytyvät edellä mainituista tiedostoista. Niistä
ei kuitenkaan selviä perusteluita konseptin muotoutumiselle. Jos näihin perusteluihin ha-
lutaan palata, löytyvät tarvittavat tiedot aiemmista virtausmallin tuotoksista. Koska kukin
tuotos pyrittiin työn aikana dokumentoimaan erikseen, on näihin perusteluihin mahdol-
lista palata myöhemmin.

6.2.6 Jatkokehityksen suunnittelu

Virtausmallin viimeinen osuus sisälsi jatkokehitykseen vaadittavien panostusten selvittä-
misen. Siihen sisältyi vain kaksi tuotosta. Se on kuitenkin esitetty omana osuutenaan,
sillä siinä fokus kohdistuu tuotteen ratkaisujen sijasta enemmän tulevaisuuteen.



Kuva 27. Jatkokehityksen suunnitteluun kuului kaksi tuotosta.

Mikäli kehitellyssä tuotteessa on joitain elementtejä, joita halutaan suojata patentoimalla, olisi tässä vaiheessa niiden kartoittaminen ja hakeminen mahdollista. Tässä tapauksessa patentoitavia elementtejä ei ollut, joten tämä tuotos jätettiin tekemättä.

Jatkokehitystä koskien kerättiin yhteen arviot laitteen loppuun asti suunnittelemiseksi vaadittavista kustannuksista ja resursseista. Vaadittavien suunnittelutuntien määrää ja työn kestoa arvioitiin osastokohtaisesti. Lisäksi kirjattiin ylös asioita, joiden toiminnasta tulisi varmistua testaamalla. Näin saatiin arvio vaadittavasta toimitusajasta, mikäli laitteesta saataisiin tilaus.

7. ANALYYSI

7.1 Virtauskaavion mallinnus

Virtausmallin tekeminen projektista osoittautui hyväksi keinoksi havainnollistaa projektilta vaadittavia tuotoksia. Tuotosten listaaminen selkiytti työn sisältöä erityisesti työn tekijälle. Mallin perusteella pystyi jo projektin alkuvaiheessa hahmottamaan tarvittavaa työmäärää ja hahmottelemaan projektin kulkua ja aikataulua. Mallin tekeminen osoittautui kuitenkin usealla tavalla haastavaksi tehtäväksi. Kuten kirjallisuuskatsauksessakin enakoitiin, oli haastavin osuus tunnistaa vaadittavat tuotokset ja niiden riippuvuudet.

Yrityksessä ei aiemmin ole totuttu jakamaan konseptointia osatehtäviin vastaavalla tarkkuudella, minkä takia tehtyjä projekteja ei ole myöskään dokumentoitu yhtä tarkasti. Näin ollen vanhojen projektien dokumentaatiota ei voitu juuri käyttää tehtävien tunnistamisessa. Toisaalta tehtävien tunnistamisen tekeminen teki haastavaksi myös diplomityöntekijän oma vähäinen kokemus mallinnuksen kohteena olleesta tehtävästä. Kirjallisuuden ja olemassa olevien dokumentaatioiden avulla saatiin kuitenkin koottua kattavasti vaadittavat tuotokset, joita täydennettiin muilta työntekijöiltä sekä ohjausryhmältä saadun palautteen perusteella.

Riippuvuuksien mallintamisen teki haastavaksi konseptien kehittämisen luonne, joka on usein ongelmakeskeisten mallien mukaisesti iteroituvaa. Koska toistuvat kehät edustavat virtausajattelussa uudelleen tehtävää työtä ja siten hukan syntymistä, olisi ne pyrittävä poistamaan. Niiden poistaminen tekee kuitenkin esimerkiksi konseptien ideoinnin ja karsimisen esittämisen haastavaksi. Tämän projektin tapauksessa päädyttiin esittämään kyseiset vaiheet peräkkäisten vaiheiden ketjuna, jossa on etukäteen päätetty määrä ideointikierroksia. Tällöin malli ei noudata niinkään ongelmanratkaisukeskeistä lähestymistapaa, vaan fokus siirtyy tuotteesta suunnittelutyön ohjaukseen. Tällä tavoin mallista saatiin kuitenkin selkeä ja hyvin virtaava.

Jokaisen tehtävän tarkka aikatauluttaminen erikseen olisi ollut vaikeaa, sillä etukäteen on vaikeaa arvioida eri tuotosten vaatimaa aikaa. Ratkaisuksi päätettiin niputtaa tuotoksia kokonaisuuksiksi, joille olisi mahdollista tehdä karkea aikataulu. Tässä työssä ei projektin vaiheita kuitenkaan aikataulutettu kovinkaan tarkasti, vaan edettiin seuraavaan vaiheeseen aina edellisen valmistuttua. Osittaisena syynä oli vaikeus arvioida eri tuotosten tekoon kuluva aikaa. Koska projektin toteutuksesta vastasi lähinnä diplomityöntekijä, oli tällainen toimintatapa toimiva. Suuremmalla kokoonpanolla toimittaessa olisi myös yhteisen aikataulun teko suuremmassa roolissa.

Virtauskaavion mallinnus oli tässä projektissa diplomityöntekijän vastuulla. Vaikka siihen kerättiin kommentteja muilta ja se käytiin yhteisesti läpi ohjausryhmän kanssa, jäi se pääasiassa diplomityöntekijän työkaluksi. Havainnon perusteella voidaankin olettaa, että eri tahojen sitouttamiseksi malliin täytyisi heidät ottaa vahvemmin mukaan luomisvaiheeseen. Haasteeksi tulee tällöin käytännössä kiire ja aikataulujen yhteensovittaminen, sillä projektin mallinnukseen saa helposti käytettyä paljon aikaa. Tärkeintä kuitenkin on, että käytännön toteutuksesta vastaavat tahot ovat perillä projektin tilasta, jolloin työ etenee suunnitellusti. Täten ainakin toteutuksesta vastaava ryhmä pitäisi olla mahdollisimman vahvasti mukana virtausmallin luomisessa.

7.2 Projektin toteutus

Konseptointiprojekti toteutettiin virtausmallin avulla tehdyn suunnitelman mukaisesti. Tehty suunnitelma osoittautui pääosin varsin hyväksi. Lähes kaikki suunnitellut tuotokset saatiin tehtyä suunnitellusti eikä mallista havaittu suuria puutteita toteutuksen aikana. Kokonaisuutena projekti eteni koko kestopäivän ajan tasaisesti eteenpäin, eikä työssä jouduttu palaamaan taaksepäin virheellisen tai puutteellisen tiedon takia. Projekti eteneminen oli myös ohjausryhmän näkökulmasta selkeää ja helposti seurattavissa. Kuitenkin oli havaittavissa, että joidenkin osuuksien ja tuotosten kohdalla virtausmallista oli enemmän hyötyä.

Tämän projektin taustatietojen selvittämiseen liittyvästä pohjatyöstä oli suuri osa jo tehty ennen diplomityön aloitusta, sillä ideaa tuotteesta oli pyöritelty kohdeyrityksessä jo aikaisemminkin. Nämä tiedot käytiin mallin mukaisessa järjestyksessä kuitenkin läpi, ja varmistettiin niiden ajantasaisuus. Työtä helpotti myös se, ettei idea tuotteesta ollut täysin markkinoita mullistava, joten tietoa tuotteen toiminnasta ja käyttötavasta oli helposti kerättävissä.

Näiden pohjalta saatiin perusteltua idean kannattavuus ja asetettua karkeat tavoitteet kehitettävälle tuotteelle. Ensimmäisessä osuudessa tehtyihin päätöksiin ei ollut projektin aikana tarvetta palata, joten niiden voidaan olettaa olleen kestäväällä pohjalla. Koska tuotetta ei kehitetty loppuun, eikä sitä ole varsinaisesti voitu testata markkinoilla, on kuitenkin lopullisen arvion tekeminen mahdotonta. Virtausmalli osoittautui kuitenkin hyvin käytökeloiseksi projektin alkuvaiheessa. Sen avulla oli helppoa käydä läpi taustatiedot ja varmistua kaiken oleellisen tiedon koostamisesta ennen päätöksentekoa. Kiireiselläkin aikataululla toimittaessa voitaisiin varmistua oleellisten asioiden selvittämisestä suunnitteleamalla työ etukäteen.

Toisessa osuudessa kartoitettiin sidosryhmien tarpeet, ja ne luokiteltiin vaatimuksiin ja toiveisiin. Lisäksi niille määritettiin mahdollisuuksien mukaan konkreettisia raja-arvoja. Kuljetuksen ja valmistuksen rajoitteita selvitettiin haastatteluin, joka osoittautui kirjallisuuskatsauksessa ennustetulla tavalla hyväksi menetelmäksi. Käyttäjän ja laitteen hankkijan tarpeista oli yrityksessä jo valmiiksi näkemystä, ja sitä tarkennettiin seuraamalla yrityksen olemassa olevan ratkaisun käyttötilannetta. Varsinaista haastattelua ei yrityksen ulkopuolisten tahojen kanssa pidetty. Erityisesti markkinoille uuden tai yritykselle muuten vieraamman laitteen kohdalla myös haastatteluista olisi ollut varmasti suurta hyötyä.

Virtausmallissa oli tämän osuuden tuotoksista iso osa merkitty rinnakkain toteutettaviksi. Tässä virtausmalli toimi paljon tarkastuslistan tapaan. Käymällä läpi jokainen tuotos, varmistutaan jokaisen sidosryhmän tarpeiden keräämisestä. Virtausmalli toimi tässäkin hyvin apuna, mutta koska riippuvuudet olivat suhteellisen helposti havaittavissa, olisi sama lopputulos saavutettu varmasti muillakin menetelmillä.

Kirjallisuuden pohjalta odotus oli, että kaikkia vaatimuksia ei ole käytännössä mahdollista määrittää kerralla. Myös tässä tapauksessa vaatimuslistaa jouduttiin täydentämään vielä myöhemmissä vaiheissa. Erityisesti ensimmäisen karsinnan aikana nousi ohjausryhmän kanssa esiin laitteen toiminnallisuuteen liittyviä vaatimuksia, jotka olivat jääneet kirjauttamatta ylös ja siten puuttuivat alustavista suunnitelmista. Puutteet olivat kuitenkin helppoja korjata, sillä aikaa ei ollut vielä hukattu suunnitelmien viemiseen kovin pitkälle. Myöhemmin prototyypin ja suunnitelmien tarkennuksen aikana tuli ilmi paljon suunnitteluun liittyviä teknisiä vaatimuksia. Ne eivät olleet ristiriidassa aiempien vaatimusten kanssa, eikä niitä enää kirjattu vaatimuslistaan.

Kolmannen osuuden aikana kerättiin vaatimusten täyttämiseksi ideoita eri lähteistä. Tässäkin riippuvuudet eri vaiheiden välillä olivat melko selkeästi havaittavissa, joten virtausmalli ei tuonut paljoa lisäarvoa. Osuuden eteneminen oli melko suoraviivaista ja eri lähteitä voitaisiin käydä läpi myös esimerkiksi tarkastuslistan avulla. Selvitettävien lähteiden suunnitteleminen etukäteen pienentää kuitenkin riskiä kiintyä ensimmäisiin ideoihin, ja pakottaa suunnittelijan tutkimaan eri vaihtoehtoja laajemmin.

Neljäs osuus, jossa ideoita karsittiin ja kehiteltiin eteenpäin, oli virtausmallin kannalta ehkä ongelmallisempi. Ongelmanratkaisu tapahtuu käytännössä ratkaisuja vaiheittain parantaen, mikä on vaikeaa esittää virtausmallin avulla ilman toistuvia kehiä. Toisaalta ratkaisu tähän voisi olla jakamalla kehittäjä pienempiin osatehtäviin, mutta tällöin menetetään myös osa virtausmallin tuomista hyödyistä työn suunnitteluun ja ohjaukseen.

Tämän projektin kohdalla virtausmalliin suunnitellut kaksi muodollista ideointi ja karsintakerrosta toimivat kohtuullisen hyvin, ja niiden aikana saatiin tarkennettua laitteen toiminnalliset periaatteet riittävän hyvin, jotta prototyyppiä voitiin alkaa hahmotella. Käytännössä vaiheittainen parantelu jatkui kuitenkin niin prototyypin mallintamisen aikana, kuin myöhemmin dokumentoinnin aikana. Voidaankin todeta, ettei ideointia kannata pyrkiä etukäteen rajaamaan kokonaan tiettyyn vaiheeseen, sillä konseptin kehittäminen vaatii jatkuvaa arviointia ja parantelua. Virtausmalli toimi tässäkin osuudessa kuitenkin hyvänä ohjenuorana, ja tehtävien etukäteen suunnittelu piti tavoitteen selvänä.

Viimeisessä kahdessa vaiheessa jatkettiin teknisten ratkaisujen hiomista ja dokumentoitiin tehtyä työtä. Näissä virtausmalli toimi jälleen hyvänä mallina, joskin vaiheet etenivät melko helposti ennustettavasti. Mallin mukaan edetessä varmistuu silti jälleen kaikkien tarvittavien dokumenttien teko ja siten riittävä dokumentointi.

Jälkikäteen tarkasteltuna malliin saatiin kerättyä kattavasti tarpeelliset tuotokset, eikä siitä jäänyt uupumaan montaa tarpeellista tuotosta. Malliin olisi voinut lisätä esimerkiksi teknisen erittelyn ja riskinarvioinnin teon, jotka toteutettiin molempien dokumentointivaiheissa. Niillä ei ole kokonaisuuden kannalta suurta vaikutusta, mutta esittämällä ne mallissa eivät ne pääse unohtumaan ja niille voidaan varata resursseja oikeaan aikaan.

Myöskään ylimääräisiä tuotoksia ei juuri löytynyt. Käytännössä osa tuotoksista jäi kuitenkin melko pinnallisiksi. Erityisesti alkuvaiheen tuotoksiin ei käytetty paljoa aikaa, koska asiat oli yrityksessä jo osittain pohdittu ja idea oli todettu lähtökohdiltaan kannattavaksi. Myös laitteen budjetoitujen kokonaiskustannusten jyvittäminen osatoiminnoille osoittautui käytännössä hyvin vaikeaksi eikä sitä tehty missään vaiheessa, vaikka kustannuksia muuten seurattiinkin tarkasti. Ylimääräiset tuotokset eivät kuitenkaan ole virtausmallissa erityisen haitallisia, sillä ne voidaan tarvittaessa ohittaa tai suorittaa pinnallisesti, jos ne todetaan työn edetessä tarpeettomiksi.

8. TULOKSET

8.1 Virtausmallin käytettävyys

Kokonaisuuden sujuvuuden kannalta on oleellista, että työn kulkua ja kunkin vaiheen tuotoksia on suunniteltu etukäteen. Virtausmallin voidaan todeta tarjoavan tähän hyvän työkalun, sillä sen avulla on helppo hahmotella visuaalisesti vaiheiden riippuvuudet ja työn eteneminen. Mallin teko vaatii kuitenkin paljon asiantuntemusta ja sen tekemiseen olisi hyvä osallistua ainakin projektin koko ydinryhmä. Näin mallista saadaan mahdollisimman kattava ja kaikki osalliset saadaan sitoutumaan suunnitelmaan. Toisaalta työn suunnitteluun voi mennä paljonkin aikaa, joten asiantuntijoiden saaminen yhteen voi olla haastavaa. Toistuvien samankaltaisten projektien kohdalla ei suunnittelua kuitenkaan tarvitse aloittaa aina alusta, vaan vanhoja suunnitelmia voidaan käyttää pohjana.

Vastauksena virtausmallin käyttöä koskevaan tutkimuskysymykseen (*TK1*) voidaan sen käytön todeta edistävän projektin tehokasta läpivientiä. Mallintamalla etukäteen työhön kuuluvat tuotokset, vähennetään riskiä tehdä hätiköityjä päätöksiä ja siten tarvetta palata suunnittelussa taaksepäin. Tämän seurauksena työssä voidaan edetä tasaisesti eteenpäin, eikä erilaisia hukkia synny. Käytännössä vaikutukset näkyvät aikataulun lyhentymisenä sekä vaiheiden toistosta aiheutuvien kustannusten laskuna.

Virtausmallin toinen etu on suunnittelutyön dokumentointi. Kun työ suunnitellaan etukäteen riittävän pieninä tuotoksina, selkeytyy myös työn dokumentointi. Pienemmistä kokonaisuuksista on helpompaa raportoida ja tehtyjen päätösten ja taustaselvitysten tarkistaminen on jälkikäteen helpompaa. Toisaalta malli voi toimia myös muistilistana, jos siihen merkitään esimerkiksi dokumentointiin liittyviä kohtia. Hyvän dokumentoinnin pohjalta voidaan analysoida työtä jälkikäteen, minkä seurauksena kehitetään tuotekehityksen tietotaitoa. Toisaalta laadukkaalla dokumentoinnilla myös parannetaan mahdollisuuksia tiedon kierrättämiselle.

Mallin edut korostuvat kuitenkin paremmin osassa konseptoinnin vaiheista. Eniten hyödyt korostuivat projektin alkuvaiheessa. Lähtötietojen kerääminen ja konseptoinnin kohteena olevaa tuotetta koskevien lähtöoletusten tekeminen on projektin onnistumisen kannalta erittäin suuressa roolissa. Jotta päätökset saadaan tehtyä oikein, on ensin asiaan vaikuttavien seikkojen selvittäminen tärkeää. Virtausmallin käyttö on tällöin eduksi, koska mallin mukaan edetessä päätöksiä ei voida tehdä liian hätäisesti nopeallakaan aikataululla toimittaessa.

Toisaalta konseptin varsinaisen kehittelyn alkaessa mallin liian kirjaimellinen noudattaminen saattaa johtaa jopa työn vaikeuttamiseen. Virtausmallin avulla on haastavaa kuvata ongelmanratkaisun iteroituen etenevää luonnetta, joten ideointia ja karsintaa ei kannata suunnitella kovin yksityiskohtaisesti. Virtausmalli voi toimia karkeana suunnitelmana, mutta konseptin riittävän tarkkuuden saavuttamisen arvioinnissa täytyy käyttää tilannetajua.

Mikäli mallissa halutaan esittää tarkemmin ongelmanratkaisun eri vaiheita, olisi toimivampi tapa luultavasti esittää ne jonkin kokoavan tuotoksen sisäisinä alatöinä. Tällöin alatöiden välillä voisi luontevammin olla myös takaisinkytkentöjä. Haasteeksi kuitenkin edelleen jää se, ettei ratkaisujen iterointi rajoitu projektin tiettyihin vaiheisiin.

8.2 Lähtötietojen kerääminen ja niiden muuttuminen

Vastauksena konseptointiin tarvittavia lähtötietoja koskevaan tutkimuskysymykseen (TK2) voidaan tiedoista tämän työn puitteissa tunnistaa karkeasti kaksi kategoriaa. Näistä ensimmäinen liittyy asiakkaan saaman arvon ja tuotteen kannattavuuden määrittämiseen. Näiden tietojen perusteella arvioitu kannattavuus luo pohjan koko tuotteen kehittämiseksi, sillä arvoa tuottamattomia tuotteita ei kannata kehittää. Toinen lähtötietojen kategoria on tuotteen toiminnalliset vaatimukset, joita selvitetään liiketoimintamahdollisuuden tunnistamisen jälkeen. Ne antavat lähtökohdan suunnittelijoille ja määrittävät tarkemmin tuotteen ominaisuuksia. Tuotteen toiminnallisia vaatimuksia kerätään sekä asiakkailta, että yrityksen sisäältä.

Myös lähtötietojen keräystapoja koskevaan tutkimuskysymykseen (TK3) vastataan tämän jaottelun pohjalta. Kannattavuuteen liittyvien tietojen keräämisessä suuri merkitys on asiakkaan saaman arvon tunnistamisella. Tämän tiedon saamiseksi täytyy tuntee hyvin asiakkaan toiminta. Tässä työssä toteutetun projektin kohdalla oli taustaselvitystä aiheesta jo tehty, joten diplomityöntekijän osuus painottui kerätyn tiedon koostamiseen ja analysointiin. Voidaan kuitenkin todeta, että tietojen luotettava hankkiminen vaatii tiivistä keskustelua asiakkaiden kanssa. Lisäksi kannattavuuden arvioinnissa tarvitaan tietoa markkinoilla toimivista kilpailijoista sekä yrityksen omista strategisista tavoitteista.

Tuotteen toiminnallisten vaatimusten tunnistamiseen vaaditaan osallistumista laajasti eri sidosryhmiltä. Yrityksen sisäisten vaatimusten huomioimiseksi tehokkain keino on tehdä konseptointia yhteistyössä eri yrityksen osastojen tai toimintojen kanssa. Tällöin saadaan kunkin tahon vaatimukset ja toiveet huomioitua jo tuotekehityksen alkuvaiheessa. Tämän työn tapauksessa yhteyttä pidettiin esittelemällä konseptia eri alueiden asiantuntijoille ja keräämällä palautetta konseptista sen eri vaiheissa. Tällainen lähestymistapa

oli toimiva, joskin kiireisellä aikataululla tehokkaampaa olisi todennäköisesti järjestää ideointia varten työpajoja. Etuna yksittäisissä haastatteluissa on kuitenkin niiden helppo järjestäminen ja aiheisiin voidaan paneutua syvällisemmin, kuin suurella ryhmällä.

Onnistuneen tuotteen taustalla on kuitenkin aina onnistunut asiakkaiden vaatimusten selvittäminen ja ymmärtäminen. Asiakstarpeiden tunnistamisessa parhaiksi menetelmiksi todetaan haastattelut sekä käyttäjien tarkkailu. Lisäksi on huomattava eritellä toisistaan todelliset ja keinotekoisesti luodut vaatimukset. Lähestymällä uuden tuotteen kehitystä asiakaslähtöisesti, varmistetaan arvon tuottaminen sekä yritykselle että asiakkaalle.

Kannattavuuden arviointiin käytetyt tiedot eivät tehdyn projektin aikana muuttuneet, joten lähtötietojen muuttumista koskevaan tutkimuskysymykseen (TK4) voidaan vastata vain toiminnallisten vaatimusten osalta. Vaikka niiden keräämisessä huomioidaankin kaikki sidosryhmät, on täydellisten vaatimuslistojen koostaminen hyvin vaikeaa. Toteutetun projektin perusteella syitä ovat ainakin listojen koostajan omat puutteelliset käsitykset ja mielipiteet asioiden merkittävydestä. Toisaalta monet asiat nousevat esille vasta kehitystyön alettua, kun niiden huomataan puuttuvan. Näiden seurauksena listat elävät erityisesti ensimmäisten ideoiden arvioinnin yhteydessä. Lisäksi on luonnollista, että yksityiskohtaisempia vaatimuksia ilmenee työn edetessä, kun suunnitelmat tarkentuvat.

Lähtötietojen muutosten vaikutuksia koskevaan tutkimuskysymykseen (TK5) voidaan kannattavuutta koskevien tietojen osalta vastata virtausmallista nähtävien riippuvuuksien pohjalta. Koska niiden avulla perustellaan laitteen arvo yritykselle, voi niiden muutoksilla olla suuriakin vaikutuksia. Pahimmassa tapauksessa idea osoittautuu kannattamattomaksi ja kehitystyö osoittautuu turhaksi. Koska ne vaikuttavat kaikkiin muihin vaiheisiin, seuraa niiden muuttumisesta vähintäänkin tarve tarkastaa kaikkien myöhempien perustelujen pohja.

Toiminnallisten vaatimusten osalta kannattaa konseptoinnin alussa hyväksyä listojen puutteellisuus. Vaatimuslistoja joudutaan täydentämään ja korjaamaan konseptoinnin aikana, mikä lisää projektin kestoa. Toisaalta myös pyrkimykset liian tarkkaan vaatimusten koostamiseen eivät todennäköisesti onnistu ja ne aiheuttavat vastaavasti projektien venymistä. Vaikka kaikkia vaatimuksia ei onnistuta keräämään heti alussa, saadaan niiden muutosten vaikutukset minimoitua parantelemalla konseptia asteittain. Alkuvaiheessa suurtenkin muutosten teko on vielä helppoa, kun suunnittelutunteja ei ole käytetty yksityiskohtien tarkentamiseen. Juuri tästä kuitenkin seuraa haaste projektin suunnittelulle ja ohjaukselle, koska iteroituen etenevää prosessia on vaikeampi hallita.

9. POHDINTA

9.1 Työn rajoitteet

Tämän työn myötä on saatu kokemusta konseptoinnista virtausmallin avulla tapaustutkimuksen keinoin. Tulosten perusteella voidaan tehdä suositus virtausmallin käytöstä vastaavien projektien toteutukseen tulevaisuudessa. Yksittäisen tapauksen tutkiminen ei kuitenkaan vielä mahdollista yleistyksiä menetelmän soveltuvuudesta kaikkiin tuotekehitysprojekteihin. Toteutettu projekti oli luonteeltaan uuden tuotteen lisäys vanhaan tuotelinjaan. Toisentyyppisissä kehitysprojekteissa on lähestymistapa erilainen, eikä tässä esitetty virtausmalli välttämättä sovellu niiden läpivientiin. Niissä saattaa nousta esiin seikkoja, joita ei ole tässä työssä ole otettu huomioon. Vastaavasti myös eri liiketoimintaympäristöissä toimittaessa saattaa prosessi vaihdella merkittävästi.

Toinen tulosten yleistämistä rajoittava tekijä on diplomityön vahva osallistuminen konseptointiprojektin toteutukseen. Tästä syystä saatuihin tuloksiin heijastuvat hyvin paljolti myös diplomityöntekijän omat tavat ja tottumukset. Samasta syystä projektin hallinta oli yksinkertaista ja muutosten vaikutukset oli helppo huomioida. Ryhmänä toimittaessa näiden hallinta olisi haastavampaa ja mahdolliset ongelmat varmasti korostuisivat enemmän. Työn toteutustavan ansiosta prosessia on kuitenkin ollut mahdollista analysoida tarkasti ilman sosiaalisista tekijöistä aiheutuvia häiriöitä.

Työn keskeinen osa oli myös tutkia lähtötietojen todenmukaista keräämistä ja niiden pysyvyyttä. Vaikka vaatimuksia pyrittiin keräämään kattavasti ja tuotteesta saatiin niiden mukainen, on mahdotonta tietää, kuinka suuri osa vaatimuksista jäi edelleen tunnistamatta. Lopullinen arvio saadaan vasta, kun asiakkailta saadaan palautetta valmiin tuotteen käyttökokemuksista. Tämän työn puitteissa ei laitteen kehitystä voida seurata näin pitkälle, joten kerättyjen lähtötietojen kattavuuden arviointi jää osittain avoimeksi kysymykseksi.

9.2 Tulosten uutuusarvo

Teollisuudessa kehitettävien tuotteiden ja projektien laajuuden vaihtelevuuden takia on aikojen saatossa kehitetty lukuisia malleja kuvaamaan suunnittelutyötä. Kukin näistä malleista lähestyy tuotekehitystä eri näkökulmasta eikä mikään niistä pysty täydellisesti kuvaamaan kaikkia suunnittelun tasoja. Virtausmallin soveltamisesta konseptointiin ei kirjallisuudesta löydetty aiempia vastaavia käytännön toteutuksia, joten tämä tutkimus tarjoaa uudenlaisen tarkastelun vaihtoehtoisen lähestymistavan käytöstä.

Tulosten perusteella virtausmalli ei prosessin kuvauksen kattavuudessa poikkea muista menetelmistä, sillä senkään avulla ei voida luoda kaikenkattavaa työkalua. Virtausmallia ei kuitenkaan voi suoraan verrata kirjallisuuskatsauksessa esiteltyihin suunnittelutyötä kuvaaviin malleihin. Virtausmallin käyttö ei itsessään anna suunnittelutyön tueksi valmista ohjetta, vaan sen käyttäjän on itse tunnettava työn eteneminen ja lopputulokseen tarvittavat tuotokset. Virtausmallin hyödyntäminen enemmin tarjoaa suunnittelijoille työkalun suunnitella työtä ja kehittää toimintaa.

Mallintamalla projektiin kuuluvat tehtävät ja sen eri vaiheiden väliset riippuvuudet etukäteen mahdollisimman todenmukaisesti, on projektin kulku mahdollista hahmottaa tavalla, johon muut prosessikuvaukset eivät kykene. Kirjallisuudesta tai yrityksistä valmiiksi löytyvät tuotekehityksen ohjausmenetelmät toimivat kuitenkin virtausmallin mallintamisessa tärkeänä lähtökohtana. Luomalla vanhasta mallista virtausmalli, on siitä helpompi havaita mahdollisia kehityskohteita. Kun työ toteutetaan pienempinä tuotoksina, on työn tulosten perusteella myös dokumentoinnille paremmat edellytykset. Hyvän dokumentoinnin perusteella puolestaan on prosessia mahdollista kehittää edelleen.

Lähtötietoja koskevissa kysymyksissä tulokset eivät juuri poikenneet kirjallisuuden perusteella saadusta käsityksestä. Tämän työn tuloksissa jaettiin lähtötietoja kahteen tyyppiin, joita olivat kannattavuuden arviointiin vaikuttavat tiedot sekä tuotteen toiminnalliset vaatimukset. Ajatus ei ole uusi, ja kumpaankin liittyen löytyy kirjallisuudesta aineistoa. Eri tuotekehitysmalleja tarkasteltaessa kuitenkin huomataan, että kaikki mallit eivät sisällä kannattavuuden arviointia. Riippumatta valitusta menetelmästä, tulee konseptointia tehtäessä korostaa idean kannattavuuden arvioinnin merkitystä, jotta kannattamattomat tuotteet eivät syö suunnittelun resursseja.

9.3 Tulosten arvo kohdeyritykselle

Tämän työn myötä on syntynyt toimiva konsepti yrityksen tuoteperhettä täydentävästä uudesta tuotteesta, minkä ohella on yritykseen saatu kokemusta vaihtoehtoisesta tuotekehityksen ohjausmenetelmästä. Työn aikana on luotu kattava virtausmalli konseptointiprosessista, ja vaikutukset sen käytöstä osoittautuivat positiivisiksi. Sen käytöstä on vielä verrattain vähän kokemusta, joten virtausmallilla ei kuitenkaan kannata vielä täysin korvata nykyisin käytössä olevaa Stage-gate mallia.

Virtausmallin suunnittelun perustaksi tehtiin työssä katsaus tuotekehityksen teoriaan sekä konseptoinnin eri vaiheisiin sekä siihen liittyviin näkökulmiin. Kerätyn tiedon avulla voidaan yrityksessä tarkastella myös omaa ohjausmenetelmää ja tehdä siihen tarkennuksia. Lisäksi on virtausmallin mallintamiseksi analysoitu yrityksen

konseptointiprosessia ja se on jaettu aiempaa pienempiin tuotoksiin. Riippumatta jatkossa käytettävästä ohjausmenetelmästä, ovat työssä vaadittavat tuotokset samoja. Projektin aikana syntyneen tuotoslistan avulla on jatkossa helpompaa suunnitella ja valvoa vastaavien projektien etenemistä.

Lähtötietoihin liittyen on työssä saatu myös arvokasta tietoa. Vaikka yrityksessä on jo ennestään kiinnitetty huomiota asiakkaiden saaman arvon hahmottamiseen, selkiyttävät tulokset prosessia. Koska ongelmallisiksi on koettu aiemmin nimenomaan nopealla aikataululla kehitettävien tuotteiden kehitysprojektit, toivotaan lähtötietojen listaamisen helpottavan projektien käynnistämistä.

Työssä on esitetty myös joitain keinoja lähtötietojen keräämiseksi. Koska tulosten mukaan niitä on siitä huolimatta vaikeaa kerätä etukäteen, annetaan ohjeeksi kehittää konsepteja vaiheittain. Näin saadaan minimoitua niistä aiheutuvaa muutostyötä. Päätelmä ei ole uusi, ja sitä on noudatettu myös yrityksessä aiemmin. Asian korostamisella voidaan kuitenkin ottaa paremmin huomioon sen seuraukset projektien aikataulun suunnittelussa. Tuotteiden ongelmanratkaisukeskeisestä kehityksestä seuraa haasteita projektin aikatauluttamiseen.

10. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Työn ensimmäisenä tavoitteena oli tutkia virtausmallin käytön vaikutuksia konseptointiprojektissa. Kirjallisuudessa on käsitelty suunnittelutiedon virtaamista teorian tasolla, ja virtausmallin käytöstä löytyy esimerkkejä tuotannon optimoinnista. Vastaavia virtausmalliin ja tuotteen konseptoinnin toteutukseen liittyviä käytännön tutkimuksia ei kuitenkaan havaittu kirjallisuuskatsausta tehtäessä, joten käytännön tapaustutkimus tarjosi uudenlaista tietoa aiheesta.

Toteutetun tapaustutkimuksen perusteella saatiin onnistuneesti kerättyä kokemuksia virtausmallin tuomista eduista ja heikkouksista. Sen edut konkretisoituvat erityisesti työn suunnittelussa ja dokumentoinnissa. Muiden käsiteltyjen ohjausmenetelmien tapaan ei senkään avulla saada kuvattua kaikkia suunnittelun näkökulmia täydellisesti. Tulosten perusteella voidaan kuitenkin antaa suositus sen käytöstä vastaavissa projekteissa, sekä kannustaa sen soveltamiseen myös laajemmin muihin tuotekehityksen vaiheisiin. Koska paine toiminnan tehostamiselle tulee tulevaisuudessa kasvamaan entisestään, tarvitsevat yritykset työkaluja prosessiensa kehittämiseen. Virtausmallin yksi suurimpia hyötyjä pitkällä tähtäimellä on toiminnan syvempi ymmärtäminen, mikä on prosessien kehittämisen edellytys.

Toisena päämääränä työllä oli kartoittaa konseptointiin vaadittavia lähtötietoja sekä koostaa luotettavia keinoja niiden keräämiseksi. Kuvaus vaadittavista lähtötiedoista saatiin kerättyä kirjallisuuden ja yrityksen olemassa olevien dokumentaatioiden avulla. Lähtötietojen havainnollistamiseksi käytettiin virtausmallia, jolla saatiin havainnollistettua myös niiden vaikutuksia ja tarpeen ajankohdat. Toimivia keinoja tietojen keräämiseksi koostettiin pääasiassa kirjallisuudesta. Suunnitteluprojektin aikana eri keinoja ei systemaattisesti vertailtu, mutta käytetyt menetelmät todettiin toimiviksi.

Työn tuloksissa jaettiin lähtötiedot kahteen kategoriaan, jolla saadaan konkretisoitua niiden eri lähtökohtia ja seurauksia. Vaikka ajatus jaottelun takana ei ole uusi, huomattiin ettei kaikissa tuotekehitysprosesseissa korosteta selvästi kannattavuuden arvioinnin merkitystä. Koska se toimii kuitenkin yrityksen liiketoiminnan pohjana, on asiaan kiinnitettävä enemmän huomiota. Kannattavuuden kannalta on lisäksi tärkeää huomioida myös kustannuslähtöisyys jo tuotteen vaatimuksia asetettaessa.

Kolmas päämäärä oli seurata lähtötietojen muuttumista, sekä niiden muutosten vaikutuksia. Kannattavuutta koskeviin vaatimuksiin ei projektin aikana tullut muutoksia. Niiden

muutosten vaikutuksia onnistuttiin kuitenkin arvioimaan virtausmallin riippuvuuksia analysoimalla. Toiminnallisten vaatimusten puolestaan havaittiin kirjallisuudesta saadun ennakkokäsityksen mukaisesti muuttuvan useasti kehitysprojektin aikana, mistä seurasi ratkaisun kehittyminen vaiheittain.

Kannattavuuteen vaikuttavat lähtötiedot ovat koko tuotekehityksen perustana, joten niiden arviointiin kehoitetaan kiinnittämään huomiota. Niiden muuttumisen seuraukset voivat olla projekteille kohtalokkaita, ja niiden muutokset tulisi pystyä minimoimaan huolellisella selvityksellä. Toiminnallisten vaatimusten suhteen lähestymistavaksi sen sijaan suositellaan päinvastaista lähestymistapaa. Vaatimuslistojen puuteellisuus tulisi alussa hyväksyä ja niitä tulee päivittää projektin aikana keräämällä aktiivisesti palautetta eri sidosryhmiltä. Näin ratkaisun kehittäminen saadaan nopeasti liikkeelle ja sillä voidaan kompensoida muutosten tekoon menevää aikaa. Tällaisen ongelmanratkaisukeskeisen lähestymistavan käyttö kuitenkin tulee huomioida projektien aikataulun suunnitteluvaiheessa.

LÄHTEET

Andreasen, M. M., Duffy, A. H. B., MacCallum, K. J., Bowen, J. & Storm, T. (1996) The Design Co-ordination Framework: key elements for effective product development. Proceedings 1st International Engineering Design Debate, Glasgow, United Kingdom, Sept. 23–24, pp. 151–172.

Andreasen, M. M., Hansen, C.T. & Cash, P. (2015). Conceptual Design: Interpretations, Mindset and Models. Springer International Publishing, Cham, 394 p.

Annacchino M. (2007). The pursuit of new product development: the business development process. Butterworth-Heinemann, Amsterdam, 512 p.

Becker, I. (2016) A Flow Model for Contract Car Manufacturing Project. Tampere University of Technology, Publication 1397, 136 p.

Chin, K., Xu, D., Yang, J. & Lam, J. (2008). Group-based ER–AHP system for product project screening. Expert Systems with Applications, Vol 35, Iss.4, pp. 1909–1929.

Cooper, R. G. (1990). Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products. Business Horizons, Vol. 33 Iss. 3, pp. 44–54.

Cooper, R.G. (1994). Debunking the myths of new product development. Research - Technology Management, Vol. 37, Iss. 4, pp. 40–50.

Cooper R. G. (2014). What's Next? After Stage-Gate. Research - Technology Management, Vol 57. Iss. 1, pp. 20–31.

Cooper, R. & Slagmulder, R. (1999). Develop Profitable New Products with Target Costing. Sloan Management Review, Vol. 40, Iss. 4, pp. 23–33.

Doyle, C. (2016). A Dictionary of Marketing, 4th ed. Oxford University Press

Elematic Oyj verkkosivut, Saatavissa (viitattu 4.5.2020): <https://www.elematic.com/en/solutions-and-machinery/investing-in-new-production/floors/edge-floor-production-line/>

Ellman, A., Paronen, J., Juuti, T. S. & Tiainen, T. (2018). Re-use of engineering design rationale in finnish SME project based industry. Proceedings of Design 2018, the 15th International design conference, Dubrovnik, Croatia, May 21–24, pp. 1825–1832.

Frankenberger, E. (2007) Concurrent design and realization of aircraft production flow lines – Process challenges and successful design methods. Proceedings of ICED 2007, the 16th International Conference on Engineering Design, Paris, France, Jul. 28–31, pp. 243–244.

Fujimoto, T. (1999) The Evolution of a Manufacturing System at Toyota. Oxford University Press, New York, 391 p.

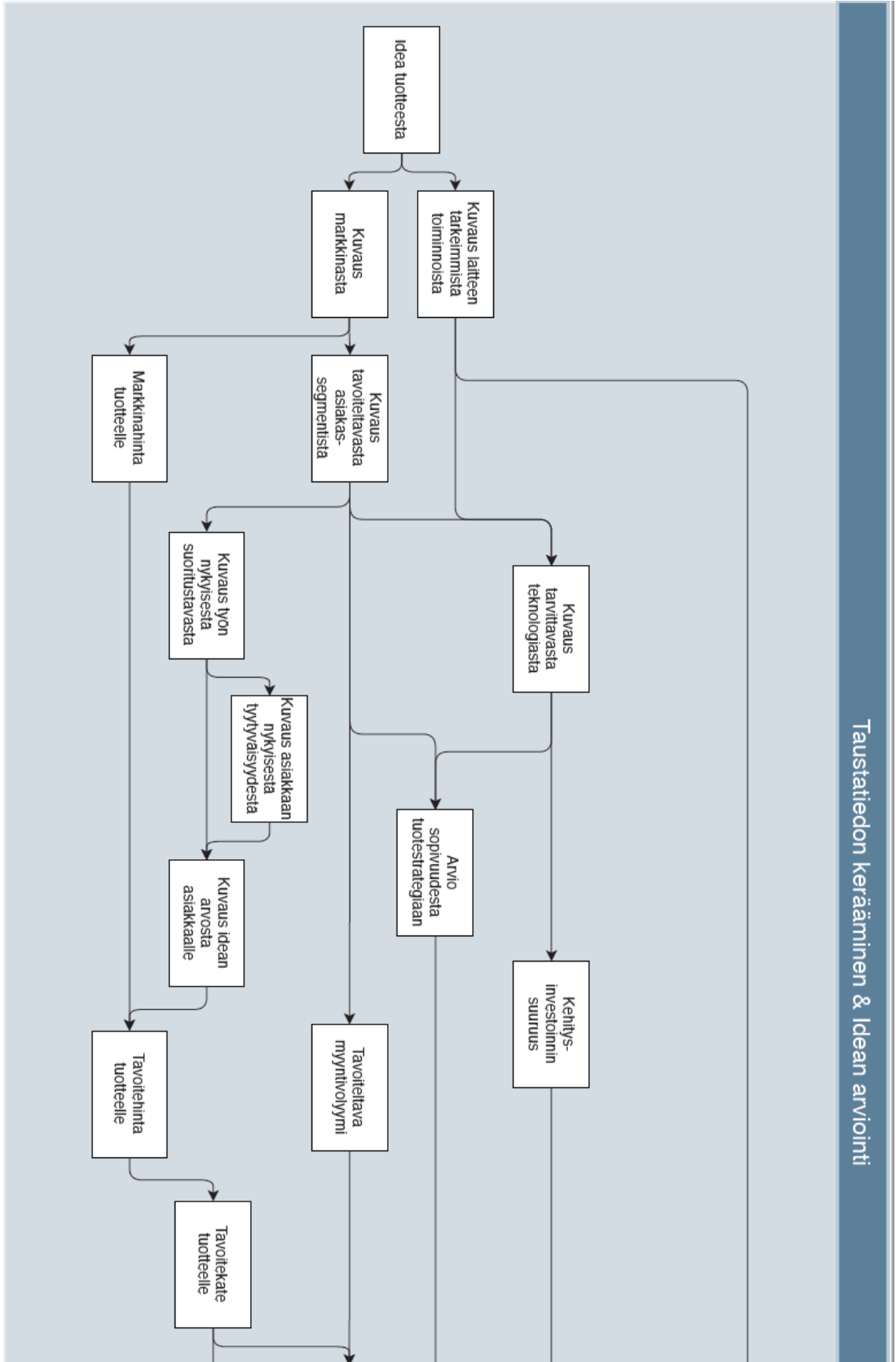
Halonen, N., Juuti, T. & Luostarinen, P. (2012). DSM made easy. Proceeding of Design 2012, the 12th International design conference, Dubrovnik, Croatia, May 21–24, pp. 1445–1454.

- Jiao, J. & Chen, C. (2006). Customer Requirement Management in Product Development: A Review of Research Issues. *Concurrent engineering: Research and Applications*, Vol. 14, Num. 3, Sage Publications, pp. 173–185.
- Jokinen, T. (1991). *Tuotekehitys*, 2. uud. p. Kyriiri Oy, Helsinki, 203 s.
- Jänsch, J. & Birkhofer, H. (2006) The development of the guideline vdi 2221 - The change of direction. *Proceedings Design 2006*, the 9th international design conference, Dubrovnik, Croatia, May 15–18, pp. 45–52.
- Keinonen, T. & Jääskö, V. (2004). *Tuotekonseptointi*. Teknoliigiteollisuus ry, Helsinki, 197 s.
- Koskela, L. (2000) An exploration towards a production theory and its application to construction. Technical research centre of Finland, VTT Publications 408, Espoo, 296 p.
- Lehtonen, T., Juuti, T., Oja, H., Suistoranta, S., Pulkkinen, A. & Riitahuhta, A. (2011) A framework for developing viable design methodologies for industry. *Proceedings of ICED 11*, the 18th International Conference on Engineering Design, Lyngby/Copenhagen, Denmark, Aug. 15–19. pp. 405–416.
- Lester, A. (2000). *Project planning and control*, 3rd ed. Butterworth-Heinemann, Oxford, 333 p.
- Luedeke, T. F., Köhler, C., Conrad, J., Grashiller, M., Ruf, T., Sailer, A. & Vielhaber, M. (2018) CPM/PDD as an integrated product and process model for a design-thinking based, agile product development process. *Proceedings of Design 2018*, the 15th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia, May 21–24, pp. 2063–2074.
- Mohanty, R. P., Agarwal, R., Choudhury, A. K. & Tiwari, M. K. (2005). A fuzzy ANP-based approach to R&D project selection: a case study. *International Journal of Production Research*, Vol 43, No. 24, pp. 5199–5216.
- Menetelmäpolkuja humanisteille, Tapaustutkimus. (2015). Jyväskylän yliopisto, verkkosivu, Saatavissa (viitattu 8.5.2020): <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/tapaustutkimus>
- Okudan, G. E. & Tauhid, S. (2008) Concept selection methods – a literature review from 1980 to 2008. *International Journal of Design Engineering*, Vol. 1, No. 3, pp. 243–277.
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. & Grote, K. H. (2007). *Engineering design: a systematic approach*, 3rd ed. Springer, London, 617 p.
- Pakkanen, J., Huhtala, P., Juuti, T. & Lehtonen, T. (2016). Achieving benefits with design reuse in manufacturing industry. *Procedia CIRP* Vol. 50, pp. 8–13.
- Roozenburg N. F. M. & Eekels J. (1995). *Product design: Fundamentals and methods*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, England, 408 p.
- Sirkka, J. (2015). *Tuotekehitysprojektien kannattavuuden arviointi*. Diplomityö, Tampereen teknillinen yliopisto.
- Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. (2012). *Product design and development*, 5th ed. McGraw-Hill Irwin, New York, NY, 415 p.

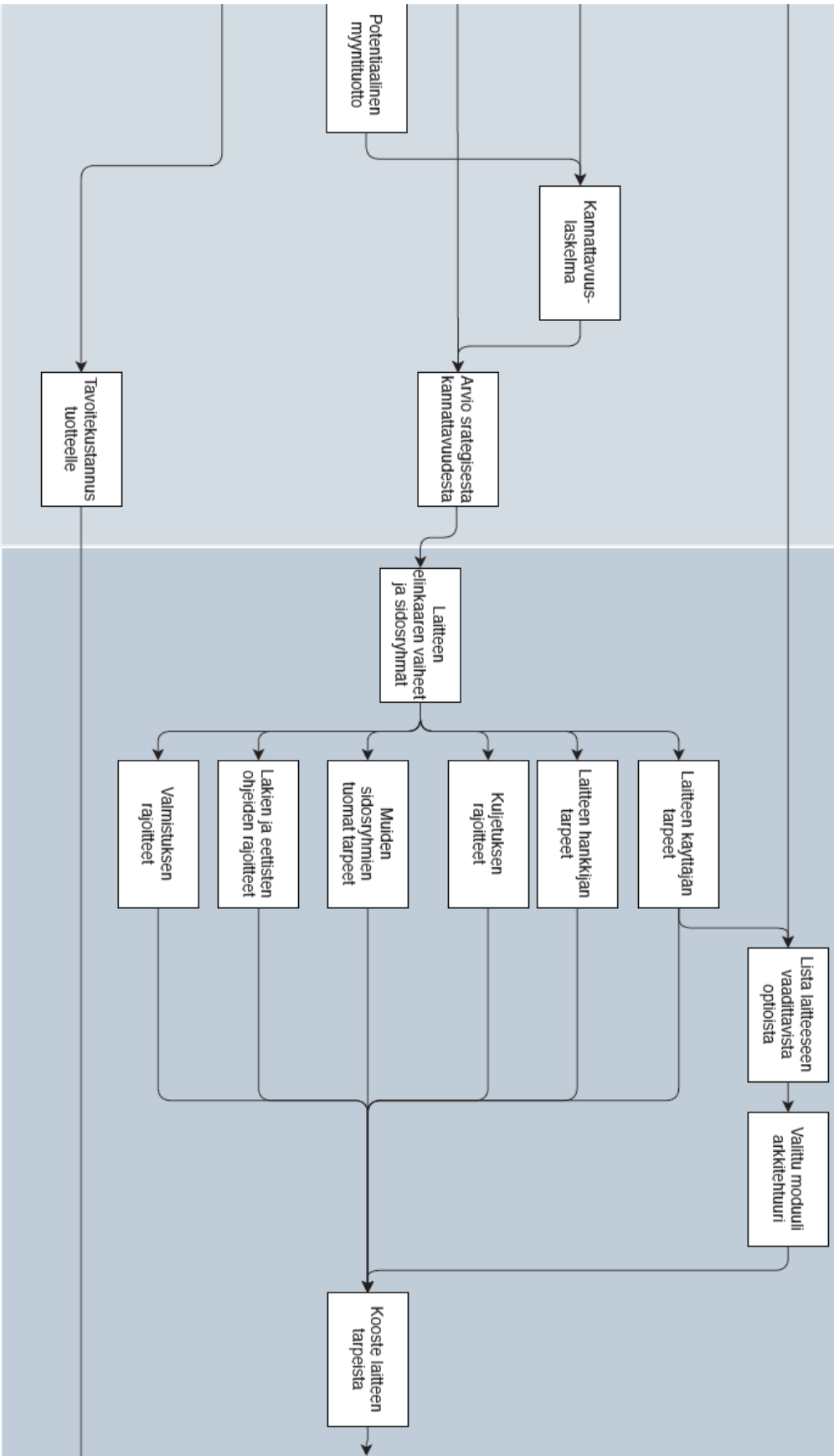
Weber, C. & Deubel, T. (2003) New theory-based concepts for PDM and PLM. Proceedings of ICED 03, the 14th international conference on engineering design, Stockholm, Aug. 19–21, pp. 429–430.

Yin, R. K. (2003) Case study research, Design and methods, 3rd ed. Sage publications, Thousand Oaks, California, 181 p.

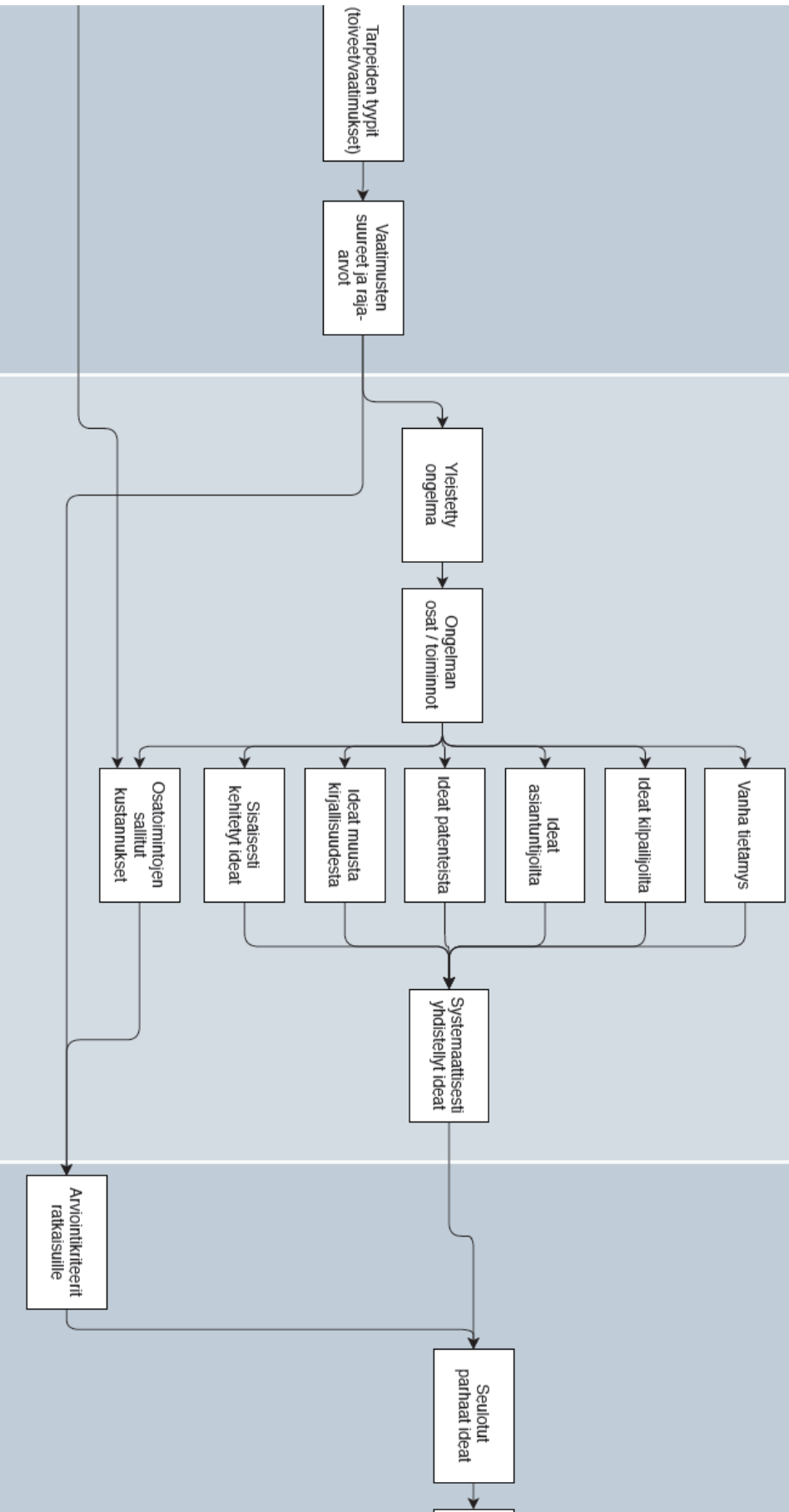
LIITE B: PROJEKTIN VIRTAUSMALLI



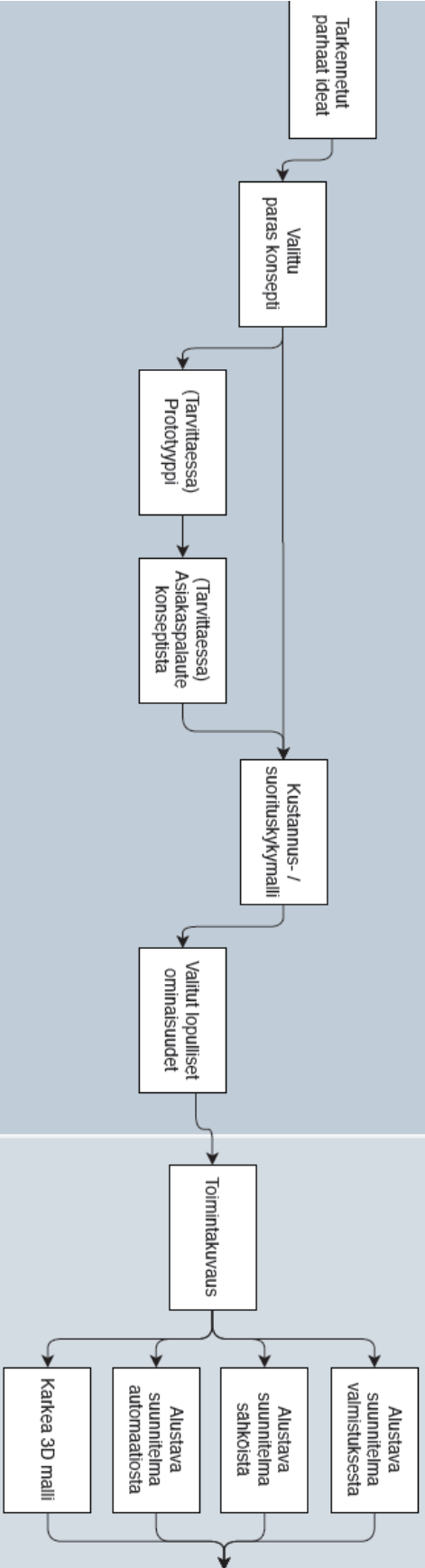
Vaatimusten kerääminen



Ratkaisujen ideointi



Ideoiden karsinta



Konseptin doku

