



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

MARKO JALONEN

Konseptien kehittäminen jälkimarkkinoille

TUOTANTOTALOUDEN JA -TEKNIIKAN
KOULUTUSOHJELMA

2021

Tekijä(t) Jalonen, Marko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä heinäkuu 2021
	Sivumäärä 50	Julkaisun kieli suomi
Julkaisun nimi Konseptien kehittäminen jälkimarkkinoille		
Tutkinto-ohjelma Tuotantotalous ja -tekniikka		
Tiivistelmä Kohdeyrityksen tavoitteena oli kasvattaa myyntiä jälkimarkkinoilla. Tähän tavoitteeseen he pyrkivät luomalla uusia tuotteita jälkimarkkinoille. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kohdeyritykselle konsepteja, joista yritys voi kehittää tuotteita. Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuotekehityksen, projektinhallinnan ja ongelmanratkaisun teoriaan perehtymällä luoda prosessi, jota noudattamalla voidaan vastata kohdeyrityksen tavoitteisiin. Opinnäytetyö oli tutkimusotteeltaan kvalitatiivinen ja lähestymistavaltaan konstruktii- vinen. Tutkimuksen tavoitteena oli luoda käytännöllinen ratkaisu esitettyyn ongel- maan. Opinnäytetyössä perehdyttiin ensin yleiseen tuotekehitysprosessin teoriaan ja tä- män jälkeen esitettiin empiirisen osuuden vaiheet samalla esittäen näitä tukevaa teo- riaa. Työn tuloksena kerättiin sisäisellä kyselyllä tuoteideoita ja asiakastarpeita, joista käsi- teltiin, arvioitiin ja jalostettiin tuoteideoita konseptisuunnittelua varten sekä havainnol- listettiin konseptisuunnittelun prosessi seuraten yhden konseptin kehitystä.		
konseptit, tuotekehitys, projektinhallinta, ongelmanratkaisu		

Author(s) Jalonen, Marko	Type of Publication Bachelor's thesis	Date July 2021
	Number of pages 50	Language of publication: Finnish
Concept Development for Aftermarket		
Degree programme Industrial Management and Technology		
Abstract The target company had an objective to increase aftermarket sales. To achieve this increase, they had decided to develop new products for the aftermarket. The aim of this thesis was to develop concepts that the company can use to develop products. The purpose of this thesis was to go through theory of product development, project management and problem solving to produce a process that may be used to answer the needs of the target company. This thesis was implemented with qualitative research and had a constructive approach. Thus, the research was trying to create a practical answer to the proposed problem. In this thesis general theory of product development processes was discussed and after that the steps taken in the empirical research were presented accompanied with supporting theory. As the results for this thesis product ideas and customer needs were gathered with an internal enquiry which were processed, rated, and refined for use in concept development which is presented using a single concept as an example.		
concepts, product development, project management, problem solving		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Toimeksiantajan esittely	5
1.2	Työn tavoitteet ja rajaukset.....	6
1.3	Tutkimusmenetelmä.....	7
2	JÄSENNELTY TUOTEKEHITYSPROSESSI	9
2.1	Tuotekehitysprosessien kuvaaminen	9
2.2	Tuotekehityksen alkuosuus.....	19
3	TOTEUTUS	22
3.1	Määrittely.....	23
3.2	Kysely	31
3.3	Tuoteideoiden käsittely	33
3.4	Konseptisuunnittelu	37
4	TULOKSET	48
5	JATKOTOIMENPITEET JA YHTEENVETO	49
	LÄHTEET	
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Ensimmäinen asia, joka tulisi tiedostaa tuotekehityksestä on se, että sen toteuttamiseen on lukematon määrä vaihtoehtoja. Vielä mielenkiintoisempaa on se, että näistä tavoista moni on toimiva tapa toteuttaa tuotekehitystä. Tuotekehityksessä ei ole yleismaailmallista prosessia, jota voisi soveltaa kaikissa tilanteissa saavuttaakseen toivotunlaisen ja siirrettävissä olevan mallin. Tämä antaa tuotekehitystä tekevälle syvyyttä työhönsä. Suunnittelijalla on siis kaksi tehtävää:

- Itsestään selvä tehtävä luoda malli, joka on toivotunlainen ja siirrettävissä, eli sovellettavissa muihinkin kohteisiin.
- Vähemmän itsestään selvä tehtävä valita tuotekehitystoimia, jotka toimivat parhaiten toimittajalle, tuotteelle ja asiakkaalle.

Esimerkiksi tuotteen materiaalin ja muodon lisäksi suunnittelija valitsee toiminnot, joilla saavutetaan tehokkaasti paras materiaali ja paras muoto. Nämä kaksi tehtävää, toteutus ja sen suunnittelu tiivistetysti määrittävät mitä tuotetta kehittävän suunnittelijan työ on. (Mattson & Sorensen 2020, 13.)

1.1 Toimeksiantajan esittely

BMH Technology Oy on suomalainen cleantech-yritys (BMH Technology Oy:n [www-sivut](#) 2021). Cleantechillä eli puhtaalla teknologialla tarkoitetaan ratkaisuja, jotka edesauttavat kestävästä luonnonvarojen käyttöä ja vähentää ympäristön saastumista. Luontoystävällisyyden lisäksi cleantech-ratkaisut parantavat teollisuuden ja palveluiden materiaalien, energian ja muiden resurssien käytön tehokkuutta. (Työ- ja elinkeinoministeriön [www-sivut](#) 2021.)

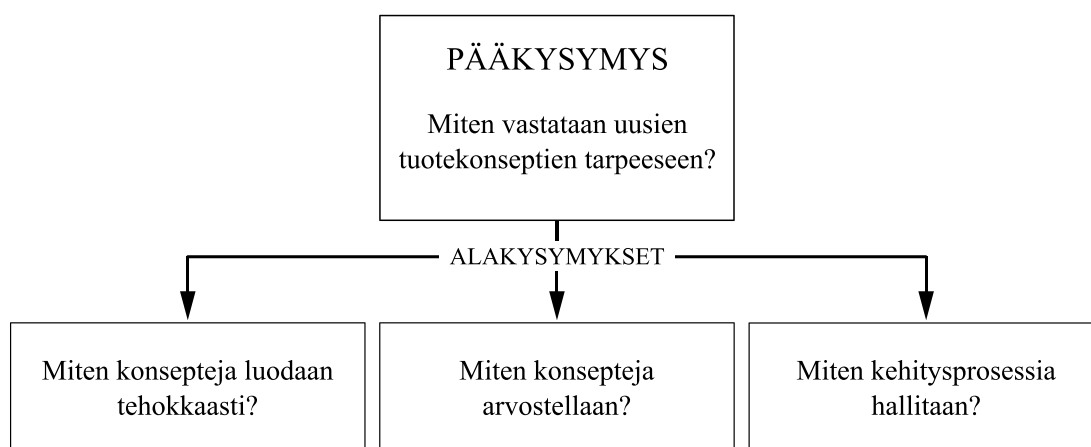
BMH Technology Oy toimittaa ja suunnittelee materiaalinkäsittelylinjastoja ja teollisen mittakaavan jätteen jalostusratkaisuja. Jätteenkäsittelyn lisäksi yritys tarjoaa myös ratkaisuja kiinteän biopolttoaineen ja -massan käsittelyyn voimalaitoksilla. (BMH Technology Oy:n [www-sivut](#) 2021.)

1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Kohdeyrityksen tavoitteena on lisätä liikevaihtoa jälkimarkkinoilla. Tähän tavoitteeseen he pyrkivät luomalla jälkimarkkinoille kohdennettuja uusia tuotteita. Jälkimarkkinoilla tarkoitetaan tässä yhteydessä toissijaisia markkinoita, jotka kattavat jo myytyjen tuotteiden tai projektien vara- ja päivitysosia sekä muut sitoutuvat palvelut (Carlton & Waldman 2009, 54). Tuotteen määritelmä on rajattu tässä yhteydessä hallittuun myytävään kokonaisuuteen, jonka ominaisuudet ja käyttötarkoitus on määritelty. Tällainen laite tai palvelu ei ole projektityyppinen vaan yksittäinen ja itsenäinen tuote, joka vastaa haluttuihin asiakkaan tarpeisiin. (KAMK:n www-sivut 2021.)

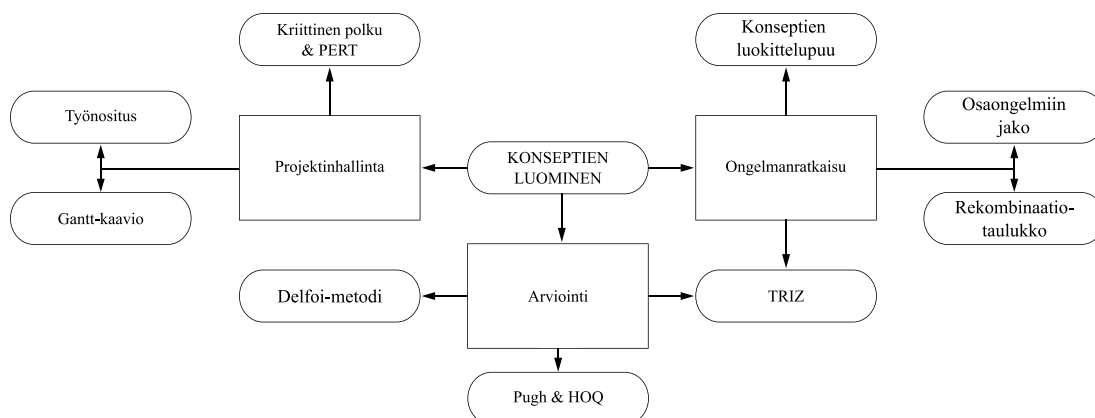
Opinnäytetyön tavoitteena on luoda kohdeyritykselle konsepteja, joista yritys voi kehittää tuotteita. Opinnäytetyön tarkoituksena on tuotekehityksen, projektinhallinnan ja ongelmanratkaisun teoriaan perehtymällä luoda prosessi, jota noudattamalla voidaan vastata kohdeyrityksen tavoitteisiin. Tätä prosessia soveltamalla luodaan listaus tuotteista ja suoritetaan yhden idean kehittäminen konseptiin asti.

Opinnäytetyö käsittelee teemanaan tuotekehitystä, mutta usein tuotekehitysprosessi itsessään kattaa vaiheet ideoinnista ja mahdollisuuksien tunnistamisesta aina prototyyppien testaamiseen sekä tuotannon suunnitteluun. Tässä opinnäytetyössä käsitellään vain prosessin alun vaiheet konseptisuunnitteluun päättäen. Opinnäytetyön tulosten ollessa konsepteja voidaan tunnistaa kuviossa 1 esitetyt tutkimuskysymykset.



Kuvio 1. Opinnäytetyön pääkysymys ja alakysymykset

Kriittisiä vaiheita tuotekonseptien tuottamisessa on ideointi- ja ongelmanratkaisuvaiheet sekä niiden arvostelu. Näiden ja muiden vaiheiden toteutumiseksi tehokkaasti ja aikataulussa tarvitaan usein tukevaksi prosessiksi projektinhallintaa. Näitä tuotekehityksen teemoja käsitellään opinnäytetyössä. Työn teoreettisen osuuden tarkoitus on luoda katsaus tuotekehitysprosessien teoriaan sekä valikoima erilaisia toteutuksessa hyödynnettäviä metodeja. Teemoja ja niihin valittuja metodeja esitellään kuviossa 2.



Kuvio 2. Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys

1.3 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyö on tutkimusotteeltaan kvalitatiivinen, tieteenfilosofialtaan tekninen ja hyödyntää myös kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Lähestymistavaltaan tutkimus on konstruktiiivinen. Konstruktiiivisessa lähestymistavassa tarkoituksena ongelmanratkaisulla luoda ratkaisu eli konstruktio.

Kaikkea ongelmanratkaisua ei voi sanoa konstruktiiiviseksi. Kuvio 3 esittää, miten iso osa konstruktiiivista lähestymistapaa on sitoa käsiteltävä ongelma ja sen ratkaisu kerättyyn teoriaan. Ratkaisun uutuus sekä käytännön sovellutus tulee myös havainnollistaa. Konstruktiiivista lähestymistapaa voidaan määrittää jakamalla tutkimusprosessi vaiheisiin, näitä vaiheita olisivat esimerkiksi: Merkitsevän aiheen löytäminen, jolla on myös tutkimuspotentiaalia. Yleisen ymmärryksen hankkiminen aiheesta. Ratkaisun kehittäminen, eli innovaatio. Ratkaisun toimivuuden osoittaminen. Ratkaisun teoreettisten yhteyksien osoittaminen, sekä tulosten merkittävyys. Sekä ratkaisun hyödyntämismahdollisuuksien laajuuden selvittäminen. (Kasanen, Lukka & Siitonen 1993.)



Kuvio 3. Konstruktiivisen tutkimuksen elementit (Kasanen, Lukka & Siitonen)

2 JÄSENNELTY TUOTEKEHITYSPROSESSI

Tuotekehitysprosessin monitahoisuudesta ja tarvittavien metodien määrästä johtuen, lähestymistapojen hallitseminen olisi suunnittelijalle liki mahdotonta ilman jäsenneltyä suunnitelmaa. Täten suunnittelijan tulee oppia suunnitteluprosessista ja yksittäisten metodien hyödyntämisestä, sekä jäsenneltyjen lähestymistapojen toiminnasta ja periaatteista. Lähestymistavat auttavat tunnistamaan mitä periaatteellisesti tulisi tehdä, mutta niitä tulee soveltaa tapauskohtaisesti. (Pahl, Beitz, Blessing, Feldhusen, Grote & Wallace 2007, 125–126.)

Vaiheiden toistaminen on iteratiivinen prosessi, jolla lähestytään ratkaisua askel askeleelta, kunnes tulos vaikuttaa riittävältä. Jäsennellyllä lähestymistavalla pyritään pitämään toistettavien kierrosten vaihemäärä pienenä, jotta suunnittelu pysyy tehokkaana. Olisi suureksi haitaksi, jos esimerkiksi suunnittelutiimi joutuisi aina aloittamaan tuotekehitysprosessin täysin alusta edellisen päättyessä. Tällöin toistettava kierros kattaisi koko tuotekehitysprosessin. (Pahl, Beitz, Blessing, Feldhusen, Grote & Wallace 2007, 126.)

Jäsennellyt metodit ovat arvokkaita kolmesta syystä: Ensiksi ne tekevät päätöksenteon prosessista selkeän, mahdollistaen päätösten perustelujen ymmärtämisen jokaiselle tiimiläiselle ja estäen etenemisen päätöksillä, joista ei olla samaa mieltä. Toiseksi toimimalla tarkastuslistana kehitystoiminnan vaiheille, ne estävät tärkeiden ongelmien unohtamisen. Kolmanneksi jäsennellyt metodit dokumentoivat prosessin jo itsessään: toteuttamalla metodia tiimiläiset kirjaavat päätöksenteon prosessin myöhempää käyttöä varten. (Ulrich & Eppinger 2016, 7.)

2.1 Tuotekehitysprosessien kuvaaminen

Kirjassaan Le Masson, Weil & Hatchuel (2017, 20–21) tiivistää seuraavasti: Pahl & Beitzin mukaan suunnittelun prosessi on lineaarinen ja jaettavissa vaiheisiin. Jäsennelty suunnittelu jakautuu neljään päävaiheeseen:

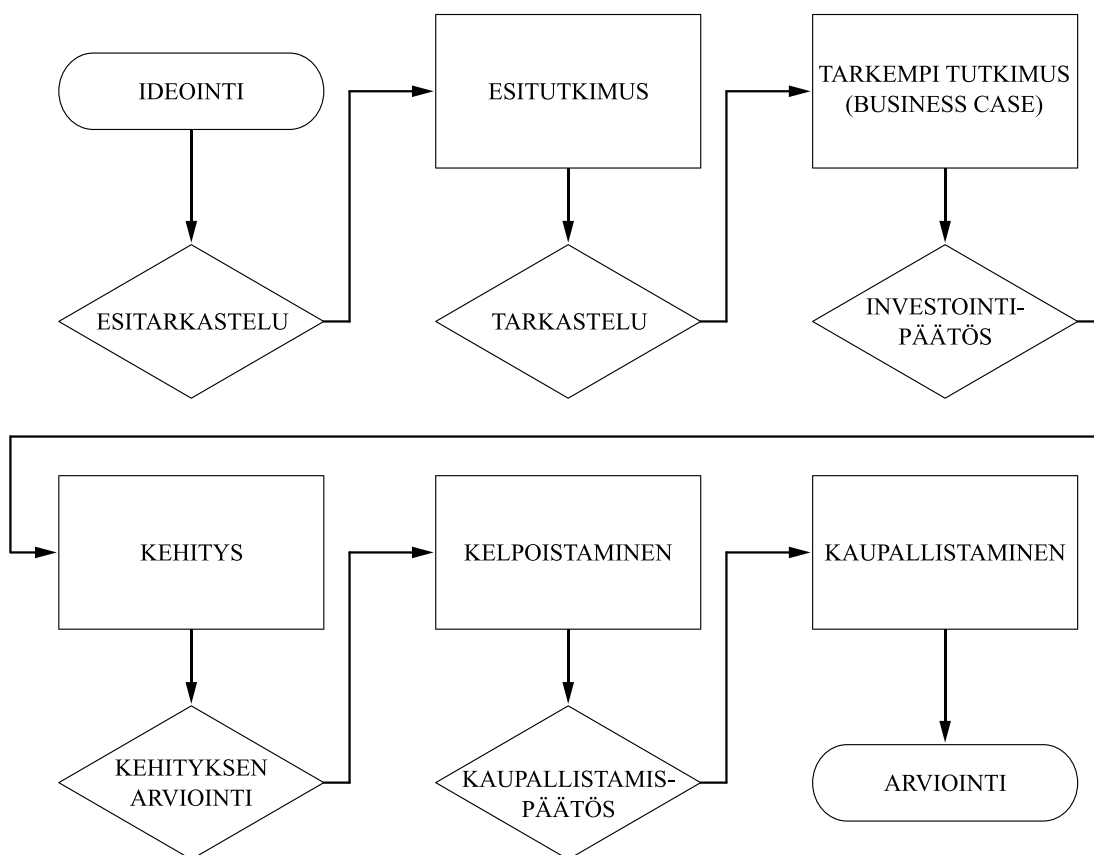
- Toiminnallinen suunnittelu, johon sisältyy suunnittelutehtävän selkeyttäminen ja tulevan tuotteen toiminnallisten määritteiden asettaminen. Objektia kuvataan ainoastaan toiminnoin. Tämän vaiheen aikana voidaan kehittää monia toiminnallisia määritteitä. Vaiheessa tullaan käsittelemään monia mahdollisia määrittelytaulukkoja, mutta vaiheen lopussa vain yksi valitaan.
- Konseptisuunnittelu, joka tapahtuu edellisen vaiheen määrittelytaulukon pohjalta. Tämä vaihe sisältää toiminnalliseen rakenteen muodostamisen (sisäiset riippuvuudet, toiminnot ja alatoiminnot sekä mahdollinen moduulien luominen) ja toimintojen toteuttamiseen tarvittavien konseptimallien luomisen. Objektin suunnitteluun käytetään vain teknisiä ratkaisuja. Tässä vaiheessa ei enää käytetä toimintoja tai komponentteja objektin kuvaamiseen. Vaihe tuottaa useita konseptivaihtoehtoja, joista lopuksi valitaan yksi.
- Morfologinen suunnittelu, jossa edellisen vaiheen teknisestä määrittelystä muodostetaan kokoonpano. Vaiheessa puhutaan vain komponenteista ja niiden kokonaisuuksista; teknisistä vaihtoehtoista ei keskustella eikä myöskään komponenttien mitoista. Tässä vaiheessa käsitellään arkkitehtuuria ja käytettävään termistöön kuuluu esimerkiksi komponentit, moduulit, osat ja kokoonpanovaiheet. Vaihe tuottaa useita organisoituja kokoonpanoja, joista valitaan taas yksi.
- Detaljisuunnittelu, jonka lopputuloksena kokoonpano saa lopulliset mittansa. Vaihe määrittää osien koot, toimintatavat, materiaalit, toimittajat ja jne. Käsiteltävät aiheet ovat mitoitus ja tuotetiedot.

Jäsennelty suunnittelu esittää useita oleellisia elementtejä. Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että jäsennelty suunnittelu tuo yhteen yhdistelyn ja erottelun logiikan. Ristiriitaisesti jäsennelty suunnittelu yrittää hidastaa suunnittelua välttämällä kokonaisia, ole-massa olevia ratkaisuja siksi, että tämän tavoitteena on tukea teknistä luovuutta ja estää sokeutta vaihtoehtoisille ratkaisuille. Jäsennelty suunnittelu on riippuvainen erityisesti konseptisuunnittelun avainvaiheesta, jossa objektin suunnittelussa käytetään abstraktia teknistä kieltä toimintojen ja komponenttien erottamiseksi, täten varmistaen rikkaamman ja monimuotoisemman suhteen näiden kahden välille. (Le Masson, Weil & Hatchuel 2017, 21–23.)

Eräs malli prosessin käsittelyyn on Stage-gate-malli. Stage-gate-malli käsittelee prosessia painottaen vähemmän tuotteen ratkaisujen kehitysvaiheeseen ja keskittyy enemmän taloudelliseen ja yleiseen hallinnalliseen puoleen. Cooper (2018, 160) kuvailee mallia seuraavasti: State-gate on konseptuaalinen ja operationaalinen kartta uusien tuoteprojektien kuljettamiseksi ideasta markkinoille ja siitä eteenpäin. Ohje uuden tuotteen kehitysprosessille tehokkuuden parantamiseksi.

Yritykset voivat antaa tuotekehitysprosessilleen oman nimen ja ne voivat paperilla vaikuttaa yritykselle uniikilta prosessilta. Kuitenkin suurimmasta osasta erilaisia prosesseja löytyy yhtäläisyyksiä Stage-gate-lähestymistavan kanssa. Stage-gate-mallia voisi hyvin verrata fyysisen tuotteen tuotantoprosessiin. Prosessin lopputuotteen laadun parantamiseksi täytyy keskittyä tietenkin itse prosessiin poistamalla poikkeamia. Prosessi jaetaan useaan vaiheeseen tai työpisteeseen. Jokaisen vaiheen ”stage” tai työpisteen välillä on laadunvalvontapiste tai portti ”gate”. Portille saapuvat asiat ovat määritetty ja niiden on läpäistävä määrätty laatuvaatimukset, ennen seuraavaan vaiheeseen siirtymistä. Työ tapahtuu vaiheissa ja portit varmistavat työn laadun vaiheiden välillä. (Cooper 1990, 45–46.)

Stage-gate-mallin innovaatioprosessin hallinta tapahtuu samankaltaisilla metodeilla. Malli jakaa innovaatioprosessin ennalta määrättyyn sarjaan vaiheita, jotka itsessään koostuvat kuvatuista, toisiinsa liittyvistä ja usein rinnakkaisista toiminnoista. Yleensä Stage-gate-malli koostuu neljästä seitsemään vaiheesta ja portista, käyttökohteesta riippuen. Tyypillisen Stage-gate-prosessin esittely kuviossa 4. Jokainen vaihe on yleensä edellistä kalliimpi, mutta samanaikaisesti tiedon määrä ja laatu paranee, täten vähentäen riskiä. (Cooper 1990, 46.)



Kuvio 4. Yleisluontoinen Stage-gate-malli (Cooper 1990, 46)

Kuvion 4 malli on hyvin yleisluontoinen, mutta toimiva runko tai pohja räätälöidylle mallille. Samantyyllisiä malleja on käytetty monella eri alalla niin kemian ja tuotannon alalla kuin rahoitusallakin. Seuraavassa kuvaus yleisluontoisen mallin vaiheista:

- Ideointi: Uuden tuotteen prosessi alkaa ideointivaiheella, jonka synnyttämä tuoteidea syötetään ensimmäiselle portille; esitarkastelu.
- Portti 1: Esitarkastelussa päätetään ensimmäisen kerran projektille varattavista resursseista. Tämä päättää projektin aloittamisesta. Jos projekti saa aloitusluvan, se siirtyy esitutkimusvaiheeseen. Ensimmäinen portti on kevyt arvostelu, joka altistaa projektin kriteereille, jotka projektin joko täytyy täyttää tai tulisi täyttää. Nämä kriteerit käsittelevät strategista linjausta, projektin soveltuvuutta, mahdollisuuden laajuutta, mahdollista erottuvuuden etua, sopivuutta yrityksen päätoimenkuvaan ja resursseihin sekä houkuttelevuutta markkinoilla. Taloudellisia kriteerejä ei käsitellä esitarkastelun aikana. Keskustelun keskittämiseksi ja projektien arvostelun avuksi esitarkastelussa voidaan käyttää ehdottomille kriteereille tarkistuslistaa ja ehdollisille painotettua päätöksentekomatriisia.

- Vaihe 1: Ensimmäinen ja pienillä resursseilla toteutuva vaihe suorittaa esitutkimuksen selvittääkseen projektin tekniset ja markkinalliset arvot. Alustava markkina-analyysi on ensimmäinen puoli vaihetta ja sisältää erilaisia suhteellisen vähän resursseja vaativia toimintoja, kuten kirjallisuus haun, avain käyttäjien kontaktit, kohderyhmät ja jopa joissain tapauksissa nopea konseptin testaus mahdollisilla käyttäjillä. Tarkoituksena on määrittää markkinoiden koko, potentiaali sekä hyväksyminen markkinoilla. Samanaikaisesti suoritetaan alustava tekninen analyysi, joka sisältää nopean ja alustavan yrityksen sisäisen ehdotetun tuotteen arvioinnin. Tarkoituksena on tarkastella kehittämisen ja valmistuksen soveltuvuutta sekä mahdollisia kuluja ja toteutukseen menevää aikaa. Ensimmäinen vaihe vastaa nopeasti ja vähillä resursseilla markkinoiden ja teknisen tiedon keräämiseen, jotta projekti voidaan arvioida uudelleen seuraavalla portilla.
- Portti 2: Tämä portti käytännössä toistaa ensimmäisen portin toiminnot. Projekti arvioidaan uudelleen, mutta tällä kertaa hyödyntäen ensimmäisen vaiheen aikana kerättyä tietoa. Tällä portilla projekti altistetaan uudelleen ensimmäisen portin kriteereille. Tämän lisäksi harkitaan uusien ehdollisten kriteerien lisäämistä. Nämä myyntiä ja asiakkaiden reagoimista käsittelevät kriteerit perustuvat ensimmäisessä vaiheessa kerättyyn tietoon. Tuottoa käsitellään yksinkertaisesti ja nopeasti esimerkiksi laskemalla takaisinmaksuaika.
- Vaihe 2: Tämä on viimeinen vaihe ennen kehitysvaihetta. Vaiheen tulee varmistaa projektin houkuttelevuus ennen suurempaa resurssien varaamista. Vaiheessa määritetään markkinatutkimuksella asiakastarpeet ja toiveet. Muita toteutettavia toimintoja ovat selvitys markkinoiden kilpailusta sekä konseptien testaus, jolla määritetään kuinka hyvin asiakkaat ottavat vastaan uuden tuotteen. Toisessa vaiheessa yksityiskohtaisen teknisen arvioinnin tulee keskittyä projektin toteutettavuuteen. Asiakkaiden tarpeet ja toiveet tulee muuttaa teknisesti ja taloudellisesti realistisiksi ratkaisuuksi. Tähän voi sisältyä vähäistä esisuunnittelua, mutta siitä ei saisi muodostua kokonaista kehitysohjelmaa. Vaiheeseen voi sisältyä myös operationaalinen arviointi, jossa perehdytään mahdollisiin ongelmiin valmistuksessa, valmistuksen kustannuksissa ja investoinneissa. Viimeisenä toimintona tehdään taloudellinen analyysi syötteeksi portille kolme. Tämä sisältää yleensä diskontatun kassavirta- ja herkkyysohjelman.

- Portti 3: Portti ennen kehitysvaihetta, viimeinen mahdollisuus lopettaa projekti ennen suuria kustannuksia. Projekti altistetaan jälleen samoille kriteereille, kuin portissa 2. Tämän jälkeen arvioinnin kvalitatiivinen osuus, jossa varmistetaan, että vaiheen 2 toiminnot toteutettiin, toteutuksen laatu oli hyvä ja tulokset olivat positiivisia. Päätös suurten kustannusten ottamisesta korostaa vaiheen 2 taloudellisen analyysin tulosten tarkkaa hyödyntämistä. Portin 3 toinen osuus koskee projektin määrittelyä. Portin aikana tulee päästä yhteisymmärrykseen monesta avainasiasta ennen kehitysvaiheeseen siirtymistä. Näihin asioihin kuuluu kohdemarkkinoiden määrittely, tuotekonseptin määrittely, erottuvuuden määrittely, etuuksien määrittely sekä pakollisista ja toivotuista tuotetominaisuuksista sopiminen. Jatkotoimenpiteiden, kuten kehittämisen, markkinoinnin ja alustavien operationaalisten toimien suunnitelmat käsitellään ja hyväksytään tässä portissa.
- Vaihe 3: Kolmannessa vaiheessa tapahtuu tuotteen kehitys, sekä tuotteen, markkinoinnin ja operationaalisten toimintojen yksityiskohtainen testaaminen. Päivitetty taloudellinen analyysi valmistellaan ja tekijänoikeus-, patentti- sekä lakiasioihin liittyvä ongelmat ratkaistaan.
- Portti 4: Kehityksen jälkeinen arvostelu on valmistus etenemisestä sekä tuotteen ja projektin houkuttelevuudesta. Kehitystyö tarkistetaan ja varmistetaan lopputuloksen laadukkuus. Tämä portti palaa taloudellisuuteen suorittamalla uudella ja tarkemmalla tiedolla parannellun taloudellisen analyysin. Testaamis- ja hyväksymissuunnitelmat seuraavaan vaiheeseen hyväksytään välitöntä toimeenpanoa varten ja yksityiskohtaiset markkinoinnilliset ja operationaaliset suunnitelmat käydään lävitse tulevaa varten.
- Vaihe 4: Kelpoistamisvaihe testaa koko projektin toteuttamiskelpoisuutta: projektia itsessään, tuotannon prosessia, asiakkaiden vastaanottoa, projektin taloudellisuutta jne. Monia toimintoja suoritetaan neljännen vaiheen aikana: Sisäiset tuotteen testaukset laadun ja toimintojen tehokkuuden testaamiseksi. Käyttäjät tai kenttäkokeiden suorittaminen toimintojen testaamiseksi oikeissa olosuhteissa sekä mahdollisten asiakkaiden reaktioiden keräämiseksi. Koe-erän valmistus tuotannon ongelmien ratkaisemiseksi sekä tarkemman tuotannon kustannus- sekä läpimenoaika-arvion luomiseksi. Markkinoiden testaaminen ja koemyynti asiakkaiden reaktioiden arvioimiseksi, julkaisusuunnitelman tehokkuuden arvioimiseksi sekä markkinaosuuden ja liikevaihdon määrittämiseksi.

Sekä vaiheessa kerätyillä tiedoilla tarkennetun taloudellisen analyysin suorittaminen.

- Portti 5: Viimeinen portti ennen täyttä kaupallistamista ja viimeinen mahdollisuus lopettaa projekti. Tämä portti keskittyy kelpoistamisvaiheen toimintojen ja tulosten laatuun. Jatkamispäätöksen tukena toimii vahvasti taloudelliset ennusteet. Lopulta operationaaliset ja markkinointi suunnitelmat käydään lävitse ja hyväksytään seuraavan vaiheen käyttöön.
- Vaihe 5: Viimeisessä vaiheessa toimeenpannaan julkaisu ja operationaaliset suunnitelmat.
- Prosessi loppuu jossain vaiheessa kaupallistamisen jälkeen, kun tuotteen projekti pitää lopettaa. Tiimi hajotetaan ja tuotteesta tulee yritykselle vakiotuote. Tässä kohtaa myös projekti ja sen suoriutuminen arvioidaan. Liikevaihdon, kulojen, tuoton ja ajoituksen viimeisimpiä tietoja verrataan ennusteisiin suoriutumisen arvioimiseksi. Lopulta laaditaan kriittinen arvio projektin heikkouksista ja vahvuuksista ja kuinka seuraava projekti voidaan toteuttaa paremmin. Tähän arvioon päättyy projektin elinkaari. (Cooper 1990, 51–53.)

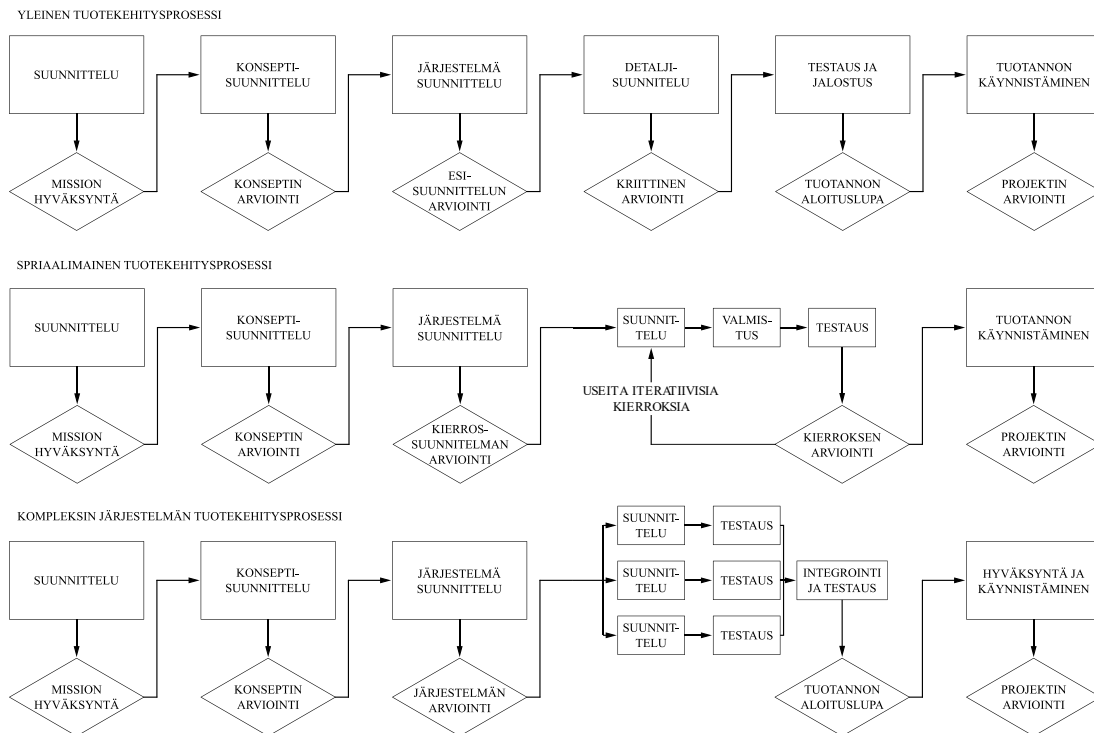
Kaikki projektit eivät käy läpi jokaista mallin vaihetta riippuen projektin tyypistä. Projekteilla on ainakin kolme kategoriaa aina pienistä asiakkaan tarpeisiin vastaavista myyntiprojekteista suurien kustannusten projekteihin asti. Erityyppisille projekteille määritetään oma polkunsä mallissa. Polku määritetään ensimmäisen portin esitarkastelussa. Tutut ja pienemmän riskin projektit käsitellään vähemmän tunnollisesti, kuin mukavuusalueen ulkopuolelle astuvat korkean riskin omaavat projektit. (Cooper 1990, 53.)

Stage-gate-prosessi on selkeä ja suhteellisen yksinkertainen. Prosessi kertoo helposti ja ymmärrettävästi mitä tarvitaan jokaisessa vaiheessa ja portissa. Kartalla, jonka prosessi tarjoaa, on helppo johtaa projektia ja prosessi selkeyttää projektin johdon tavoitteita ja tehtäviä. Malli myös integroi prosessiin arviointi vaiheita projektien parempaan vertailuun ja resurssien tehokkaampaan keskittämiseen. Toimintojen moniajo on osa Stage-gate-malleja, varmistaen projektien aikataulussa pysymisen. Tämän lisäksi malli kohdistaa toimintoja ja huomiota usein taustalle jääville alueille kuten esikehitys ja markkinoihin liittyvät toiminnot. Laatuun keskittyminen on myös osa Stage-gate-

mallia; kokonainen prosessi laadukkaasti toteutettuna. Tuotekehitys tulee aina olemaan korkean riskin toimintaa. Stage-gate malli vain sisällyttää menestyksen ainekset itse prosessiin suunnitellusti, tuurin sijaan. Tuloksena on nopeammat päätökset, enemmän keskittymistä, vähemmän epäonnistumisia ja nopeampi kehitys. (Cooper 1990. 53–54.)

Toinen malli tuotekehitysprosessin käsittelyyn on Ulrich & Eppingerin luoma malli. Kirjassaan Ulrich & Eppinger (2016, 13) kuvaa tuotekehitysprosessia seuraavasti: Yksi tapa ajatella kehitysprosessia on alun laajan tuotekonseptikokoelman luominen, jonka jälkeen vähennetään vaihtoehtojen määrää samalla tuotteen määritteitä lisäten, kunnes tuotetta voidaan luotettavasti ja toistettavasti valmistaa. Toinen tapa on ajatella kehitysprosessia informaation käsittelyprosessina. Prosessi alkaa syötteillä kuten yrityksen tavoitteet, strategiset tavoitteet, saatavilla olevat teknologiat, tuote alustat ja tuotanto järjestelmät. Kun kaikki tarvittava informaatio tuotannon ja myynnin tukemiseksi on luotu sekä viestitty, prosessi voi päättyä. Ja kolmas tapa ajatella kehitysprosessia on riskienhallintajärjestelmänä. Tuotekehityksen alkuvaiheissa useita riskejä tunnistetaan ja asetetaan tärkeysjärjestykseen. Prosessin edetessä riskien määrä vähennee, kun tärkeimmät epävarmuudet poistuvat ja tuotteen toiminnot vahvistetaan. Prosessin valmistuttua, tuotteen oikeanlaisesta toiminnasta ja hyvästä vastaanotosta markkinoilla on varmuus.

Ulrich & Eppinger (2016, 22–23) jakaa myös prosessinsa kuvauksen vaiheisiin ja portteihin: Tuotekehitysprosessi seuraa yleisesti ottaen jäsenneltyä toimintojen ja tiedon virtaa. Tämä mahdollistaa prosessin esittämisen prosessin vuokaaviona, kuten kuviossa 5. Yleinen tuotekehitysprosessin vuokaavio esittää markkinoiden vetoon tai teknologian työntövoimaan perustuvien tuotteiden, tuotelustoille kuuluvien, prosessikeskeisten, kustomoitujen ja korkean riskin tuotteiden kehittämisen prosessin. Jokaista tuotekehityksen vaihetta seuraa tarkistus tai portti vaiheen valmistumisen varmistamiseksi ja projektin jatkamisen määrittämiseksi. Nopeasti valmistettavat tuotteet mahdollistavat spiraalimaisen tuotekehitysprosessin, jossa tuotteen suunnittelu, prototyyppien valmistus ja testaaminen toistetaan useasti. Kompleksien järjestelmien prosessin virtauskaavio esittää moniin osajärjestelmiin ja komponentteihin kohdistuvan työn jaon rinnakkaisiin työvaiheisiin.



Kuvio 5. Erityyppisten tuotekehitysprosessien vuokaaviot (Ulrich & Eppinger 2016, 22)

Yleinen tuotekehitysprosessi koostuu kuudesta vaiheesta. Prosessi alkaa suunnittelu-vaiheella, joka mahdollistaa kehittyneen tutkimuksen ja teknologioiden kehityksen. Suunnitteluvaiheen lopputuloksena on projektin missio, joka toimii konseptisuunnittelun syötteenä sekä ohjaa kehitystä. Tuotekehitysprosessin lopputuloksena on tuotteen tuominen markkinoille. Yleisen tuotekehityksen kuusi vaihetta tarkemmin:

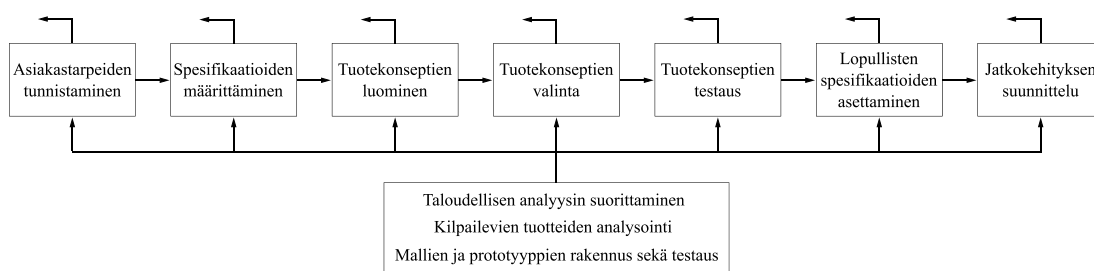
- **Vaihe 0. Suunnittelu:** Suunnitteluvaihetta merkataan usein vaiheena nolla, koska se edeltää projektin hyväksyntää ja kehitystyön aloittamista. Vaihe alkaa yrityksen strategian pohjalta tehdyllä mahdollisuuksien tunnistamisella ja sisältää arvioinnit teknologian kehityksestä sekä markkinatavoitteista. Vaiheen lopputuloksena on projektin missio, joka määrittää tuotteen kohdemarkkinat, taloudelliset tavoitteet, tärkeimmät oletukset ja rajoitteet.
- **Vaihe 1. Konseptisuunnittelu:** Konseptisuunnitteluvaiheessa kohde markkinoiden tarpeet tunnistetaan, vaihtoehtoisia tuotekonsepteja kehitetään ja arvioidaan sekä yksi tai useampi konsepti valitaan jatkokehitykseen ja testaamiseen. Konsepti on kuvaus tuotteen muodosta, ominaisuuksista ja toiminnoista, sekä yleensä sisältää myös sarjan määrittämiä, analyysin kilpailevista tuotteista ja perustelu projektin taloudellisesta kannattavuudesta.

- Vaihe 2. Järjestelmäsuunnittelu: Järjestelmäsuunnitteluun kuuluu määritelmät tuotteen arkkitehtuurista, tuotteen jakaminen alajärjestelmiin ja komponentteihin, avainkomponenttien alustava suunnittelu sekä detaljisuunnittelun vastuiden jakaminen ulkoisille ja sisäisille resursseille. Tämän vaiheen aikana yleensä määritellään myös alustavat suunnitelmat tuotannolle sekä loppukokoonpanolle. Vaiheen lopputuloksena on yleensä tuotteen geometrinen sijoittelu, jokaisen tuotteen alajärjestelmän toimintojen määrittely sekä alustava prosessikaavio loppukokoonpanosta.
- Vaihe 3. Detaljisuunnittelu: Detaljisuunnitteluvaihe sisältää täydellisen määrittelyn tuotteen uniikkien osien geometriasta, materiaaleista ja toleransseista sekä listaus toimittajilta tilattavista vakiokomponenteista. Vaiheessa luodaan prosessisuunnitelma ja tarvittavat tuotantoprosessiin valmistettavat työkalut suunnitellaan. Lopputuloksena vaiheesta on hallintadokumentaatio eli jokaisen osan piirustukset ja tuotannon työkalut sekä valmistuksen ja kokoonpanon prosessien suunnitelmat. Materiaalien valinta, tuotannon kustannukset ja vankka toiminta ovat koko tuotekehitysprosessin aikana käsiteltäviä ongelmia, mutta niiden ratkaisut viimeistellään detaljisuunnitteluvaiheessa.
- Vaihe 4. Testaus ja jalostus: Testaamis- ja jalostusvaiheessa rakennetaan ja testataan useita esituotannollisia versioita tuotteesta. Aikaiset prototyypit rakennetaan usein osista, jotka muistuttavat mitoiltaan ja ominaisuuksiltaan tuotettavia osia, mutta niitä ei ole valmistettu lopullisen tuotannon prosesseilla. Aikaisia prototyyppisiä testataan suunniteltujen ominaisuuksien toteutumisen ja asiakastarpeiden täyttymisen osalta. Myöhemmät prototyypit rakennetaan osista, jotka ovat tarkoituksenmukaisen prosessin valmistamia, mutta kokoonpano ei välttämättä ole tapahtunut lopullisen suunnitelman mukaisesti. Myöhemmät prototyypit arvioidaan sisäisesti kattavasti ja niitä testataan asiakkailla kenttäolosuhteissa. Tavoitteena myöhemmillä prototyypeillä on vastata kysymyksiin tehokkuudesta ja luotettavuudesta, jotta saadaan selville tarvittavat muutokset lopullista tuotetta varten.
- Vaihe 5. Tuotannon käynnistys: Tuotannon käynnistyksessä tuotetta aletaan valmistaa suunnitellulla tavalla. Vaiheen tarkoituksena on kouluttaa työntekijöitä ja hioa viimeiset virheet pois tuotantoprosessista. Vaiheessa syntyvät tuotteet toimitetaan joskus valituille asiakkaille ja niiden mahdolliset virheet tutkitaan tarkasti. Tuotannon käynnistämisestä siirtyminen jatkuvaa tuotantoon on

usein vaiheittainen. Jossain vaiheessa tätä siirtymää tuote viedään markkinoille ja aloitetaan laajempi jakelu. Markkinoille viemisen jälkeen voidaan suorittaa projektin arviointi. Tässä arvioinnissa käsitellään projektia taloudellisesta sekä teknisestä näkökulmasta ja sen tarkoituksena on löytää tapoja, jolla projektien tuotekehitystä voidaan parantaa jatkossa.

2.2 Tuotekehityksen alkuosuus

Koordinaation tarve tuotekehitysprosessissa korostuu ehkä eniten konseptien kehitysvaiheessa. Tästä johtuen konseptien kehitykseen on luotu monia yhteen tuovia metodeja. Tuotekehityksen konseptien kehitysvaihe voidaan avata laajemmaksi kokonaisuudeksi; tuotekehityksen alkuosuudeksi. Tuotekehityksen alkuosuus sisältää yleisesti paljon keskenään linkittyneitä toimintoja, suurin piirteisesti kuvion 6 esittämässä järjestyksessä. Tämän prosessin sisältö on luonteeltaan iteratiivinen ja harvoin etenee järjestyksessä vaihe vaiheelta. Myös vaiheiden suorituksen päällekkäisyyttä esiintyy usein. Lähestulkoon jokaisessa prosessin vaiheessa voi ilmetä uutta informaatiota, joka aiheuttaa aikaisempaan vaiheeseen palaamisen ennen eteenpäin jatkamista, tätä ilmaistaan kuviossa 6 vaiheiden yläpuolisilla, kääntyvillä nuolilla. (Ulrich & Eppinger 2016, 16.)



Kuvio 6. Tuotekehityksen alkuosuus (Ulrich & Eppinger 2016, 16)

Yksi iso osa tuotekehityksen alkuosuutta on konseptien luominen. Tuotteen menestys markkinoilla määräytyy usein lähtökohtana olleen konseptin laadusta. Onnistuneen tuotteen luominen onnistuu joskus heikollakin tuotekehitysprosessilla, kunhan tuotekonsepti on onnistunut. Huonosta konseptista ei yleensä saa muodostettua onnistunutta tuotetta kovalla työlläkään. Onneksi konseptien luonti onnistuu suhteellisen halvalla ja voidaan tehdä nopeasti verrattuna muihin tuotekehitysprosessin vaiheisiin. Täten ei

ole syytä olla panostamatta konseptisuunnitteluun ja sen toteutustapaan. (Ulrich & Eppinger 2016, 118.)

Kirjassaan Hietikko (2005, 101) toteaa luonnostelun tärkeydestä ”Vaikka sana ’luonnos’ viittaakin johonkin sellaiseen, joka ei ole vielä valmis tai käyttökelpoinen sellaisenaan, ei se tarkoita sitä, että luonnos saisi olla huonolaatuinen tai huolimattomasti tehty. Luonnoksen tulee olla käytettävissä olevaan tietoon perustuva täydellinen ja laadukas malli ideasta. Luonnos-sanasta tulee myös usein mieleen vapaalla kädellä tehty piirrosmalli. Usein aivan ensimmäinen luonnos onkin sellainen. Vanhemmat henkilöt muistavatkin tarinan ’klubiaskin kanteen’ tehdystä talon piirustuksesta. Tietokoneen avulla luonnoksesta voidaan kuitenkin tehdä tarkka ja myöhempiä kehityssaskelia hyödyttävä malli, jonka tarkkuus ja laatu on virheetön.”

Pahl & Beitz ym. (2007, 159) mukaan konseptisuunnittelussa abstrahoinnilla, toimintorakenteita luomalla sekä toimintaperiaatteita etsimällä ja yhdistelemällä saavutetaan ratkaisun suunta. Periaatteellinen ratkaisu määritetään konseptisuunnittelulla. Konseptisuunnittelun aloitusta edeltää päätös. Päätöksen tarkoitus on varmistaa konseptisuunnittelua edeltäneen vaiheen pätevyys seuraavin kysymyksin:

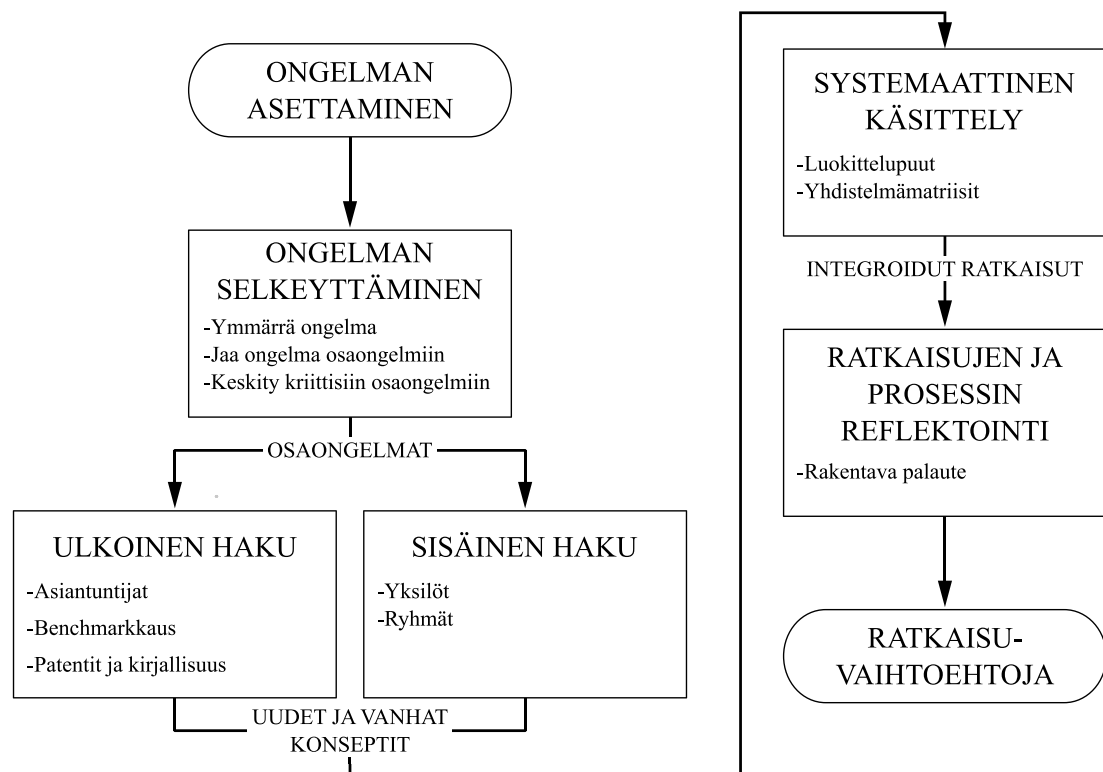
- Onko kehityskohde tarpeeksi selkeä mahdollistamaan ratkaisun kehittämisen mallin muodossa?
- Onko konseptisuunnittelu tarpeen vai sallivatko jo olemassa olevat ratkaisut siirtymisen kehitysprosessissa eteenpäin?
- Jos konseptisuunnittelu on tarpeen, miten ja kuinka kattavasti sitä tulisi suorittaa jäsennellysti?

Konseptien luomisessa tavoitteena on tutkia asiakkaiden tarpeisiin vastaavia tuotekonsepteja. Konseptien luominen sisältää ulkoista hakua, luovaa ongelmanratkaisua ja sillä luotujen tulosten läpikäyntiä. Näiden tuloksena yleensä saadaan 10–20 konseptin kokoelma, jokainen yleensä hahmotelman sekä lyhyen kuvauksen esittämänä. (Ulrich & Eppinger 2016, 17.)

Jäsennellyt lähestymistapa konseptisuunnittelussa vähentää yleisten virheiden esiintymistä. Tämänlaisia virheitä ovat esimerkiksi: Markkinoilla tarjolla olevien muiden

tuotteiden konseptien tarkka arviointi. Tehoton osaratkaisujen sisällyttäminen. Sekä kokonaisten ratkaisukategorioiden huomioimatta jättäminen. Yksi jäsenelty lähestymistapa on viisivaiheinen konseptien luontimetodi, esitetty kuviossa 7. (Ulrich & Eppinger 2016, 119.)

Ulrich & Eppingerin viisivaiheinen konseptien luontimetodi jakaa monimutkaisen ongelman pieniin yksinkertaisempiin osaongelmiin. Suuren ongelman ratkaiseminen ei onnistu yleensä tehokkaallakaan luovuuden hyödyntämisellä. Sopiviin osiin jaettua ongelmaa ruvetaan ratkaisemaan samanaikaisesti sisäisellä ja ulkoisella haulla. Ulkoinen haku tarkastelee kaikkea saatavilla olevaa tietoa ja yrittää löytää hyödynnettäviä konsepteja, kuten esimerkiksi patentteja tai kilpailevia tuotteita. Sisäinen haku taas yrittää löytää hyödynnettävät konseptit käyttämällä luovan työn menetelmiä. Sisäisen ja ulkoisen haun jälkeen syntyneet konseptit kerätään yhteen ja niitä tarkastellaan koko ongelman ratkaisevan yhdistelmän löytämiseksi. (Hietikko 2005, 102–103.)

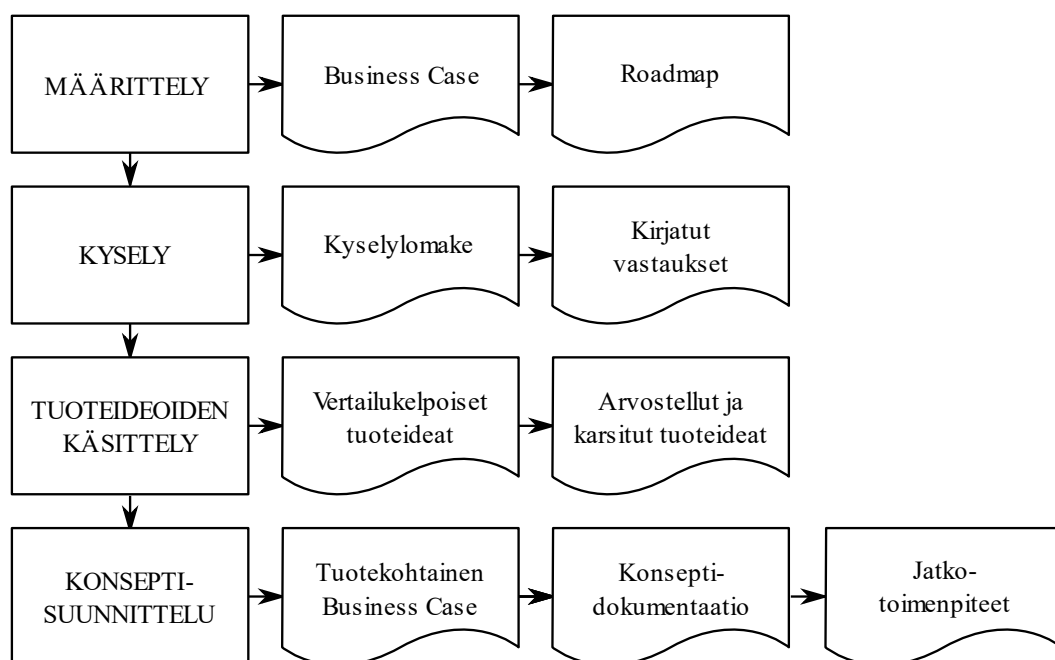


Kuvio 7. Viisivaiheinen konseptien luontimetodi (Ulrich & Eppinger 2016, 120)

3 TOTEUTUS

Opinnäytetyön teoria alkoi osuudella tuotekehitysprosesseista. Seuraava, eli toteutuksesta kertova osuus sisältää ensin opinnäytetyön empiirisen osuuden päävaiheiden kuvauksen, niiden tavoitteet. Tämän osuuden alla olevat kohdat kertovat tarkemmin vaiheeseen liittyvästä teoriasta ja tämän jälkeen esittävät vaiheessa tehdyt ratkaisut ja valinnat sekä tehdyn työn.

Empiirisen osuuden päävaiheiden ja niiden tavoitteiden kuvaaminen onnistuu helpoiten vuokaaviolla, jossa tavoitteet on helpoin esittää vaiheesta syntyvillä dokumenteilla. Vaiheiden tarkemmat kuvaukset ja aikataulutus esitetään myöhemmin vaihekohtaisesti omissa osioissaan. Kuviossa 8 empiirisen osuuden prosessin vuokaavio.



Kuvio 8. Toteutuksen päävaiheet ja dokumentit

Projekti alkaa määrittelyvaiheella, jossa kirjataan projektin perustiedot: tavoitteet, alustava aikataulu ja tarvittavat työtunnit. Tämän jälkeen projektista luodaan Business Case -dokumentti ja suoritetaan projektin vaiheiden aikataulutus sekä mahdollinen työnjako. Määrittelyssä päätettiin tiedonkeruun tapahtuvan sisäisesti ja kyselyllä, joten määrittelyä seuraa kyselyvaihe. Kyselyvaiheessa suunnitellaan ja toteutetaan sisäinen kysely, jonka vastaukset kirjataan tietokantaan. Kerättyä tutkimustietoa tulee käsitellä,

jotta sitä voidaan hyödyntää. Tuotetietojen käsittelyvaiheessa kerättyä tietoa formatoidaan siten, että siitä saadaan vertailtavia tuoteideoita, tämä vaihe sisältää myös mahdolliset jatkokysymykset. Kun tuoteideat ovat sopivassa formaatissa tarkempine tietoineen, voidaan suorittaa näiden ideoiden karsinta ja arviointi. Kun tuoteideat on saatu asetettua paremmuusjärjestykseen, voidaan aloittaa valittujen ideoiden kehittäminen konsepteiksi. Tämä vaihe tuottaa vastauksen opinnäytetyössä esitettyyn tarpeeseen. Vaiheen jälkeen valituista tuoteideoista on luotu esimerkiksi markkina-analyysia, suunnitelmia ja ratkaisuja sekä ehdotukset mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

3.1 Määrittely

Kirjassaan Lewis (2007, 56) toteaa: Keston ja kustannuksien määrittäminen on merkittävä ongelma projektien suunnittelussa. Johtava syy projektien epäonnistumiseen on virheellinen arviointi. Kustannustavoitteisiin pääsemättömyys aiheuttaa myös paljon stressiä ja vastuunpakoilua projektin johdossa. Suunnittelu vastaa kysymyksiin: ”Mitä tulee tehdä?”, ”Kauanko siinä kestää?” ja ”Paljonko se tulee maksamaan?”. On elintärkeää suunnitella mitä tulee tehdä. Projektit usein epäonnistuvat, kun tärkeä osa työstä vain unohtuu.

Kaikki projektit ja budjetit ovat jossain määrin arvioita siitä mitä tulee tapahtumaan. Arvio sisältää aina jonkun tasoista epävarmuutta. Arvio ei takaa mitään, se voi olla väärässä. Arvioiden luomiseen on kehitetty useita tekniikoita esimerkiksi:

- Subjektiivinen arviointi, joka perustuu kokemukseen ja intuitioon.
- Synteettinen arviointi, joka perustuu kerättyihin mitattaviin elementteihin.
- Komparatiivinen arviointi, joka perustuu aikaisempien projektien suunnitelmalliseen arviontiin.
- Parametrinen arviointi, joka perustuu projektin avainominaisuuksiin ja kaavoihin.

Minkään tekniikan käyttäminen ei poista epävarmuutta kokonaan. Projektin aikana nousseiden ongelmien ratkaisu aiheuttaa yleensä lisää työtä ja resurssien käyttöä. Tähän voi myös kulua enemmän aikaa, kuin oli aikaisemmin ajateltu. Täten on yleistä lisätä varaus epävarmuudelle, joka kattaa mahdolliset kustannukset ja ajankäytön, joita odottamattomien ongelmien ratkaisuun voi tarvita. (Webb 2003, 69.)

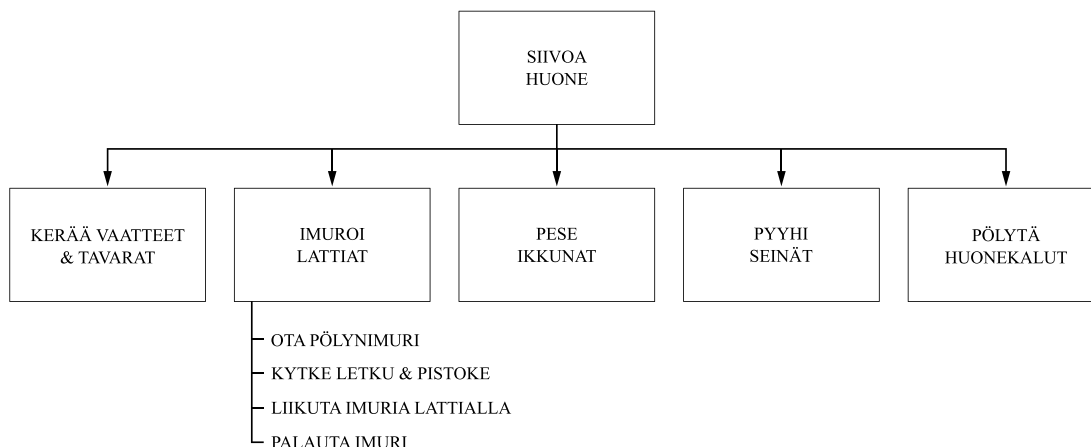
Yksi hyödyllinen työkalu projektisuunnittelun kysymyksiin vastaamiseen on työnositus (Work Breakdown Structure, WBS). Työnosituksessa monimutkainen tehtävä jaetaan pienempiin tehtäviin, kunnes saavutetaan taso, jonka jälkeen tehtäviä ei enää voi jakaa pienemmiksi. Kun tälle tasolle on päästy, tehtäviin kuluvan ajan ja resurssien arviointi on jo helpompaa, kuin ylempien tehtävien kohdalla. Siltikään ei ole helppoa arvioida tarvittavaa aikaa tehtäville, joita ei ole ennen suoritettu. Tämä on yleinen tilanne laitteiden ja ohjelmistojen suunnittelussa. Voimme olettaa useiden tällaisten arvioiden olevan virheellisiä. Työnosituksen tarkoituksena ei ole tehdä arvioinnista täydellistä. Sen sijaan työnositus tekee arvioinnista helpompaa. (Lewis 2007, 56–57.)

Työnositus on yksinkertaisesti metodi, jolla voidaan tunnistaa ja luokitella projektin työsisältö järkevästi ja helposti ymmärrettävästi. Sen tarkoituksena on määrittää työ erillisiksi osiksi jotta:

- Työn osat voidaan tunnistaa uniikeiksi toiminnoiksi.
- Työn osien vaikutus kokonaisuuteen voidaan nähdä.
- Työn osia voidaan tarkkailla ja hallita hinnan, ajan ja sisällön näkökulmasta.
- Vastuu saavutuksista ja suorituskyvystä voidaan jakaa.
- Merkityksellistä historiatietoa voidaan kerätä.

Kaikki nämä asiat ovat tärkeitä yleisesti projektin hallinnassa. Työnositus ei ole sama asia kuin yksinkertainen tehtävälista tai kokonainen projektisuunnitelma. Työnositus määrittää mitä työtä tulee tehdä; se ei määritä työn järjestystä. Kokonaisuutena projektisuunnitelman ja työnosituksen tulee linkittyä toisiinsa sulavasti. (Webb 2003, 39.)

Esimerkkinä voidaan käyttää huoneen siivoamista. Huoneen siivoamisen voi aloittaa keräämällä vaatteet ja tavarat lattialta. Tämän jälkeen lattiat voi imuroida pölynimurilla. Mahdollisesti ikkunat pestään, seinät pyyhitään ja huonekalut toimitetaan. Kaikki nämä ovat alatoimintoja huoneen siivoamiseksi. Huoneen imuroimiseksi pölynimuri tulee ottaa kaapista, kytkeä pistorasiaan, kiinnittää imurin letku, liikutella imuria ympäri huonetta ja sijoittaa imuri takaisin paikalleen. Nämä ovat alatoimintoja imuroinnin suorittamiseksi. Kuvio 9 esittää tämän työnosituksen tavoin. (Lewis 2007, 57.)



Kuvio 9. Huoneen siivoamisen työnositus (Lewis 2007, 57)

Eräs tärkeä järjestykseen liittyvä asia on, että työnositus tulisi tehdä ennen aikataulutusta. Työnositus on työkalu, joka sitoo koko projektia yhteen. Se mahdollistaa resursien osoittamisen sekä ajan ja kustannuksien arvioinnin. Työnositus myös esittää työn laajuuden graafisessa muodossa. Myöhemmin projektia seurattaessa voidaan havaita mihin työnosituksen laatikkoon työ sopii. Työnositus tulisi tehdä aina ennen aikataulutusta, koska aikataulutuksen tekeminen on harhaan johtavaa ennen kuin kaikki ovat yksimielisiä siitä, että kaikki työvaiheet on tunnistettu. (Lewis 2007, 60.)

Kaikkien projektien tulee noudattaa kyseisen projektin lopettamisen aikarajaa. Projektin omistajalle määräajan asettaminen voi perustua projektin tuotosten määrittämiin tarpeisiin. Usein määräaika on tärkeä projektin kannattavuuden analysointia varten. Määräajan siirtäminen eteenpäin voi pahimmillaan kääntää projektin kannattavasta kannattamattomaksi. Määräajan asettamisella voi myös olla perusteena ulkoiset tekijät, kuten sää. Esimerkiksi Pohjanmerelle päätyvät öljylautat rakennetaan rannikolla ja hinataan öljykentälle. Hinauksen voi suorittaa vain kesäisin, talven huonosta säästä johtuen. Toimittajan määräaika määräytyy yleensä sopimuksen ehtojen mukaisesti ja sopimus voi sisältää sakkoja, jos ehdot eivät täyty. (Morris & Pinto 2004, 781.)

Aikataulutus on prosessi, joka määrittää milloin toiminnon tulisi alkaa ja milloin sen tulisi loppua. Aikataulutuksessa päätetään milloin jokainen yksittäinen projektin toiminto tulisi toteuttaa, jotta ennalta määritettyyn määräaikaan päästään tai milloin projektin tulisi päättyä, jos jokainen jokaisen toiminnon kesto tunnetaan. Aikataulutuksessa on erotettu käytettäväksi kaksi termiä:

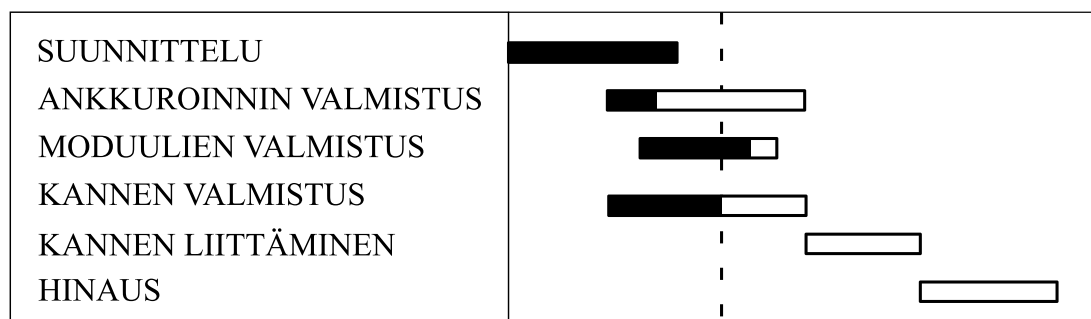
- Toiminnot
- Tapahtumat

Toiminto on määritetty jonain määränä työtehtäviä, jotka vaativat resursseja toteutukseen. Tapahtuma on hetki, jolloin toiminto alkaa tai päättyy. Täten toimintojen ja tapahtumien välillä on yhteys. Jokaisella toiminnolla on kaksi siihen yhdistettävää tapahtumaa, toiminnon alkaminen ja loppuminen. Kahden tapahtuman välillä on aina tasan yksi niitä yhdistävä toiminto. (Morris & Pinto 2004, 781–782.)

Tunnetuin aikataulutuksen työkalu on Gantt- tai janakaavio. Henry Gantt kehitti työkalun logistiikan tarpeisiin ensimmäisen maailmansodan aikoihin. Gantt-kaavio on hyvin yksinkertainen. Kaavio on suorakulmion muotoinen, jossa aika kulkee vaakakselilla ja toiminnot pystyakselilla. Kaaviossa janat osoittavat toimintojen ajoituksen ja keston. Esimerkkinä Gantt-kaaviosta kuviossa 10. Gantt-kaavio on erittäin tehokas aikataulun viestintätapa. Jokainen lukija pystyy tulkitsemaan kaaviota ilman aikaisempaa koulutusta tai tietoa. Kaaviossa on kuitenkin muutamia heikkouksia:

- Kaavio ei sisällä tietoa toimintojen resurssien tarpeesta. Kaavio vain toteaa toimintojen aloitus- ja lopetusajankohdat.
- Kaavio ei sisällä tietoa toimintojen riippuvuussuhteista.

Esimerkiksi, jos kuvion 10 kaaviossa kannen liittämisen täytyisi siirtyä aikaisempaan ajankohtaan, kaavio ei näytä sitä, että myös ankkuroinnin ja kannen valmistuksen tulee siirtyä aikaisempaan ajankohtaan. On olemassa kuitenkin alkuperäisestä Gantt-kaaviosta paranneltu versio nimeltään linkitetty Gantt-kaavio. Tämä kaavio sisältää tämän tiedon toimintojen riippuvuussuhteista. (Morris & Pinto 2004, 782.)



Kuvio 10. Esimerkki Gantt-kaaviosta (Morris & Pinto 2004, 783)

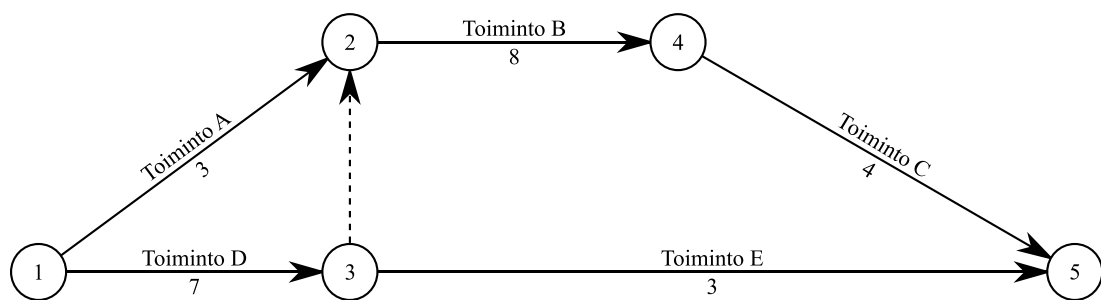
Gantt-kaaviota voidaan myös käyttää aikataulun edistymisen valvomiseen. Avoimet janat esittävät toimintoja, jotka eivät vielä ole valmiita. Sitä myötä, kun toiminto val-

mistuu, myös jana täyttyy. Pystysuora katkoviiva merkkää nykyhetkeä. Kaaviosta pystyy nopealla silmäyksellä lukemaan tärkeää tietoa. Esimerkiksi ankkuroinnin valmistus on vakavasti jäljessä aikataulusta. (Morris & Pinto 2004, 782.)

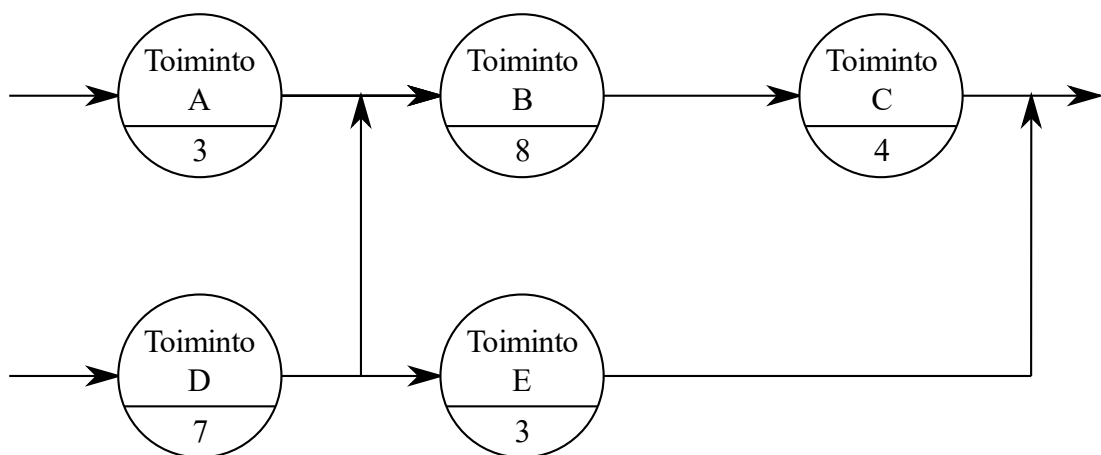
Gantt-kaavion ongelmiin vastatakseen 1950- ja 1960-luvun vaihteessa kehitettiin kaksi työkalua aikataulukseen. Molemmat työkalut käyttävät kaavioita, joissa nuolet esittävät projektin toimintojen sarja- ja rinnakkaissuhteita. Yksi näistä työkaluista on Du Pontin kehittämä Kriittisen polun menetelmä (Critical Path Method, CPM) ja toinen Yhdysvaltain merivoimien kehittämä PERT (Program Evaluation and Review Techique). Vaikka kaikkia tämän tyyppisiä ”nuolikaavioita” on tullut tavaksi kutsua PERT-verkoiksi, CPM-menetelmässä ei hyödynnetä todennäköisyyslaskentaa. Toisin sanoen PERT-menetelmällä voidaan laskea todennäköisyys toiminnon tietyssä ajassa valmistumiseen, kun taas CPM-menetelmällä ei. (Lewis 2007, 71.)

Kaavioiden suunnitteluun vaaditaan vähintään kolmen tyyppistä tietoa: listaus kaikista toiminnoista, listaus edeltäjäriippuvuuksista ja jokaisen toiminnon arvioitu kesto. Kaavioiden esittämiseen käytetään kahta eri tapaa. Ensimmäisessä tavassa toiminto asetetaan nuolelle (Activity on Arrow, AoA) ja toisessa toiminto asetetaan solmulle (Activity on Node, AoN). Esimerkit kahdesta esitystavasta kuvioissa 11 ja 12. (Lewis 2006, 72–80; Lockyer & Gordon 2005, 25; Moder, Phillips & Davis 1983, 5–38; Morris & Pinto 2004, 783.)

Esimerkeissä merkittyjen toimintojen alla oleva luku ilmaisee kyseiseen toimintoon kuluvan ajan samassa ja ennalta määritetyssä aikayksikössä. Yleisesti malleissa nuolien pituudet tai pallojen sijainnit eivät korreloi kuluvaan aikaan, ellei käytössä olisi erityisesti aikajanalle sidottu kaavio. AoA-tavan mallissa pallot esittävät tapahtumia ja nuolet toimintoja, kun taas AoN-tavan mallissa pallot esittävät toimintoja ja nuolet niiden välisiä riippuvuuksia tai järjestystä. AoN-tavan mallissa voidaan käyttää myös yhtä aloitus- ja yhtä lopetustoimintoa, joiden kesto on nolla aikayksikköä. AoA-tavan esimerkissä käytetty katkoviivallinen nuoli osoittaa riippuvuutta ilman toimintoa tai aikaa.



Kuvio 11. Esimerkki AoA-tavan kaaviosta



Kuvio 12. Esimerkki AoN-tavan kaaviosta

Esimerkin yksinkertaiset kaaviot esittävät mitkä toiminnot on suoritettava aikataulussa projektin onnistumiseksi ja mahdollistavat kriittisen polun määrittämisen. Kriittinen polku on projektin pullonkaula. Se muodostuu ajallisesti pisimmästä toimintojen sarjasta, joita ei voi suorittaa samanaikaisesti, täten määrittäen kuinka nopeasti projekti voidaan suorittaa (Lewis 2006, 73). Esimerkissä kriittisen polun muodostaa toiminnot D-B-C, jossa toiminnon C ehtona ovat toiminnot A, B ja D, mutta toiminnot A ja D voidaan suorittaa samanaikaisesti, joten lopulliseksi kestoksi projektille tulee toimintojen D-B-C kestojen summa, eli yhdeksäntoista aikayksikköä.

Kun kriittinen polku on tunnistettu, voidaan projektille laskea kehittyneempiä arvoja, kuten aikainen aloitus, aikainen lopetus, myöhäinen aloitus ja myöhäinen lopetus. Aikaisten arvojen laskeminen alkaa alusta ja myöhäisten lopusta. Ensimmäisen toiminnon aikainen aloitus on aina pienin aikayksikkö, koska toimintoja ei voi aloittaa ennen projektin alkua; laskemisen voi aloittaa joko yhdestä tai nolasta, tässä esimerkissä käytetään yhtä. Jokaisen toiminnon aloitus on saman polun edeltävän toiminnon loppu,

johon lisätään yksi. Jokaisen polun viimeisen toiminnon myöhäinen lopetus tulee olemaan sama, koska yksikään toiminto ei voi jatkua projektin loputtua. Aikaista aloitusta laskettaessa, jos toiminnolla on useampi edeltävä toiminto, niistä valitaan myöhemmän aikaisen lopetuksen omaava. Jos taas myöhäistä aloitusta laskettaessa toiminnolla on useampi seuraava toiminto, niistä valitaan aikaisemman myöhäisen aloituksen omaava. Näiden arvojen lisäksi voidaan laskea kaksi erilaista liukuma-arvoa toiminnolle. Kokonaisliukuma on toiminnon suurin mahdollinen lykkäysaika, joka ei lykkää projektin valmistumista, kriittisellä polulla tämä on nolla. Vapaa liukuma on toiminnon suurin mahdollinen lykkäysaika, joka ei lykkää sitä seuraavan toiminnon aikaista aloitusta. Jos kaksi toimintoa yhdistyy yhdeksi, vain toisella niistä voi olla vapaata liukumaa. (PMStudyCircle:n www-sivut 2021.)

Arvojen laskemiseen pätee seuraavat kaavat:

$$\text{aikainen aloitus} = \text{aikaisemman toiminnon aikainen lopetus} + 1$$

$$\text{aikainen lopetus} = \text{toiminnon kesto} + \text{aikainen aloitus} - 1$$

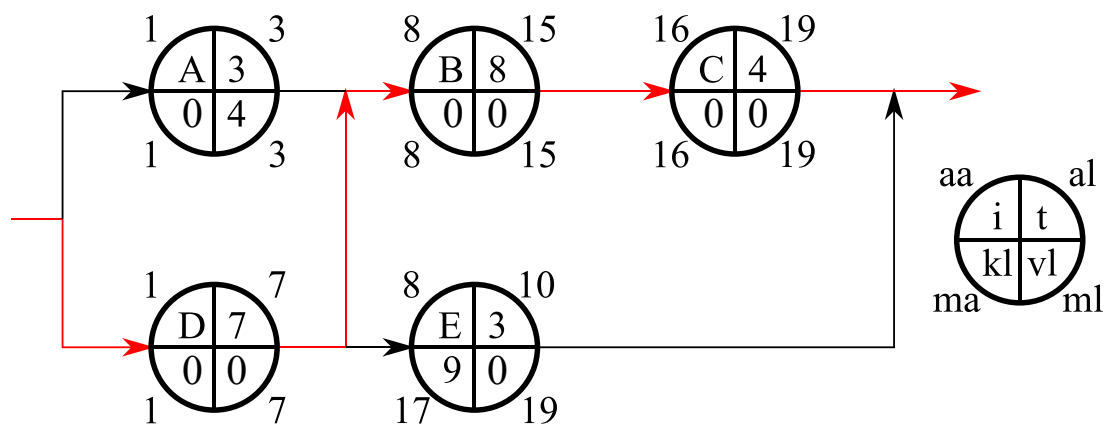
$$\text{myöhäinen aloitus} = \text{myöhäinen lopetus} - \text{toiminnon kesto} + 1$$

$$\text{myöhäinen lopetus} = \text{seuraavan toiminnon myöhäinen aloitus} - 1$$

$$\text{kokonaisliukuma} = \text{myöhäinen aloitus} - \text{aikainen aloitus}$$

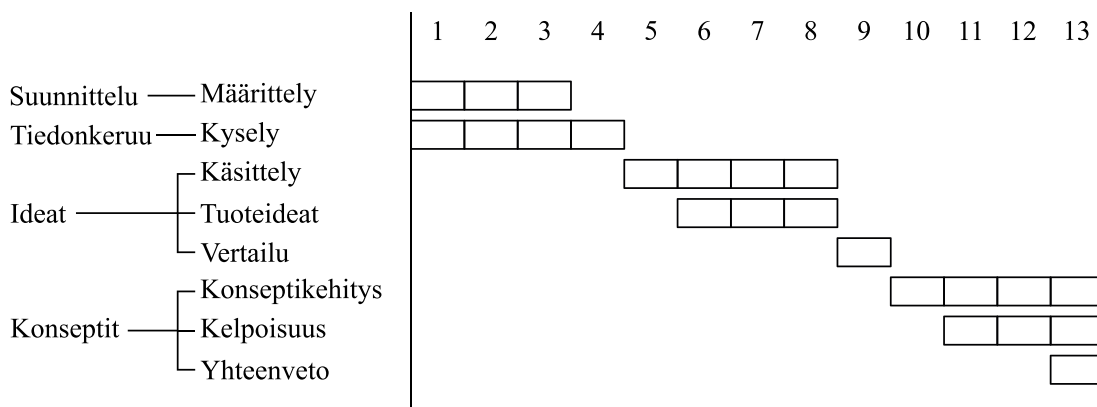
$$\text{vapaa liukuma} = \text{seuraavan toiminnon aikainen aloitus} - \text{aikainen lopetus} - 1$$

Aikaisempaan esimerkkiin sovellettuna saadaan kuvion 13 mukainen kaavio, jossa kriittinen polku on merkattu punaisella:



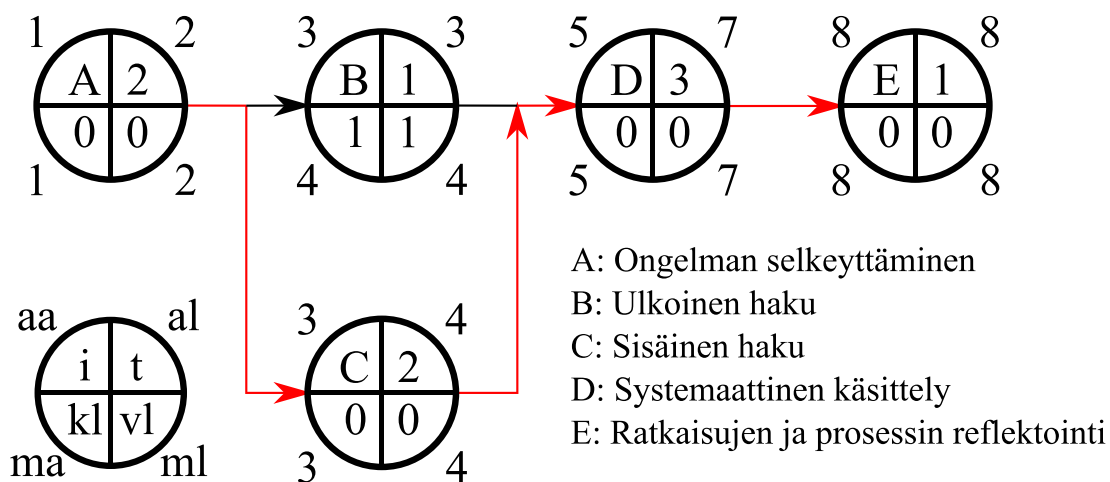
Kuvio 13. AoN-tavan kaavio kehittyneemmillä arvoilla

Projektia toteuttaessa, jo suunnittelun alkuvaiheessa, ilmeni tuotekehitysprojektin poikkeavuus ja soveltamisen tarve. Asiakstarpeiden ja mahdollisten tuoteideoiden selvittäminen päätettiin suorittaa sisäisesti kyselyllä. Käytiin läpi varatut resurssit ja arvioitu käytettävä aika. Tämän pohjalta suoritettiin karkea aikataulutus lähtökohdaksi. Tässä kohtaa riittäväksi todettiin työnositus ja Gantt-kaavion luominen, jossa aikayksikkönä toimisi viikko. Kuviossa 14 havainnollistus luodusta Gantt-kaaviosta.



Kuvio 14. Alustava työnositus ja aikataulutus, Gantt-kaavio

Aikataulukriittisyyden vuoksi, yksittäisen tuotteen konseptisuunnittelusta luotiin aikataulutus kriittisen polun metodilla. Toiminnot perustuvat aikaisemmin esiteltyyn Ulrich & Eppingerin viisivaiheiseen konseptien luontimetodiin. Aikataulutuksen kaavio on tyypiltään AoN ja sen kriittinen polku on merkattu punaisella. Valittu aikayksikkö on päivä. Kaavio on esitetty kuviossa 15.



Kuvio 15. Konseptisuunnittelun CPM-tarkastelu

3.2 Kysely

Mattson & Sorensen (2020, 298) kertovat kyselyistä seuraavasti: Yksi hyvä tapa selvittää markkinoiden mieltymyksiä on kysely. Kyselyt ovat yleisesti ottaen halvempia toteuttaa kuin ryhmämuotoiset haastattelut. Tehokkaiden kyselyiden luomiseksi olisi hyvä noudattaa seuraavia toimia:

- Määritä kyselyn tarkoitus: Kapea-alainen kysely tulee olemaan tehokkaampi hyödyllisen tiedon keräämisessä, kuin laaja-alainen. Tarkoituksen määrittäminen on avain fokuksen keskittämiseksi.
- Määritä kohdeyleisö: Kyselyt tulisi räätälöidä tietyille kohdeyleisöille. Kysymykset, niiden esittely ja aiheet tulevat todennäköisesti muuttumaan rajusti eri kohdeyleisöille.
- Määritä kysymykset: Kyselyn kysymyksiin tulee panostaa tarkoituksen tavoittamiseksi. Tarkastelulla on mahdollista tehdä kyselystä mahdollisimman lyhyt, joka lisää vastauksien määrää laatua.
- Testaa kysymykset: Ennen kyselyn toteutusta tulisi kysymykset koeajaa pienemmällä kohderyhmällä. Parantele kysymyksiä, niin kauan, että vastaajat ymmärtävät kysymykset samalla tavalla, kuin sinäkin.
- Toteuta kysymys: Kyselyn voi toteuttaa monin eri tavoin esimerkiksi henkilökohtaisesti, postitse, puhelimen välityksellä tai internetissä.
- Muistuta: Muissa, kuin henkilökohtaisissa kyselyissä on mahdollisuutena se, että kaikki eivät vastaa. Vastauksien määrä voi yrittää kasvattaa muistuttamalla niitä, jotka eivät vielä ole vastanneet.
- Analysoi: Tulosten tilastollinen analyysi on hyödyllistä esimerkiksi vastaajien vastausten varmuuden määrittäminen.

Kyselyissä on erityyppisiä kysymyksiä ja ne muodostuvat monista osista, näiden on toimittava yhdessä laadukkaan tiedon keräämiseksi kyselyn aiheesta. Kysymystyypit voidaan karkeasti jakaa kahteen ryhmään: avoimiin ja suljettuihin kysymyksiin. Avoimet kysymykset antavat vastaajalle vapaat kädet vastauksen muotoiluun, kun taas suljetut kysymykset antavat mahdolliset vastaukset ja niiden muodot vastaajalle valmiiksi (SurveyMonkey:n www-sivut 2021). Avoimien kysymyksien etu on siinä, että ne eivät rajoita vastaajan vastauksia. Täten avoin kysymys on hyvä vaihtoehto, kun kyselyn

tekijä ei halua vaikuttaa vastaajien vastauksiin antamalla vastauksia valmiiksi. Esimerkiksi, kun halutaan kerätä rikasta ja tarkkaa tietoa vastaajilta tai kun kyselyn tekijällä ei ole vahvaa ennakkotietoa aiheesta. Kuitenkin avoimissa kysymyksissä on rajoitteita. Itse täytettävissä kyselyissä haastateltavat helposti jättävät vastaamatta avoimiin kysymyksiin, koska niiden vastaamiseen vaaditaan enemmän työtä. Jos vastaajat vastaavat, voivat he silti antaa vain lyhyen vastauksen tai vastauksen, joka ei oikeastaan vastaa kysymykseen. Haastattelutyypissä kyselyissä avoimet kysymykset ovat helpompia haasteltaville, mutta työläämpiä haastattelijalle, johtuen vastausten kirjaamisesta. (Dillman, Smyth & Christian 2014, 109–110.)

Avoimet kysymykset sopivat hyvin moneen tarkoitukseen esimerkiksi:

- Asiantuntijoiden haastattelut: Avoin kysymys vaatii vastaajalta taitoa muodostaa vastauksensa. Tämä sopii hyvin tilanteisiin, joissa vastaaja tietää aiheesta enemmän kuin kysyjä. Avoimella kysymyksellä annetaan vastaajalle helpolla tavalla vapaat kädet hyödyntää asiantuntemustaan.
- Pienen otannan tutkimukset: Pienten kohderyhmien kyselyissä ei tarvitse tehdä monimutkaista tilastollista analyysiä ja avoimen kysymyksen vastaukset antavat enemmän laadukasta tietoa jokaista vastaajaa kohti. Avoimet kysymykset sopivat paremmin pieniin kuin isoihin ryhmiin, koska kyselyn tekijän tulee käydä läpi jokainen vastaus vastauksia käsitellessään.
- Alustava tutkimus: Avoimet kysymykset antavat tietoa mielipiteistä ja vastaa-mistavoista, joita kyselyn tekijä ei välttämättä olisi osannut odottaa. Täten avoimet kysymykset auttavat esimerkiksi jatkokysymyksien tai uutta kvantitatiivisen kyselyn toteuttamisessa.

Kyselyn loppuun kannattaa lisätä avoin kysymys. Tämä pätee varsinkin tarkkaan rajatuista subjektiivisista kysymyksistä kysyttäessä. Vastaajalla voi usein olla lisää kerrottavaa tai huolia, joista hän ei ole pystynyt rajatuilla kysymyksillä kertomaan. Vapaa kysymys mahdollisista kommentista toimii hyvänä keskustelun avaajana ja ilmaisee vastaajaa kohtaan arvostusta. (SurveyMonkey:n www-sivut 2021.)

Kun vastaukset avoimiin kysymyksiin on kerätty, tulee niitä käsitellä ennen kuin niiden analyysi on mahdollista. Avoimiin kysymyksiin annettujen vastauksien käsitteilyyn kuluvan ajan lisäksi vastaukset ovat hyvin myös erilaisia, jolloin tiedon analy-

sointi ja tulkinta voi olla vaikeaa. Kun taas suljettujen kysymyksien vastauksista voidaan luoda tietoa miltei välittömästi ja tuloksia saadaan tehtyä nopeasti. (Dillman, Smyth & Christian 2014, 110.)

Projektin toteutuksessa kyselynä suoritettavan tiedonkeruun ensimmäinen vaihe oli määrittää tarkasti mitä kyselyltä haluamme ja miten varmistetaan tämän välittyminen kyselyyn vastaajille kysymysten ollessa avoimia. Kyselyn tarkoitus selitetään tiivistysti ja esimerkein ennen kysymyksien esittämistä. Kohdeyleisöksi kyselylle valittiin teknologia-, suunnittelu-, projektimyynti- ja huolto-osasto. Itse kysely koostui neljästä avoimesta kysymyksestä, joista yksi oli enemmän ohjattu ja viimeinen rajaamaton keskustelun aloitus. Kysely toteutettiin Microsoft Forms -kyselyalustalla ja kyselypohja on liitteenä 1. Ennen kyselyn laittamista laajempaan jakoon, toteutettiin ensin kyselyn koeajo teknologiaosaston sisällä.

3.3 Tuoteideoiden käsittely

Konseptien arviointi on tuotekehitysprosessin kriittisin vaihe. Tämä johtuu valintojen vaikutuksista kaikkiin myöhempiin prosessin vaiheisiin niin lopputuotteen hinnan ja laadun kuin suoriutumisen suhteen. Konseptin valinnan kriittisyys on ilmeistä, koska huonosti valittua konseptia voi harvoin kompensoida myöhemmissä prosessin vaiheissa ja tulee aiheuttamaan suuria kustannuksia uudelleen suunnittelun muodossa. (Okudan & Tauhid 2008, 244.)

Arvostelua voidaan toteuttaa esimerkiksi täysin mielipidepohjaisesti. Delfoi-menetelmä on laajasti käytetty ja hyväksytty tiedonkeruumenetelmä. Menetelmällä kerätään tietoa käyttäen hyväksi vastaajien alansa asiantuntemusta. Menetelmässä ryhmäkommunikaatiolla tavoitellaan keskitetyn mielipiteen laatimista tietystä käytännön elämän aiheesta. Menetelmä sopii hyvin yhteisen ymmärryksen rakentamiseen käyttämällä useita iteraatioita tiedon keräämiseksi valitulta ryhmältä. Kohteiden valinta, toteutuksen ajoitus, alhaisen vastausmäärän mahdollisuus ja tahaton tulosten ohjaaminen ovat asioita, joita tulisi ottaa huomioon Delfoi-menetelmän suunnittelussa ja toteutuksessa. (Hsu & Sandford 2007, 1.)

Olisi väärin esittää menetelmää, joka ei ole kypsä, valmiina pakettina. Jos jotakin voidaan pitää totuutena Delfoi-menetelmästä, niin sen suunnittelua ja käyttöä voidaan pitää enemmän taiteenlajina kuin tieteenä. Niin kauan, kun pitäytyy hyvin yleisessä näkökulmassa, voi esittää seuraavan määritelmän Delfoi-menetelmästä: Delfoi-menetelmää voisi kuvata metodina, jonka tarkoituksena on strukturoida ryhmäkommunikatiota siten, että prosessi tehokkaasti mahdollistaa yhtenäisesti monimutkaisen ongelman ratkaisemisen ryhmällä yksilöitä. Strukturoidun kommunikaation saavuttamiseksi tarvitaan: palautetta yksittäisistä vastauksista, arvio ryhmän näkökulmasta tai arvoista, mahdollisuus yksilöille arvioida toisten näkemyksiä ja jonkun tason anonyymiyttä vastaajille. On useita näkemyksiä siitä, mitkä ovat oikeita, sopivia, parhaita ja/tai hyödyllisiä menetelmiä Delfoi-menetelmän toteuttamiseksi. (Linstone & Turoff 1975, 3)

Delfoi-menetelmä yhdistää usean asiantuntijan ennusteet. Tutkimuksessa esitetään kysymyksiä, joiden vastauksista voidaan koota yhteenveto. Kvantitatiivisista kysymyksistä on helppo laskea esimerkiksi keskiarvoja, mutta myös kvalitatiivisia kysymyksiä voidaan käyttää. Kyselykierroksia teetetään yleensä kolme, joiden välillä vastaajille jaetaan edellisten kierrosten vastaukset yhteenvetona. Poikkeavia vastauksia voidaan pyytää perustelemaan muiden kommentoitavaksi. Jos mahdollista, asiantuntijat voidaan kerätä keskustelemaan samaan paikkaan. Asiantuntijoiden tiedonsiirto luo yhtenäisemmän lopputuloksen, mutta tämän vaikutus todellisuutta vastaavan vastauksen löytämiseksi on epävarma. Lopputuloksena laaditaan sopiva yhteenveto, joka toimii ennusteena. Tietenkin asiantuntijoidenkin enemmistömielipide voi olla väärä. (UIAH:n www-sivut 2021.)

Epämuodollinen Delfoi-menetelmä perustuu henkilöiden väliseen verkostoitumiseen. Olemassa olevaa tietoa etsivä henkilö ottaa yhteyttä muutamaa ihmiseen, jotka ehkä tietävät mistä kyseistä tietoa voisi löytää. Yhteydenoton lopussa kysytään myös, jos henkilö tietäisi muita ihmisiä, joista olisi apua tiedon keräämiseksi. Epämuodollisen Delfoi-menetelmän etu on se, että kyselyt eivät vie paljon muiden aikaa. Vain muutamien kyselyillä voidaan saavuttaa suuri määrä tietolähteitä, joita voidaan käyttää tarkemman tiedonkeruun aloituspisteenä. (Mattson & Sorensen 2020, 196.)

Kun arvostelua lähestyy menetelmälliseltä kannalta, nousee usein esille matriisipohjaiset menetelmät. Esimerkiksi Pugh-metodi ja laatutalo ovat tällaisia matriisipohjaisia päätöksentekotyökaluja. Okudan & Tauhid (2008, 248) tiivistävät matriisipohjaisista päätösmetodeista seuraavasti: Pugh kehitti graafisen menetelmän, joka hyödyntää matriisia, jossa sarakkeet osoittavat konsepteja ja rivit päätöskriteerejä. Tämä valintaprosessi suoritetaan neljässä vaiheessa:

- Yksi konsepti valitaan lähtökohdaksi, jota vasten muita konsepteja tullaan vertailemaan.
- Jokaista konseptia verrataan valittuun konseptiin ja vertailun pohjalta jokaisen kriteerin kohdalle asetetaan '+' , '-' tai 'S' merkatun parempaa, huonompaa tai saman arvoista.
- Jokaisen konseptin saamat positiiviset tai negatiiviset arviot summataan.
- Pienimmät summat saaneet konseptit poistetaan ja arviointi suoritetaan uudelleen, kunnes päästään päätökseen.

Tämä graafinen metodi on yksinkertainen ja suhteellisen nopea. Metodi kiteyttää mitkä konseptit ovat selkeästi muita parempia. Tämä metodi ei kuitenkaan anna määrittää kriteereille painoarvoja eikä yhteyksiä. Myöskään epävarmuutta ei voi mallintaa tällä mallilla.

QFD (Quality Function Deployment) on ryhmille soveltuva menetelmä, jonka tarkoituksena on tarjota järjestelmällinen tapa parantaa tuotteen laatua. QFD kehitettiin 60-luvulla Japanissa ja levisi länsimaihin 80-luvun alussa. QFD tarjoaa tavan listata asiakkaan tarpeita ja muuttaa niistä perusteita suunnittelulle. Tätä voidaan hyödyntää monissa suunnittelun vaiheissa. Mitsubishiilla kehitettiin graafinen versio QFD:stä, jota kutsutaan laatutaloksi (HOQ, House of Quality). Laatutalon tavoitteena on suhteiden rakenteellinen esittäminen asiakastarpeiden ja konseptien välillä sekä tähänastisen tiedon kiteytys (Staudter ym. 2009, 104). HOQ on relaatiomatriisi, jota käytetään asiakastarpeiden muuttamiseksi teknisiksi ominaisuuksiksi. Tässä metodissa ei ole samoja heikkouksia kuin Pughin menetelmässä, se mahdollistaa esimerkiksi painotettujen arvojen hyödyntämisen ja konseptien yhteyksien esittämisen. HOQ-malli esitetty kuviossa 16. Mallin rivit ja sarakkeet arvioivat konseptit toimintojen perusteella, kun taas mallin ”katto” näyttää konseptien yhteensopivuuden. Positiiviset merkkeävät yleensä päällekkäisyyttä tai varmistusta, kun taas negatiiviset ristiriitoja tai kompromisseja. (Okudan & Tauhid 2008, 248–249.)

Jokaisessa palaverissa vertailtiin aikaisempien palaverien tuloksia. Osastot edustivat omia näkökulmiaan ja osastojen välinen keskustelu oli hyvää. Matriisiarvioinnin esimerkki liitteessä 2.

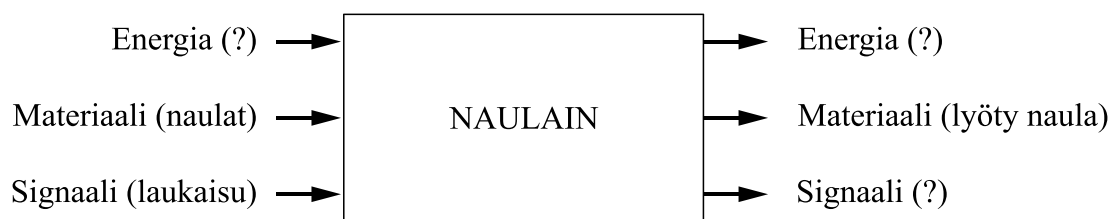
3.4 Konseptisuunnittelu

Tuotekehitysprosessin luonnosteluvaiheessa luodaan erilaisia ratkaisuluonnoksia tuotteelle, jota ollaan kehittämässä. Vaihe ei vielä tuota yksityiskohtaisia ja mitoitettuja piirustuksia vaan suuntaa antavia, ratkaisun avaintekijöitä selventäviä kuvauksia. Tässä vaiheessa avainosassa ovat ongelmanratkaisuun ja muuhun luovaan kehittämiseen sopivat ideointimenetelmät. (Jokinen 2010, 21.)

Eräs oleellinen osa konseptisuunnittelua on ongelmien jakaminen pienempiin osiin ja näiden osaratkaisuiden kokonaisratkaisuiden kokoaminen. Herrmann (2004, 10) tiivistää yleisesti ongelmien jakamisesta seuraavasti: Voidaan todeta, että tuotekehityksen tulisi ratkaista tuloksen maksimoinnin ongelma ja se, että tuotekehitys on sarja vaiheita, jotka tekevät asiakastarpeista niitä tyydyttäviä tuotteita. Vaikka nämä kaksi toteamusta ovat ristiriidassa, niin tuotekehityksessä ongelmien jakaminen yhdistää niitä. Tuloksen maksimoinnin ratkaisu on todella monimutkaista, sitä ei voi suoraan ratkaista. Sen sijaan se jaetaan pienempiin osaongelmiin, jotka muodostavat tuotekehitysprosessin. Taipumus ongelmien jakamiseen, joka vähentää vaivaa ratkaisemisesta, selittyy tahdosta integroida, joka lopulta parantaa ratkaisun laatua.

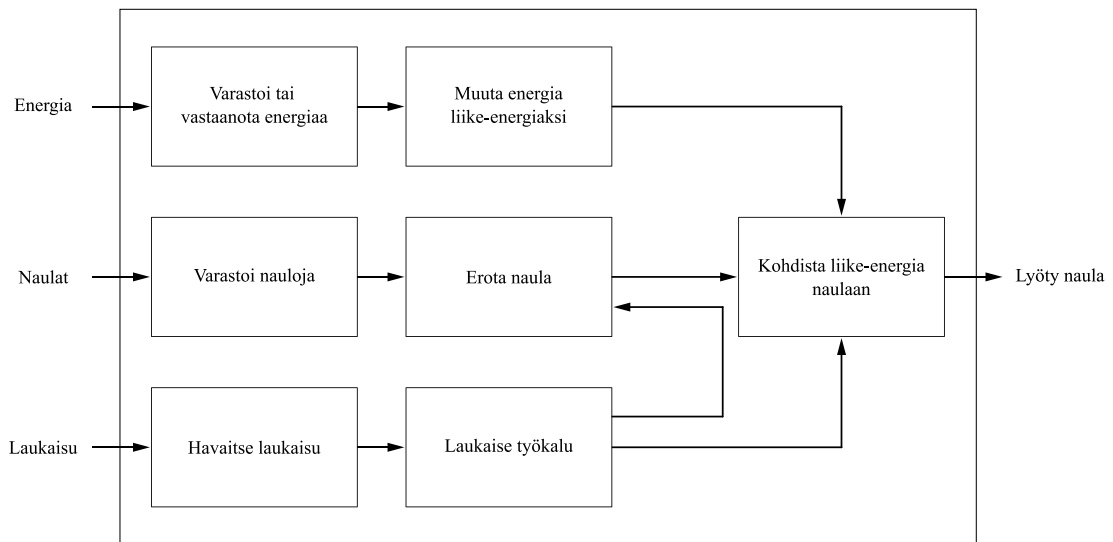
Yksi ja helposti ymmärrettävä lähestymistapa ongelman jakamiseen on rakenteeseen perustuva. Siinä tuote jaetaan sen rakenteellisiin tai fyysisiin osiin. Esimerkiksi polkupyörä voidaan rakenteellisesti jakaa runkoon, renkasiin, istuimeen, kahvoihin, etuhääräkkeeseen ja voimansiirtoon. Rakenteellisen jakamisen käyttö on arvokasta, kun alustava rakenne tai konsepti on jo olemassa. Kehitettäessä polkupyörää tavallisten polkupyörien markkinoille rakenteellinen jakaminen on hyvä lähtökohta, koska kyseiset markkinat odottavat pyöriltään istuinta, kahvaa, runkoa ja niin edelleen. Tämä myös helpottaa vakiokomponenttien hyödyntämistä ja kustomoitujen osien suunnittelusta päättämistä. (Mattson & Sorensen 2020, 194.)

Toinen lähestymistapa ongelman jakamiseksi osaongelmiin on toimintaan perustuva. Ensimmäinen vaihe toiminnallisessa jakamisessa on toiminnan kuvaaminen mustalla laatikolla (Ulrich & Eppinger 2016, 119). Mustalla laatikolla kuvataan järjestelmää, joka on liian monimutkainen sen täydelliseen kuvaamiseen sen hetkellä tiedolla. Mustan laatikon periaatteella voidaan selvittää järjestelmän toimintoja tarkastelemalla ainoastaan sen syötteen ja tulosteen välistä toimintaa (Duckworth, Gear & Lockett 1978, 188). Kuviossa 17 esimerkki naulaimen toiminnallisesta mustasta laatikosta.



Kuvio 17. Toiminnallinen musta laatikko naulaimesta (Ulrich & Eppinger 2016, 122)

Seuraavassa toiminnallisen jakamisen vaiheessa musta laatikko jaetaan osatoimintoihin, jotta saadaan tarkempi kuvaus tuotteen kokonaistoiminnon jakautumisesta osatoimintoihin. Jakamista jatketaan, kunnes jokainen osatoiminto on tarpeeksi yksinkertainen käsiteltäväksi. Nyrkkisääntönä voidaan pitää alatoimintojen määrän rajaamista enimmillään kymmeneen ja vähimmillään kolmeen. Kuviossa 18 naulaimen mustasta laatikosta lopputuloksena saatava toimintakaavio, joka esittää jokaisen syöteen kulun järjestelmässä. (Ulrich & Eppinger 2016, 119.)



Kuvio 18. Naulaimen alatoimintokaavio (Ulrich & Eppinger 2016)

On tärkeää huomata, että tämä kaavio ei vielä tässä vaiheessa ilmaise mitä teknologioita tuotteessa tullaan käyttämään toimintojen saavuttamiseksi. Esimerkiksi osatoiminto ”Erota naula” ei kerro miten tämä osatoiminto fyysisesti tultaisiin toteuttamaan. Kaaviota luodessa tulisi jokaisen osatoiminnon kohdalla varmistua siitä, ettei osatoiminnon kuvaus johdattele tai rajaa mihinkään fyysiseen ratkaisuun. (Ulrich & Eppinger 2016, 123.)

Ei ole yhtä oikeaa tapaa luoda toimintokaaviota tai jakaa päätoimintoa osatoiminnoiksi. Helppo ja yksinkertainen tapa luoda toimintokaavio, on hahmotella useita luonnoksia toimintokaavioista ja sen jälkeen jalostaa niistä yksi tarpeet täyttävä toimintokaavio. Luomisen aloittamista helpottavia tekniikoita ovat esimerkiksi: Esimerkki toimintokaavion luominen jo olemassa olevasta tuotteesta. Sekä yhden selkeän syötteen toimintojen selvittäminen kaaviosta ja tämän avulla muiden syötteiden toimintojen helpompi johtaminen luotua osuutta hyödyntäen. (Ulrich & Eppinger 2016, 123.)

Toimintokaavio ei ole yleensä uniikki. Saman tuotteen toimintokaaviosta voidaan luoda erilaisia uusia toimintokaavioita esimerkiksi osatoimintojen järjestystä muuttamalla. Joissakin käyttökohteissa esimerkin materiaali, energia ja signaali syötteet ja polut voivat olla vaikeita määrittää. Näissä tapauksissa yksinkertainen listaus osatoiminnoista ilman niiden välisiä suhteita on usein riittävä. (Ulrich & Eppinger 2016, 123.)

Ulrich & Eppingerin (2016, 123) mukaan osatoimintoihin jakaminen on yleensä toimivin lähestymistapa teknisille tuotteille. Toimintojen lisäksi tuotetta voidaan lähestyä myös eri tavoin. Kaksi muuta tapaa ovat:

- Jakaminen käyttäjätoimintoihin: Esimerkkinä käytetyn naulaimen kohdalla jako voisi tapahtua esimerkiksi kolmeen käyttäjätoimintoon: työkalun siirtäminen suurin piirteiseen naulaamiskohtaan, tarkempi työkalun kohdistus ja työkalun laukaisu. Tämä lähestymistapa sopii teknisesti yksinkertaisiin tuotteisiin, joiden toimintaan käyttäjä vaikuttaa paljon.
- Jakaminen avain asiakastarpeisiin: Naulaimen jakaminen avain asiakastarpeisiin voisi sisältää esimerkiksi seuraavat kolme tarvetta: Luotettava naulojen nopea lyöminen, kevyt rakenne ja suuri kapasiteetti nauloille. Tämä lähestymistapa sopii tuotteille, joissa muoto ja rakenne on tärkeämpää kuin toimintaperiaatteet tai teknologiat. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi varastokontit ja perinteiset hammasharjat.

Ongelmien jakamisen tarkoituksena on jakaa monimutkainen ongelma yksinkertaisempiin osiin, joita voidaan ratkaista tehokkaammin. Jakamisen jälkeen tulee valita tuotteen menestyksen kannalta kriittiset ongelmat, jotka todennäköisimmin hyötyvät kehitystyöstä. Tämä prosessi sisältää tietoisien valinnan joidenkin ongelmien lykkäämisestä. Jakamisen jälkeen resurssien keskittämisestä päättämiseen ei mene yleensä kauaa. (Ulrich & Eppinger 2016, 123–124.)

Yhdistelmätaulukkoja käytetään osatoimintojen konseptien yhdistämiseksi täysiksi toimintokonsepteiksi. Yksi taulukoiden vahvuus on mahdollisten yhdistelmien suuri määrä. Vaikkakaan kaikki yhdistelmät eivät ole toteutuskelpoisia, taulukko mahdollistaa vaihtoehtojen järjestelmällisen ja todennäköisesti läpikotaisemman läpikäymisen. Taulukko voi myös synnyttää konsepteihin perehtymistä, koska se auttaa visualisoimaan, kuinka hyvin perehtyminen on jakautunut osatoimintojen kesken. (Mattson & Sorensen 2020, 272.)

Konseptin yhdistelmätaulukko mahdollistaa ratkaisun palasten yhdistelmien systemaattisen harkitsemisen. Kuviossa 19 esimerkki naulaimen energian käsittelyyn liittyvistä osaongelmista. Sarakkeet osoittavat osaongelman ja niiden sisältö löydettyjä

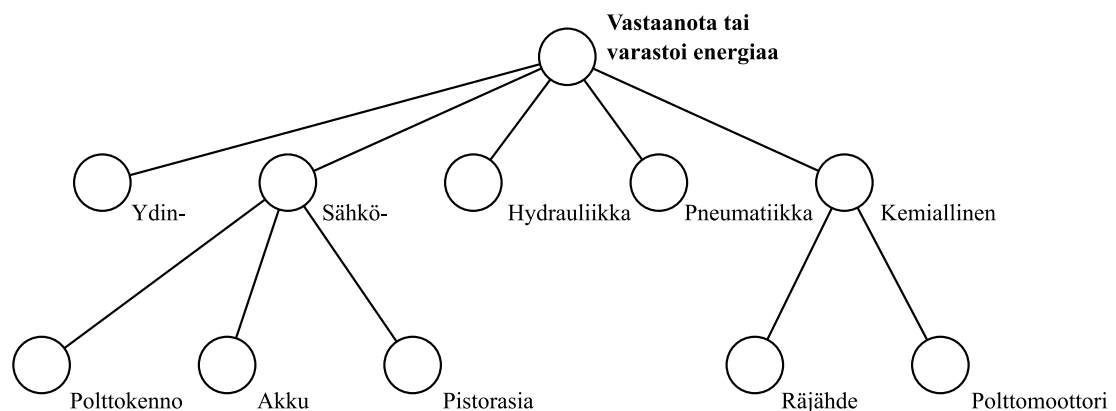
ratkaisuja osaongelmiin. Mahdollisia ratkaisuja muodostetaan yhdistämällä yksi ratkaisun osa jokaisesta sarakkeesta. Esimerkissä mahdollisia yhdistelmiä on 24 ($4 \times 2 \times 3$). Yhdistelmä ei suoraan tarjoa ratkaisua kokonaisongelmaan. Usein tarvitaan jatkokehitystä mahdollisten ratkaisujen osien rajapintojen löytämiseksi. Jossain mielessä yhdistelmätaulukko on vain tapa käydä läpi erilaisia yhdistelmiä luovan ajattelun herättämiseksi. Yhdistelmätaulukkoita käyttäessä olisi hyvä muistaa kaksi asiaa. Ensiksi, jos vain mahdollista, toteuttamiskelvottomia ratkaisun osia tulisi karsi ennen yhdistelmistä työn määrän huomattavaksi vähentämiseksi. Toiseksi osaongelmien linkittyminen tulisi ottaa huomioon. Esimerkiksi energialähteen valinta voi olla riippuvainen energian muuttamistavasta. Tämä myös rajoittaa käsiteltävien yhdistelmävaihtoehtojen määrää. Käytännössä yhdistelmätaulukoiden hyöty katoaa, kun sarakkeiden määrä ylittää kolmen tai neljän sarakkeen lukumäärän. (Ulrich & Eppinger 2016, 134–137.)

Muuta sähköenergia liike-energiaksi	Varastoi energia	Kohdista liike-energia naulaan
Pyörivä moottori vaihteistolla	Jousi	Yksittäinen isku
Lineaarimoottori	Liikkuva massa	Monta iskua
Solenoidi		Naulan työntö
Raidetykki		

Kuvio 19. Naulaimen konseptin yhdistelmätaulukko (Ulrich & Eppinger 2016, 138)

Yleisesti ottaen ratkaisuja olisi hyvä jäsenellä. Yksi työkalu tähän on konseptien luokittelupuu. Konseptien luokittelupuun tarkoituksena on vertailun ja karsinnan helpottaminen jakamalla ratkaisujen massa useisiin omiin luokkiinsa. Naulaimen esimerkkipuuta kuviossa 20. Esimerkin luokittelupuun oksat kuvaavat erilaisia energian lähteitä.

Esimerkissä käsitellään vaihtoehtoisia ratkaisuja energian lähteen alaongelmaan. Konseptien luokittelupuuta voidaan soveltaa mihin vain ongelmaan. Esimerkiksi energian kohdistamisessa puun oksina voisi toimia yksittäinen isku, monta iskua ja työntäminen. Puita voi muodostaa minkä tahansa osaongelman palasista, mutta joidenkin osaongelmien kohdalla se on kannattavampaa. Hyvä kohde on osaongelma, jonka ratkaisu rajoittaa muiden osaongelmien ratkaisuja. Esimerkiksi energialähteen valitseminen rajoittaa vaihtoehtoja energian muuttamiseksi liike-energiaksi. Kun taas energian kohdistamisen valinta ei juurikaan rajoita muita osaongelmien ratkaisuja. (Ulrich & Eppinger 2016, 134.)



Kuvio 20. Naulaimen konseptien luokittelupuun (Ulrich & Eppinger 2016, 132)

Ulrich & Eppinger (2016, 132–133) listaa kirjassaan neljä tärkeää etua konseptien luokittelupuiden käyttämiselle:

- Vähemmän lupaavien oksien karsiminen: Jos ratkaisuvaihtoehto ei vaikuta lupaavalta, sen voi helposti leikata pois, täten helpottaen resurssien keskittämistä parempiin ratkaisuvaihtoehtoihin. Karsiminen vaati varovaisuutta vaihtoehtojen arvioinnissa, mutta lopulta tuotekehityksen resurssit ovat rajalliset ja niiden keskittäminen tärkeä onnistumisen tekijä.
- Riippumattomien lähestymistapojen löytäminen: Jokaista luokittelupuun oksaa voidaan pitää toisistaan riippumattomana ratkaisuna. Tämä mahdollistaa kehitysresurssien jakamista eri kohteisiin, jos moni lähestymistapa vaikuttaa lupaavalta, täten helpottaen kehitysprosessia.
- Vähäiselle huomiolle jääneiden oksien löytäminen: Kun konseptipuu on kasattu vähemmälle huomiolle jääneiden lähestymistapojen löytäminen helpompaa, jolloin niihin voidaan tehostetusti panostaa.

- Alkuperäisen ongelman jaon kehittäminen lähestymistapakohtaiseksi: Joskus ongelman jakoa kannattaa muokata sopivammaksi lähestymistapaan. Esimerkiksi joidenkin energialähteiden kohdalla hetkellinen energiansaanti ei riitä naulan iskemiseksi, tällöin energiaa tulisi myös varastoida, jotta sen määrä riittäisi naulaimen tarpeeseen.

Eräs työkalu konseptien valintaan ja niiden luomiseen on TRIZ. TRIZ on venäjänkielinen lyhenne, jonka voi kääntää luovan ongelmanratkaisun teoriaksi. Genrich Altshuller kehitti TRIZ:n tutkittuaan yli 1,5 miljoonaa patenttia. Hän huomasi, että samanlaisia ongelmia oli ratkaistu eri tekniikan aloilla käyttäen vain muutamaa tusinaa kehityisperiaatetta. Nämä TRIZ-metodin osana olevat periaatteet auttavat löytämään ongelmiin uudenlaisia ratkaisuja; erityisesti sellaisiin, jotka sisältävät vaikeita ristiriitoja. Altshullerin tutkimus osoitti, että tyypillisiä ristiriitoja on vain 1250 ja niiden ratkaiseminen onnistuisi neljälläkymmenellä kehityisperiaatteella. Hän myös huomasi, että insinöörit yrittivät parantaa vain kolmeakymmentäyhdeksää teknistä parametriä. (Mattson & Sorensen 2020, 300)

Voi vaikuttaa siltä, että jokaisella alalla olisi ongelmiinsa omat ratkaisutavat. Tämä ei pidä paikkaansa. On monia yleismaailmallisia ongelmanratkaisumalleja, heuristiikkaa ja työkaluja, jotka toimivat hyvin teknisiin ja epätekniisiin ongelmiin. Tietenkin on olemassa spesifisiä metodeja, jotka toimivat vain yhdellä tai rajatulla määrällä tekniikan aloja. TRIZ käsittelee heuristiikka ja metodeja, mutta painottaa yleisiä työkaluja. On kuudentyyppisiä kehitysongelmia, jotka jaetaan sen mukaan tarvitsevatko ne täysin uusia ratkaisuja vai vain nykyisen tekniikan muuttamista. TRIZ on uniikki siinä, että se mahdollistaa vain pienellä määrällä helposti ymmärrettäviä konsepteja ja heuristiikka monen tyyppisten ongelmien ratkaisemisen:

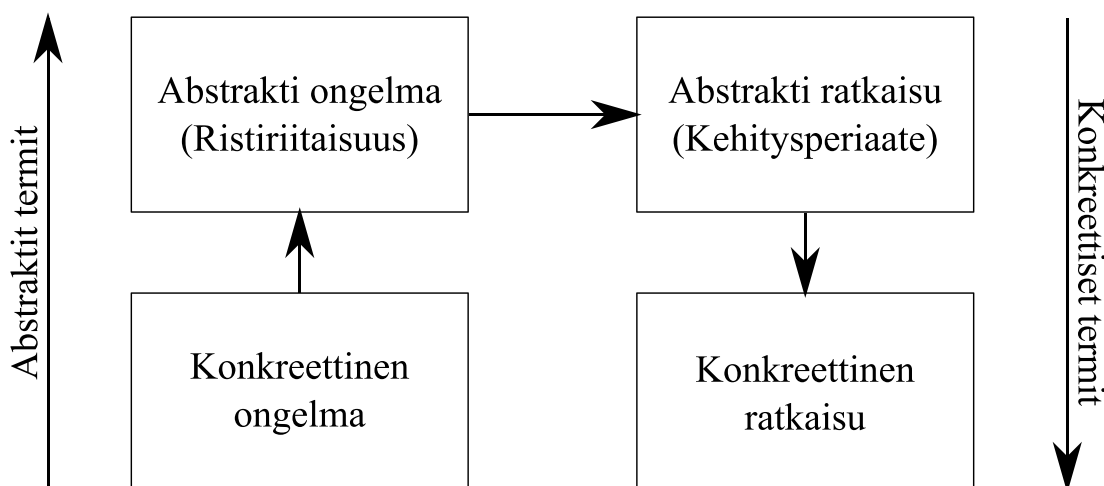
- Laadun ja määrän parantaminen tai viimeistely (TRIZ:ssa ristiriitaongelma).
- Vajaavaisuuden etsiminen ja estäminen (diagnostiikka).
- Nykyisen tekniikan kustannuksien vähentäminen (trimmaaminen)
- Uusien käyttötarkoitusten kehittäminen olemassa oleville prosesseille ja järjestelmille (vastaavuus).
- Olemassa olevien elementtien yhdistely (synteesi).
- Periaatteellisesti uusien tekniikoiden kehittäminen uuteen tarpeeseen (geneesi).

Ei ole tarkkaa sanoa, että TRIZ voi ratkaista minkä tahansa nykypäivän teknisen ongelman, mutta monet TRIZ:n avulla luodut keksinnöt todistavat sen toimivuutta. (Savransky 2000, ii.)

TRIZ-metodin yleinen lähestymistapa perustuu vastaavuuksien tunnistamiseen ja käyttämiseen ja seuraa neljän vaiheen kaavaa. Ensin spesifinen ongelma analysoidaan ja muutetaan abstraktiksi. Abstraktissa muodossa ongelma luo vastaavuuksia aikaisempiin ongelmien kuvauksiin, joita käytetään aikaisempien ratkaisujen siirtämiseksi käsittelyssä olevaan ongelmaan. Kuvaus prosessista kuviossa 21. (Eversheim 2009, 135–136.)

Mattson & Sorensen (2020, 300) yksinkertaistavat kirjassaan TRIZ:n käytön neljään vaiheeseen seuraavasti:

- Muodosta ongelmasta lause tai lauseita paljastaaksesi ristiriidan.
- Tunnista ristiriidan tekniset parametrit.
- Tunnista kehityisperiaatteet, jotka voisivat ratkaista ristiriidan.
- Luo ideoita, jotka perustuvat tunnistettuihin kehityisperiaatteisiin.



Kuvio 21. Ongelmanratkaisuprosessi TRIZ-menetelmässä (Eversheim 2009, 136)

Metodiseksi tueksi Altshuller kollegoineen kehitti monia työkaluja, joista osaa esittää kuviossa 22. Nämä työkalut voidaan luokitella kolmeen ryhmään: järjestelmällisyys, tieto ja vastaavuus. Järjestelmälliset työkalut tukevat kehittäjää ongelman analyysissä ja yksityiskohtaisessa tarkastelussa. Niitä käytetään esimerkiksi peruskonsep-

tien luomiseen tai optimoitavien toimintojen tunnistamiseen. Tietoon perustuvat työkalut tarjoavat laajan otannan tietoa eri aloilta, kuten kemia, fysiikka ja lämpödynamiikka. Vastaavuustyökalut perustuvat osaksi patenttianalyysiin, kun taas osaksi kokemuksen kautta saatuun tietoon. Ensisijaisesti järjestelmällisyyden työkaluja käytetään konkreettisen ongelman rakentamiseen, kun taas tieto- ja vastaavuustyökalut käyvät ensisijaisesti ongelmanratkaisuun. TRIZ:n käyttö ei vaadi tiettyä työkalujen käyttöjärjestystä tai tiettyä proseduuria tarvitse noudattaa. Täten kuviossa 22 olevat esimerkit ovat vain pieni otanta kaikista mahdollisista vaihtoehdoista. (Eversheim 2009, 136.)

Järjestelmällisyys	Tieto	Vastaavuus
Innovaation tarkastuslista	Ristiriita-analyysi	40 periaatetta
Ongelman rakentaminen	Vaikutusten tietokanta	Erottelu periaatteet
Idealisuus	Materiaali-kenttä -analyysi	76 vakioratkaisua
Ennakoiva ongelmien tunnistaminen		Teknisten järjestelmien kehittymiskaavat

Kuvio 22. Esimerkkityökaluja TRIZ-metodista (Eversheim 2009, 137)

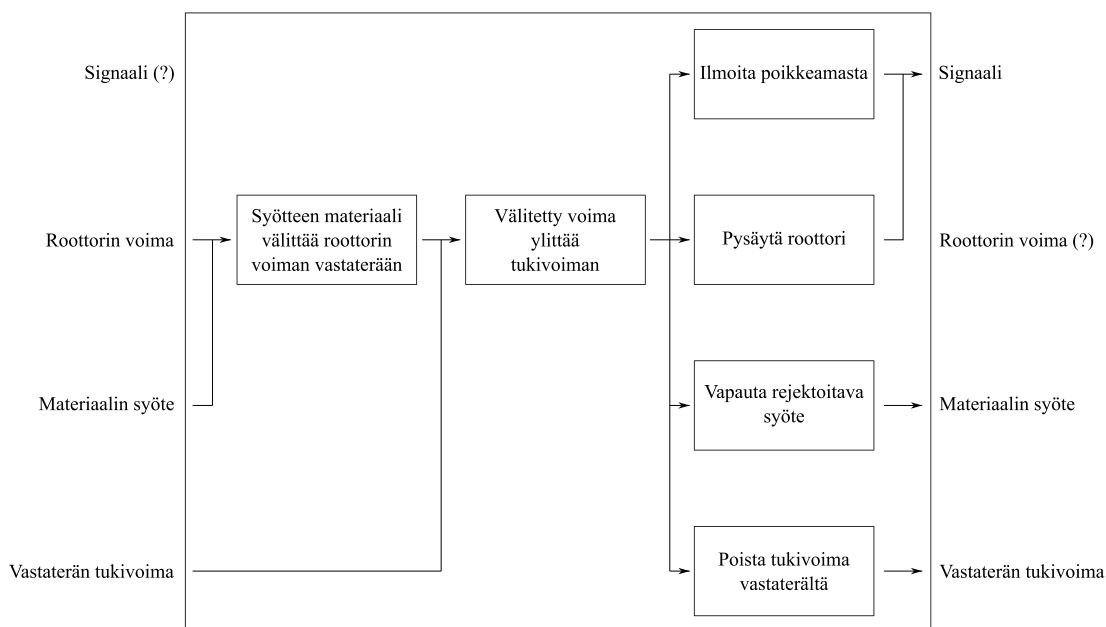
Tässä opinnäytetyössä päätettiin käyttää konseptisuunnittelun toteutuksen prosessiesimerkkinä tuoteidea, joka on yksi arvostelussa konseptisuunnitteluun valituista ideoista. Tuoteidea on erään tyyppisen murskaimen vastateräksien kehittäminen. Kehityksellä olisi tarkoitus vastata asiakastarpeeseen, jossa toivotaan uutta toimintoa murskaimeen eräässä poikkeustilanteessa. Tässä poikkeustilanteessa, jossa murskaimeen syötettävän materiaalin joukossa murskaimeen joutuu materiaalia, jota murskain ei pysty käsittelemään terillään. Tämä ilmenee liiallisena voimana laitteen rakenteisiin ja murskaimen roottorin pysähtymisenä. Tätä välttääkseen murskaimen vastateräksien tulisi väistää tai antaa periksi, liiallisen voiman kohdattuaan. Tämä ei saa tarkoittaa

samaa, kuin osan rikkoutuminen, vaan kuulumattoman materiaalin poiston jälkeen laite tulisi olla helposti, nopeasti ja pienin kustannuksin palautettavissa toimintakuntoon. Konseptisuunnittelu aloitettiin kartoittamalla tuoteidean perusasiat liitteessä 3 esitetyllä tavalla Mission Statement -pohjaan. Tämän määrittelyn jälkeen aloitettiin ongelman tarkastelu.

Ongelmaa lähdettiin tarkastelemaan toiminnalliselta kannalta listaamalla siihen vaikuttavia asioita. Kun nämä asiat oli saatu listattua luotiin niistä kuviossa 23 esitetty, toiminnallinen musta laatikko. Tämän jälkeen alettiin määrittämään mustan laatikon syötteiden ja tulosten välisiä yhteyksiä. Näiden välisten loogisten suhteiden ja alatoimintojen esittämiseksi luotiin kuviossa 24 esitetty vuokaavio.

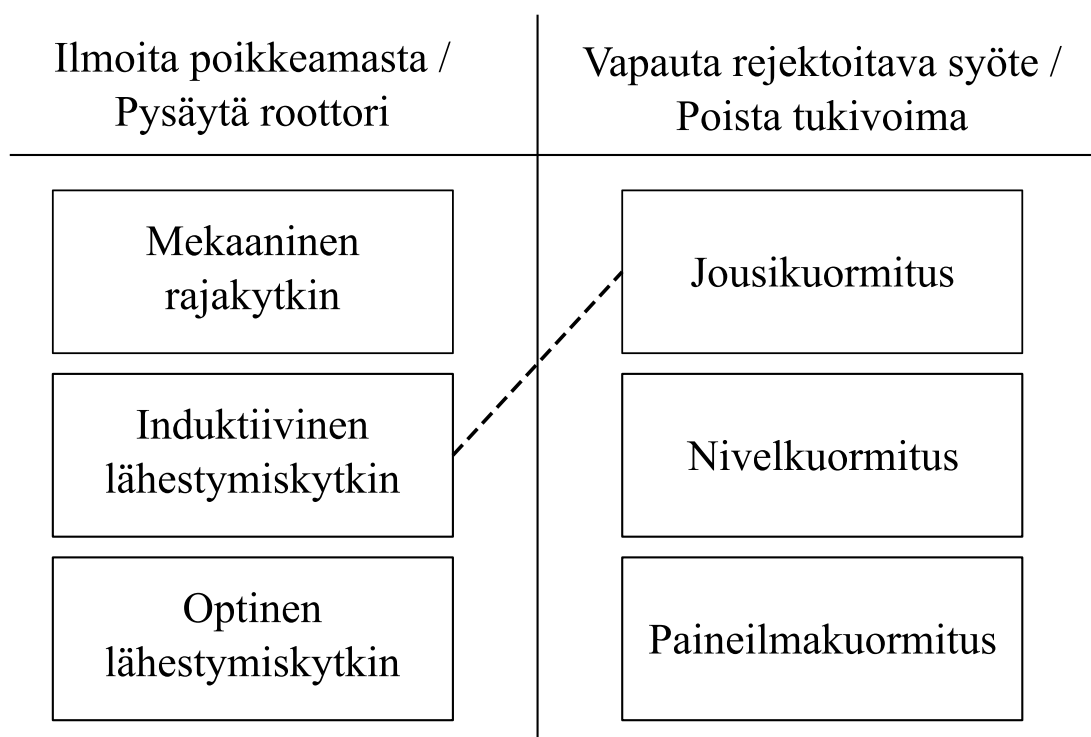


Kuvio 23. Toiminnallinen musta laatikko väistävästä teräkasetista



Kuvio 24. Väistävän teräkasetin syötteiden ja tulosteiden välinen logiikka ja alatoiminnot

Alatoiminnot ryhmiteltiin teemoittaan ja niihin vastaavia ratkaisuja alettiin etsimään ensin sisäisesti. Jo tässä vaiheessa suoritettiin alatoimintojen yhdistelemistä ja listamista kuviossa 25 esitetyllä tavalla. Sisäisen haun aikana suoritettiin myös ulkoista hakua, joka sisäisen haun aikana havaittujen ongelmallisten aiheiden valossa päätettiin kohdistaa erityisesti keinoihin vapauttaa vastateräkasetti liiallisen voiman alla. Tästä esimerkkinä liitteessä 5 oleva konseptien luokittelupuu. Myös yhtenä määritteenä ollut vastateräkasettin kiinnittämistä olemassa olevaan rakenteeseen pohdittiin liitteessä 4 olevalla konseptien luokittelupuulla.



Kuvio 25. Väistävän teräkasettin osaratkaisun alatoimintojen yhdistelmätaulukko

Ongelman yksinkertaisen luonteen ja aikataulussa pysymisen takia ratkaisuvaihtoehtojen vertailu tapahtui asiantuntijakeskusteluja ja TRIZ-menetelmää hyödyntäen. Tämän tukena suoritettiin erilaisia liitteessä 6 esitettyjä käsivaraisia hahmotteluja osaratkaisujen toimintaperiaatteiden esittämiseksi ongelmakohtaisesti. TRIZ-menetelmän prosessi esitetty liitteessä 7. Kehityskelpoisimman ratkaisun rakennetta päätettiin myös karrikoidusti esittää mallintamalla tämä kolmiulotteisella tietokoneavusteisella suunnitteluohjelmalla. Havainnekuva mallista esitettynä liitteessä 8.

4 TULOKSET

Opinnäytetyön tuloksena saatiin luotua kaksi asiaa. Ensimmäinen näistä on yleinen kuvaus tuotekehitysprosessista, joka päättyy luotuihin konsepteihin. Toinen näistä on tätä prosessin kuvausta, sekä sitä tukevia työkaluja käyttämällä luotu listaus tuoteideoista ja yhden tuoteidean kehittäminen konseptiksi asti. Konseptia ei tosin aikataulusisistä rajoitteista johtuen ehditty täysin viemään loppuun tässä raportissa. Kaikkia toteutuksen määrittelyssä listattuja konseptisuunnitteluun liittyviä asioita ei ehditty toteuttaa.

Työssä esitellyistä tuotekehitysprosessin kuvaamistavoista keskityttiin Ulrich & Eppingerin esittämiin malleihin Cooperin Stage-gate-mallin sijaan. Tälle syynä oli taloudellisen arvioinnin vähempi kriittisyys kehitysprosessin alkuvaiheessa, jossa kerätään tietoa ja luodaan alustavia konsepteja ilman suurempaa rahallista panostusta. Muutoin työhön kerättyjä malleja ja työkaluja saatiin hyödynnettyä prosessin tarpeisiin ja nämä koettiin hyödyllisiksi. Mallien ja työkalujen tapauskohtainen soveltaminen on myös arvokasta.

Luotu ja työssä tapauskohtaisesti hyödynnetty prosessi sekä työkalulajitelma tulee todennäköisesti olemaan avuksi yrityksen tuotekehitykseen vastaisuudessa. Myös työssä esitetty alustava konsepti on jo luontiprosessillaan herättänyt hyvää keskustelua.

5 JATKOTOIMENPITEET JA YHTEENVETO

Itse opinnäytetyössä esitetyn konseptin osalta tulisi kehitystä jatkaa, kunnes tavoitteissa määritetyt asiat tulisivat täytettyä. Toteutuksen kuvauksessa esitetty konseptisuunnitteluun liittyvä dokumentaatio jää tämän opinnäytetyön sisällössä vajaaksi. Erityisesti konseptikohtainen jatkotoimenpiteiden esittäminen. Nopea katsaus huomioihin, joihin työssä esitetyn konseptin kohdalla olisi hyvä perehtyä vielä paremmin:

- Kuulien sijoittelu, lukumäärä ja materiaali.
- Liukupintojen kitka, pinta-ala ja materiaali sekä värinän vaikutus värin ja mekanismin asentoon.
- Aineenpaksuudet, pulttikoot ja lujuuslaskelmat.
- Virheasennot ja mekanismin yleinen liikerata sen toiminnassa.
- Laitteen kuluminen ja suunniteltu elinkaari.
- Laitteen tarkemmat taloudelliset arvioinnit.

Useampien konseptien luominen olisi todennäköisesti hionut prosessia paremmaksi ja nostanut esille sen puutteita ja vahvuuksia. Erityisesti erityyppisten tuoteideoiden käsittely toisi arvokasta tietoa prosessin ja työkalujen toimivuudesta.

Tutkimus suoritettiin hyödyntämällä sisäisiä lähteitä tutkimustiedon keräämisessä. Yleisesti ottaen vastaavaa menettelyä tiedon keräämiseksi olisi hyvä sisällyttää muuhunkin yrityksen toimintaan. Muutonkin proaktiivinen hiljaisen tiedon kerääminen ja hyödyntäminen olisi edukasta. Myös tutkimuksen aikana tapahtunut osastojen välinen kanssakäyminen tuntui vaikuttavan positiivisesti viestintään ja yleiseen ilmapiiriin.

Tutkimuskysymyksiin saatiin vastattua keräämällä tietoa ja tuottamalla niiden avulla vastauksia. Opinnäytetyössä pystyttiin vastaamaan siihen, miten uusien tuotekonseptien tarpeeseen vastataan, miten konsepteja luodaan tehokkaasti, miten niitä arvostellaan ja miten koko kehitysprosessia voidaan hallita. Isossa osassa koko opinnäytetyötä oli ongelmanratkaisu eri tuotekehitysprojektin vaiheissa.

Työtä tehdessä oli havaittavissa se empiirisen työn realiteetti, että todennäköisesti kaikki kerätty teoria tulee olemaan suuntaa antavaa. Yritysmailma ympäristönä esittää usein monia rajoitteita toteuttamiselle ja tarpeen soveltaa monia menetelmiä haluttuun tulokseen pääsemiseksi. Täten prosessin kirjaaminen ja tutkiminen tapauskohtaisesti on miltei aina arvokasta. Myös monet inhimilliset tekijät, niin itse opinnäytetyön tekijän, kuin hänen sidosryhmiensäkin osalta vaikuttavat toteutuksen kulkuun vahvasti.

Työssä esitetyt ja sovelletut teoreettiset mallit voidaan perustella juuri soveltamisen helppoudella. Kyseiset mallit pystyttiin onnistuneesti sovittamaan rajoitettuun lähtötilanteeseen. Tuotekehitysprosessin markkinapainotteiset aspektit, joita myös teoriaosuukissa esitettiin, jäivät vähemmälle huomiolle raporttia tehdessä. Kun taas enemmän sovelletut, suunnittelutyöhön liittyvät asiat, saivat painotetun näkyvyyden.

LÄHTEET

BMH Technology Oy:n www-sivut. Viitattu 26.4.2021. <https://www.bmh.fi/>

Carlton, W. D. & Waldman, M. 2009. Competition, Monopoly, and Aftermarkets. *The Journal of Law, Economics & Organization* 26 (1), 54.

Cooper, R. 1990. Stage-gate systems: A new tool for managing new products. *Business Horizons* 33 (3), 44-54.

Cooper, R. G. 2018. *Winning at new products: creating value through innovation*. New York, United States, Basic Books.

Dillman, D. A., Smyth, J. D. & Christian, L. M. 2014. *Internet, phone, mail, and mixed-mode surveys: the tailored design method*. Hoboken, NJ: Wiley

Duckworth, W. E., Gear, A. E. & Lockett, A. G. 1978. *A guide to operational research*. 3rd ed., repr. London: Chapman & Hall.

Eversheim, W. 2009. *Innovation management for technical products: systematic and integrated product development and production planning*. Berlin: Springer.

Gadd Karen. 2011. *TRIZ for Engineers: Enabling inventive problem solving*. Chichester: Wiley.

Herrmann, J.W. 2004. *Decomposition in product development*. Maryland, MD: University of Maryland.

Hietikko, E. 2015. *Tuotekehitystoiminta*. 3. p.. Helsinki, Suomi: BoD - Books on Demand.

Hsu, C. & Sandford, B. 2007. The Delphi Technique: Making Sense of Consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation* 12 (3), 1-8.

Jokinen, T. 2010. *Tuotekehitys*. 6. p., korjattu, päivitetty laitos. Helsinki: Aalto-yliopisto.

KAMK:n www-sivut. Viitattu 28.4.2021. <https://www.kamk.fi/>

Kasanen, E., Lukka, K. & Siitonen, A. 1993. The Constructive Approach in Management Accounting Research. *Journal of Management Accounting Research* 5, 243–262.

Le Masson, P., Weil, B. & Hatchuel, A. 2017. *Design theory: Methods and organization for innovation*. Cham, New York, NY: Springer.

Leach, L. P. 2000. *Critical chain project management*. Boston: Artech House.

Lewis, J. P. 2007. *Fundamentals of project management*. New York: American Management Association.

Linstone, H. A. & Turoff, M. 1975. The Delphi method: techniques and applications. Reading, Mass: Addison-Wesley Pub. Co., Advanced Book Program.

Lockyer, K. & Gordon, J. 2005. Project management and project network techniques 7. p.. Harlow: Pearson Educación.

Mattson, C. A. & Sorensen, C. D. 2020. Product Development: Principles and Tools for Creating Desirable and Transferable Designs. Cham, Switzerland: Springer. Viitattu 31.5.2021.

Moder, J. J., Phillips, C. R., & Davis, E. W. 1983. Project management with CPM, PERT and precedence diagramming. 3. p. New York, N.Y.: Van Nostrand Reinhold.

Morris, P. W. G., & Pinto, J. K. 2004. The Wiley guide to managing projects. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Okudan, G. E. & Tauhid, S. 2008. Concept selection methods - a literature review from 1980 to 2008. International Journal of Design Engineering 1, 243-277.

Pahl, G., Beitz, W., Blessing, L., Feldhusen, J., Grote, K.-H., & Wallace, K. 2007. Engineering Design: a Systematic Approach. London, Springer-Verlag London Ltd.

PMStudyCircle:n www-sivut. Viitattu 15.6.2021. <https://pmstudycircle.com/>

Rantanen, K. & Domb, E. 2007. Simplified TRIZ: New problem solving applications for engineers and manufacturing professionals. 2nd ed. New York: Auerbach Publications.

Savransky, S. D. 2000. Engineering of creativity: Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. Boca Raton, Fla: CRC Press.

Staudter, C., Mollenhauer, J.-P., Meran, R., Roenpage, O., Hugo, C., Hamalides A., & Lunau, S. 2009. Design for Six Sigma + LeanToolset: Implementing Innovations Successfully. Berlin, Heidelberg: Springer.

SurveyMonkey:n www-sivut. Viitattu 21.6.2021. <https://fi.surveymonkey.com/>

Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivut. Viitattu 27.4.2021. <https://www.tem.fi/>

UIAH:n www-sivut. Viitattu 16.6.2021. <http://www.uiah.fi/>

Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. 2016. Product design and development. Sixth edition. New York, NY: McGraw-Hill Education.

Webb, A. 2003. Using earned value: a project manager's guide. Aldershot, Hants, England: Gower.

Service Products / Lisälaitteet

Tämän lyhyen kyselyn tarkoituksena on kerätä ideoita uusista asiakkaille myytävistä lisälaitteista. Tuotteen tulisi olla oma toimintonsa, eikä olemassa olevan muuttamista. Esimerkiksi murskaimen kapasiteetin kasvattaminen ei ole uusi tuote, kun taas [REDACTED] on.

1. Ovatko asiakkaat antaneet toiveita tai ehdotuksia liittyen uusin ominaisuuksiin tai laitteisiin? Tai onko heiltä ilmennyt ongelmia tai puutteita, joihin voisi kehittää ratkaisuja.

Enter your answer

2. Millaisia ideoita teillä itsellänne olisi uusille lisälaitteille tai ominaisuuksille?

Enter your answer

3. Usein tuoteideat liittyvät [REDACTED], [REDACTED] tai [REDACTED]. Herättävätkö nämä aiheet ajatuksia?

Enter your answer

4. Muuta kommentoitavaa?

Enter your answer

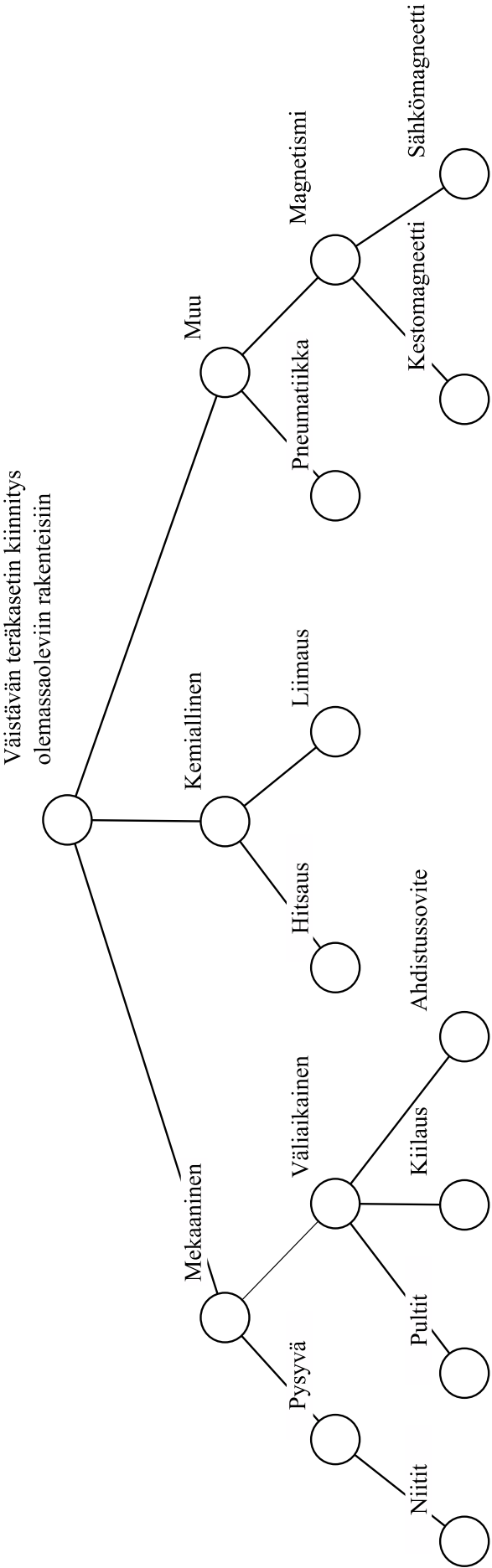
Formatointi	

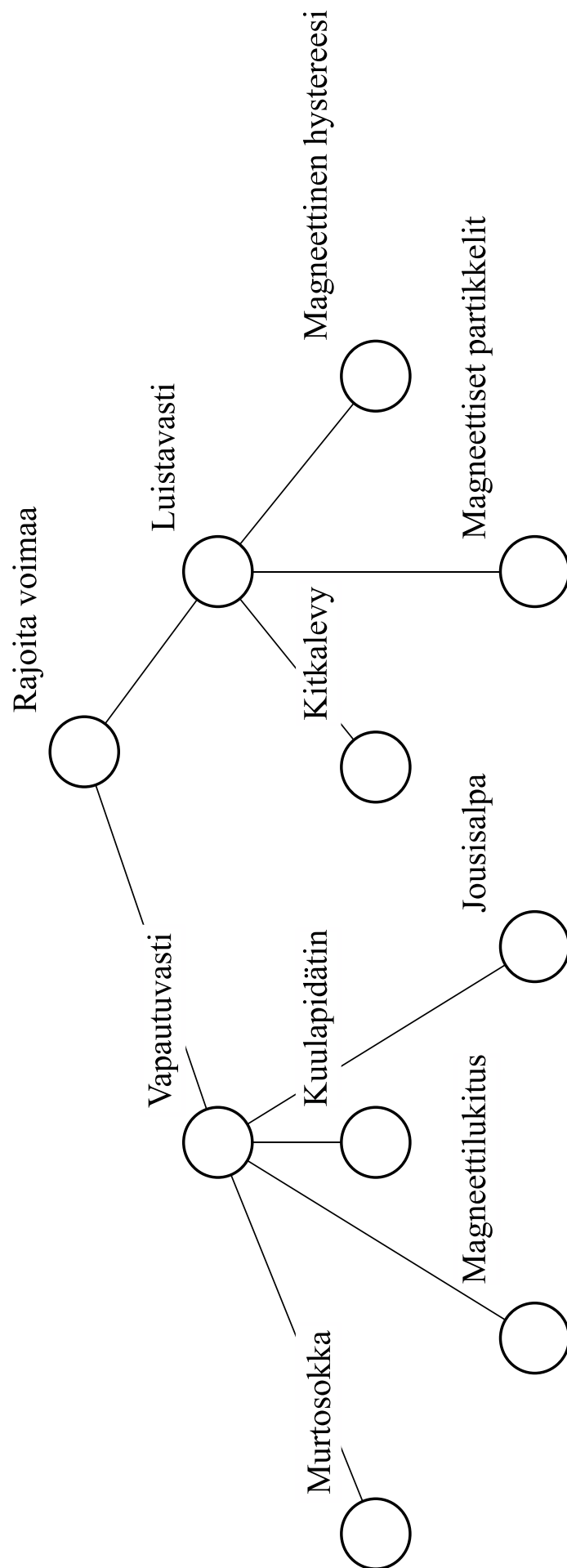
Merkki	
A	Vahva suhde (x9)
B	Keskivahva suhde (x3)
C	Heikko suhde (x1)

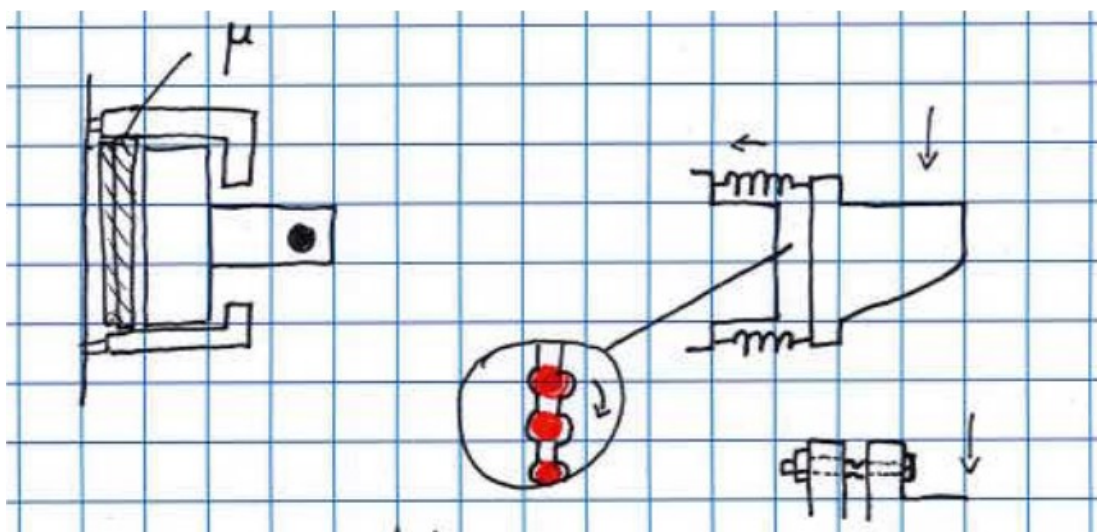
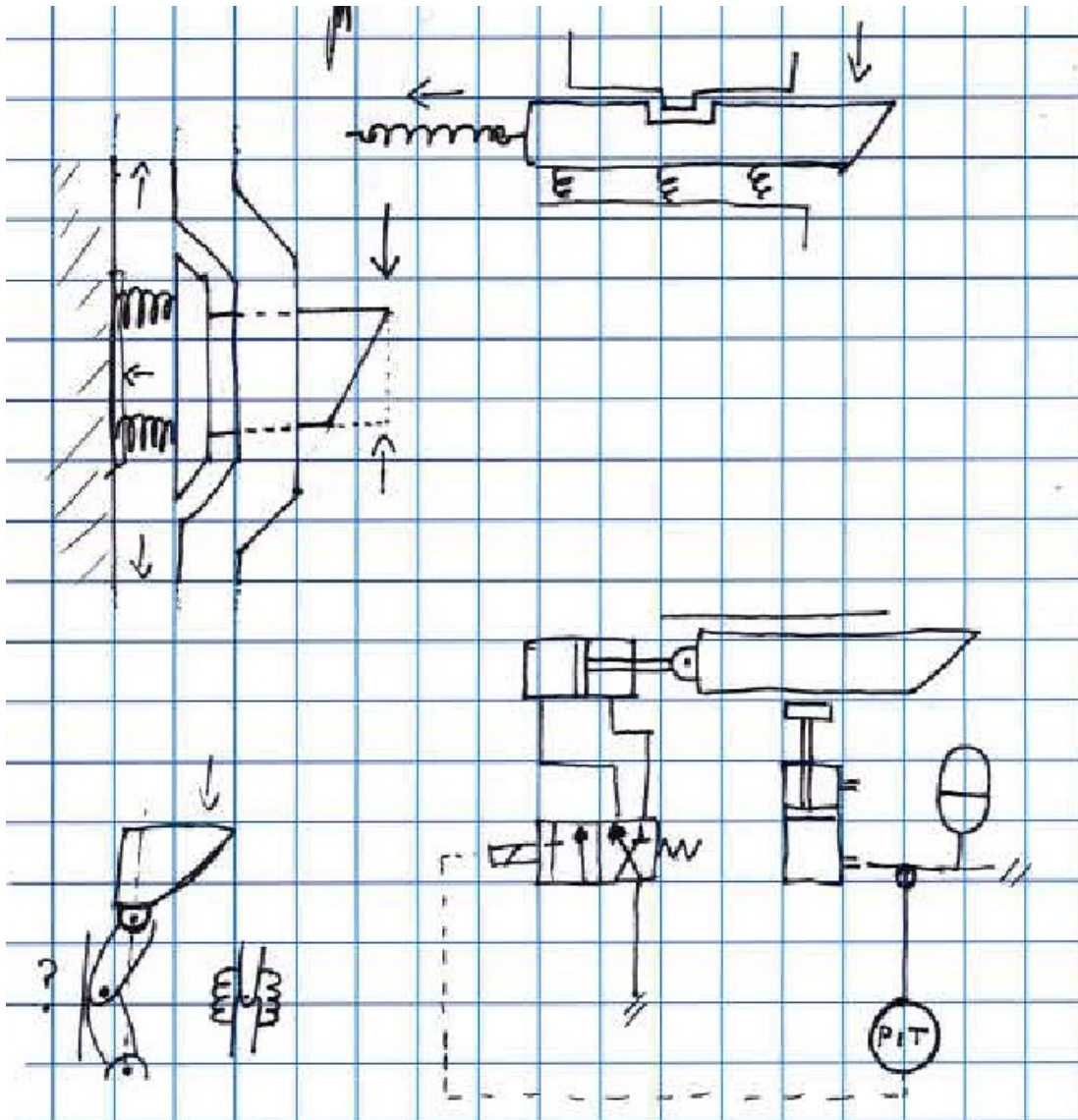
Tuoteideat	16		258	10.5 %
	36		242	9.8 %
	17		199	8.1 %
	39		194	7.9 %
	26		184	7.5 %
	31		183	7.4 %
	11		183	7.4 %
	28		183	7.4 %
	37		174	7.1 %
	5		162	6.6 %
	6		143	5.8 %
	38		143	5.8 %
	13		133	5.4 %
	2		81	3.3 %

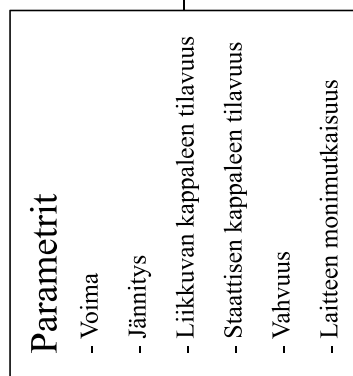
		Asiakastarpeet															Strategia															Kokonaisarvot				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	36	17	39	26	31	11	28	37	5	6	38	13	2						
Asiakastarpeet		4.0																A	A		A	C	A	A	A	A										
		4.0																A	A	A	B	C	A	A	A	A		B								
		4.0																A	A		B	A			A	A		A								
		3.0																			A	B														
		2.5																A		B									A							
		2.0																A	A	B	A							B	A							
		2.0																		C	A							C	B							
		2.0																A	C	A			A	A		C	A									
		2.0																										A	C	A						
		1.0																A		B		C	B	B	B			A	A	C	A					
		1.0																			C								A	A	C					
Strategia		4.5																A	A		A	A	A	A	B	A	B	B	A	C						
		4.0																B	B	A	B	B			C		A									
		4.0																								B										
		3.0																B	A		A	B	A	A	A	B		A	C							
		2.5																B	A	B	C	B	C	C	B	C	B	B	B							
		2.0																			A	A					A									
		2.0																A	B	A	B	B	A	A	B		B	B	A	A						
		1.5																B	A	A	C		C	C	B		A	B	A	A						
		1.5																B	A	B	A	A	B	B	A	A	B	A	A	B						
		1.5																			B	B					A									
			10.5 %	258	9.8 %	242	8.1 %	199	7.9 %	194	7.5 %	184	7.4 %	183	7.4 %	183	7.4 %	183	7.1 %	174	6.6 %	162	5.8 %	143	5.8 %	143	5.4 %	133	3.3 %	81						

Mission Statement: [REDACTED] väistävä vastateräkasetti
Tuotteen kuvaus: ▪ Estää murskaimen vahingoittumisen tilanteessa, jossa liian kova kappale tulee syötetyksi murskaimeen. ▪ Vastateräkasetti väistää havaittuaan liiallisen voiman.
Päätavoitteet: ▪ [REDACTED]
Päämarkkinat: ▪ [REDACTED]
Toissijaiset markkinat: ▪ [REDACTED]
Markkina- ja myyntipotentiaali ▪ [REDACTED]
Määritteet: ▪ Jälkiasennettavissa helposti nykyisiin [REDACTED] rakenteisiin. ▪ Teräkasetti väistää liiallisen voiman johdosta. ▪ Teräkasetin väistettyä roottori pysähtyy. ▪ Kappaleen poiston jälkeen teräkasetti helppo palauttaa toimintakuntoon.
Sidosryhmät: ▪ [REDACTED] ▪ [REDACTED] ▪ [REDACTED] ▪ [REDACTED]









Ristiritamatriisi

