

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

LUT School of Business and Management

Tuotantotalouden koulutusohjelma

DIPLOMITYÖ

Tero Koponen

QFD ja TRIZ menetelmien yhdistäminen tuotekehityksessä

Työn tarkastajat:

Tutkijaopettaja Kalle Elfvingren

Tutkijaopettaja Ville Ojanen

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Tero Koponen	
Työn nimi: QFD ja TRIZ menetelmien yhdistäminen tuotekehityksessä	
Vuosi: 2016	Paikka: Lappeenranta
Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, School of Business and Management, Innovaatio- ja teknologiajohtaminen 87 sivua, 17 kuvaa, 2 taulukkoa ja 1 liite Tarkastajat: Kalle Elfvingren, Ville Ojanen	
Hakusanat: asiakaslähtöinen tuotekehitys, sumea alkupää, NCD-malli, QFD, TRIZ, menetelmien yhdistäminen innovaatioissa Keywords: customer driven product development, fuzzy front end, NCD model, QFD, TRIZ, integrating methodologies in innovations	
<p>Tuotekehitys on yhä tärkeämpi osa yritysten liiketoimintaa ja onnistuessaan se luo mahdollisuuden pysyä yhä kiihtyvillä globaaleilla markkinoilla mukana pidempään. Tuotteiden elinkaarten lyhentyessä on pyrittävä kehittämään jo olemassa olevia tuotteita paremmiksi ja asiakkaiden tarpeita mahdollisimman hyvin vastaaviksi.</p> <p>Yritysten pyrkiessä menestyksekkääseen tuotekehitykseen on avuksi tarjolla useita erilaisia menetelmiä tai niiden yhdistelmiä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia Quality Function Deployment (QFD) ja Theory of Inventive Problem Solving (TIPS/TRIZ) menetelmien teorioita sekä niiden yhdistämisellä saavutettavia hyötyjä tuotekehityksessä.</p> <p>Teoriaosuuden pohjalta rakennettiin suomalaisille teollisuusyrityksille suunnattu survey-haastattelukyselytutkimus, jolla pyrittiin kartoittamaan minkälaisia erilaisia innovaatiokäytäntöjä yrityksillä on käytössä. Tärkeänä osana kyselyä oli TRIZ:n käyttöön liittyvä osio, jolla haluttiin selvittää kuinka tunnettu menetelmä on ja kuinka yleistä sen käyttö on suomalaisissa teollisuusyrityksissä.</p> <p>Tulokset osoittavat, että vaikka molemmat työssä esiteltävät menetelmät saattavat aluksi tuntua haastavilta ja resursseja vieviltä, niiden avulla saavutetaan myös erittäin onnistuneita lopputuloksia. Työssä esiteltyjen tutkimuksien mukaan varsinkin metodien yhdistämisellä saadaan QFD ja TRIZ menetelmien parhaat ominaisuudet tukemaan toisiaan. Kyselytutkimuksen tuloksien perusteella TRIZ menetelmä vaikuttaisi olevan vielä suhteellisen tuntematon menetelmä Suomessa, mutta sen käyttöönottoon on varmasti kiinnostusta tulevaisuudessa.</p>	

ABSTRACT

Author: Tero Koponen	
Subject: TRIZ combined with QFD in product development	
Year: 2016	Place: Lappeenranta
Master's Thesis. Lappeenranta University of Technology, School of Business and Management, Innovation and Technology Management	
87 pages, 17 figures, 2 tables and 1 appendix	
Examiners: Kalle Elfvingren, Ville Ojanen	
Keywords: customer driven product development, fuzzy front end, NCD model, QFD, TRIZ, integrated methodologies in innovations	
Hakusanat: asiakaslähtöinen tuotekehitys, sumea alkupää, NCD-malli, QFD, TRIZ, menetelmien yhdistäminen innovaatioissa	
<p>Product development is an increasingly important part of business and, if successful, it will create the opportunity to keep up with the fast paced global market for longer period of time. As product lifecycles shorten, companies must develop their existing products and make them more equivalent to customer needs.</p> <p>There are several different methods and method-combinations to support the product development process. The aim of this study was to research the theory of Quality Function Deployment (QFD) and Theory of Inventive Problem Solving (TIPS / TRIZ) methods and try to find ways to combine them for better results in product development.</p> <p>On the basis of the theoretical part was built a survey aimed at Finnish industrial companies to identify the different types of innovation practices they are using. An important part of the query was related to the use of TRIZ and was made to find out how well-known method is and how commonly it is used in Finnish industrial companies.</p> <p>The results show that although both methods presented at this thesis may at first seem challenging and resource-consuming, can achieve successful outcomes especially when combined. According to studies presented at thesis, in particular the methods of integrating QFD and TRIZ can help to bring the best features from both methods to support each other. On the basis of the survey results TRIZ method seems to be still a relatively unknown in Finland, but its introduction will surely be more common in the future.</p>	

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tavoitteet ja rajaus.....	7
1.2	Työn rakenne.....	7
1.3	Tutkimusote.....	8
1.4	Tiedonkeruu- ja analyysimenetelmät.....	11
1.5	Tutkimusprosessi	13
2	TUOTEKEHITYS.....	14
2.1	Uusi tuote.....	14
2.2	Tuotekehitysprosessi.....	16
2.3	Tuotekehityksen alkupään prosessi.....	17
2.4	Konseptin kehittäminen.....	19
2.5	Asiakaslähtöinen tuotekehitys.....	22
3	QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD).....	25
3.1	QFD prosessi.....	25
3.2	Laadun talo	27
3.2.1	Asiakkaan vaatimukset OSA A.....	29
3.2.2	Suunnittelumatriisi OSA B.....	31
3.2.3	Tuotteen ominaisuudet OSA C.....	32
3.2.4	Keskinäisten riippuvuuksien matriisi OSA E.....	33
3.2.5	Teknisten tuoteominaisuuksien keskinäiset riippuvuudet OSA D.....	35
3.2.6	Tekniset tärkeudet, kiintopisteet ja tavoitteet OSA F.....	36
3.2.7	Laadun talon lisätyökulut OSA G.....	38
3.3	QFD:n hyödyt.....	39
3.4	QFD:n heikkoudet.....	40

4	TRIZ.....	41
4.1	TRIZ:n menetelmät ja työkalut.....	43
4.2	Ristiriita ja resurssit	45
4.3	40 innovatiivista periaatetta	46
4.4	Ideaaliratkaisu	47
4.5	Ainekentät ja standardiratkaisut.....	48
4.6	Kehityslait.....	48
4.7	ARIZ.....	50
4.8	TRIZ:n hyödyt ja heikkoudet.....	51
5	QFD JA TRIZ MENETELMIEN YHDISTÄMINEN TUOTEKEHITYKSESSÄ.....	53
6	KYSELYTUTKIMUS.....	57
6.1	Kyselytutkimuksen toteuttaminen.....	59
6.2	Tulosten arviointi.....	60
7	YHTEENVETO.....	70
	LÄHTEET.....	72
	LIITTEET	
	Liite 1: Kyselytutkimus ja vastaukset	

1. JOHDANTO

Tuotekehitys on yksi yrityksen keskeisimpiä prosesseja. Kehittämällä asiakaslähtöisiä tuotteita, yritys pystyy saavuttamaan kilpailuetua tyydyttämällä asiakkaidensa tarpeet kilpailijoita paremmin. Tuotekehityksen haastavimmat vaiheet sijoittuvat innovaatioprosessin alkupäähän, formaalia tuotekehitysprosessia edeltävään vaiheeseen. Asiakastarpeet tulisi huomioida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tuotekehitystä, jotta resurssit saadaan suunnattua alusta asti oikeisiin kohteisiin ja muutuskustannukset minimoitua.

Quality Function Deployment (QFD) on menetelmä, jonka avulla asiakkaan tarpeet muutetaan systemaattisella tavalla tuoteominaisuuksiksi. Menetelmässä muodostetaan matriisi, jonka avulla muodostetaan kuva asiakkaiden tarpeista ja niiden keskinäisestä tärkeydestä, sekä määritetään riippuvuudet tuoteominaisuuksiin. Matriisin avulla selvitetään millä tuoteominaisuuksilla tyydytetään parhaiten asiakastarpeet ja mitkä ovat tuoteominaisuuksien keskinäiset vaikutukset/ristiriidat.

TRIZ on teknisten ongelmien ratkaisemisen avuksi kehitetty teoria, joka tarjoaa ongelmanratkaisun helpottamiseksi useita erilaisia ideointia tukevia menetelmiä, työkaluja ja ajattelumalleja. TRIZ-teorian mukaiset työkalut pyrkivät kuvaamaan ja analysoimaan teknistä ongelmaa visuaalisesti ja sanallisesti sekä helpottamaan erilaisten konseptiratkaisujen kehittämistä. Yleisesti TRIZ-teorian mukaisia menetelmiä käytetään tuotekehitysprosessin eri vaiheissa, mutta etenkin tuotekehityksen alkupään ideointivaiheessa, teknisten ongelmien ratkaisemiseen ja konseptien kehittämiseen.

1.1 Tavoitteet ja rajaus

Diplomityössä on tarkoitus tutkia QFD- ja TRIZ-menetelmien teoriaa ja käytännön toteutusta, sekä tarkastella mitä keinoja menetelmien yhdistämiseen on asiakaslähtöisen tuotekehityksen prosesseissa. Tutkimuksessa perehdytään teorioiden lisäksi siihen, kuinka yleisesti yritykset käyttävät kyseisiä metodeja tai niiden yhdistelmiä. Tavoitteena on myöskin tarkastella innovaatioprosessin alkupään prosesseja sekä niiden linkittymistä tarkastelun alla oleviin metodeihin.

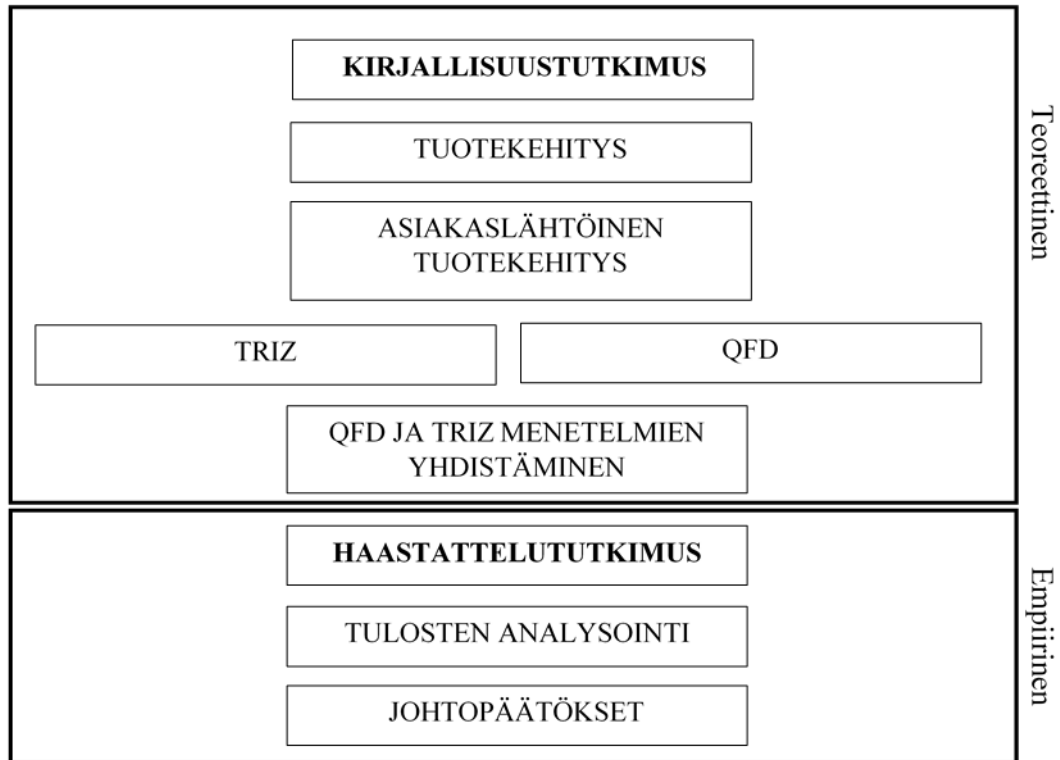
Tutkimus vastaa kysymyksiin: Millaisia hyötyjä QFD ja TRIZ menetelmillä ja niiden yhdistelmällä saavutetaan asiakaslähtöisessä tuotekehityksessä? Millaisia käytäntöjä ja menetelmiä suomalaiset teollisuusyritykset käyttävät tuotekehityksessä?

Työstä on rajattu pois osa TRIZ:n vähemmän käytetyistä menetelmistä ja tuotekehityksen osalta on keskitytty käsittelemään tärkeitä alkupään prosesseja. Haasteita työn toteutuksessa oli löytää tuoretta kirjallista materiaalia etenkin QFD:n osalta sekä saada mahdollisimman paljon vastauksia haastattelututkimukseen.

1.2 Työn rakenne

Diplomityö jakautuu kahteen osaan: teoriaosuuteen ja empiiriseen osuuteen. Työn teoriaosuudessa perehdytään aluksi tuotekehitysprosessiin erityisesti sumean alkupään osalta. Tämän jälkeen tarkastellaan QFD:n teoriaa ja esitellään siihen liittyviä työkaluja. QFD:n teorian tarkastelun jälkeen tutustutaan TRIZ-teoriaan.

Työssä esitellään TRIZ:n teoreettiset lähtökohdat, ongelmanratkaisun yleinen malli sekä TRIZ:n menetelmiä ja työkaluja. Pääpaino on menetelmien hyödyntämisessä tuotekehityksessä. Lopuksi tutkitaan, miten TRIZ- ja QFD menetelmiä voidaan yhdistää asiakaslähtöisessä tuotekehityksessä. Työn empiirinen osa koostuu haastattelututkimuksesta ja sen tulosten analysoinnista.



Kuva 1. Tutkimuksen rakenne

1.3 Tutkimusote

Tutkimusaineistot yleisesti jaetaan kahteen eri ryhmään, kvalitatiiviseen (laadulliseen) ja kvantitatiiviseen (määrälliseen). Jaottelu on perusteltua, sillä aineistojen keräämiseen ja analysointiin käytettävät menetelmät eroavat toisistaan. Laadullisille menetelmille tyypillisiä piirteitä ovat haastattelut, havainnointi sekä tiedon keruu jo olemassa olevista dokumenteista. Määrällisessä tutkimuksessa taas usein käytetään erilaisia kyselytutkimuksia, tehdään mittauksia mittalaitteilla ja hyödynnetään jo olemassa olevia tietokantoja. Tutkimusotanta on myös erilainen, jolloin laadullista käytetään yleensä pienempään tarkoin valittuun ryhmään, kun taas määrällistä tutkimusta käytetään satunnaiseen ja isompaan ryhmään. Lähtökohdaltaan laadullisessa tutkimuksessa asetetaan aluksi hypoteesit, joiden paikkaansa pitävyyttä sitten testataan. Määrälliselle tutkimukselle on tyypillistä, että uusia hypoteeseja luodaan tutkimuksen edetessä. (Kananen 2008, s. 24-29)

Laadullisessa tutkimuksessa tutkitaan pääasiassa prosesseja, joihin määrällisessä tutkimuksessa tilastollisin analyysien on lähes mahdotonta pureutua prosessien ja ilmiöiden monimutkaisuuden vuoksi (Kananen 2008, s. 25). Kvalitatiivinen tutkimus on niin sanotusti kuvailevaa, jossa prosesseja ja ilmiöitä tulkitaan ja pyritään ymmärtämään sanojen, tekstien ja kuvien avulla. Laadullisessa tutkimuksessa valituilla tutkimusmenetelmillä on vaikutusta saatuihin tuloksiin ja päättelyn logiikka on usein induktiivinen. Määrällisessä tutkimuksessa yritetään löytää tilastollisia yhteyksiä ja sen päättely perustuu deduktioon.

On kuitenkin huomioitavaa, ettei jaottelua kannata korostaa liikaa. Sekä laadullista että määrällistä aineistoa voidaan myöskin hyödyntää samassa yhteydessä. Esimerkiksi laadullisen aineiston analysoinnissa käytetään määrällisiä menetelmiä, jolloin tuloksia esitetään prosenttiluvuin. Kvantitatiivista tutkimusta edustavissa kyselytutkimuksissa voi olla avoimia kysymyksiä, jolloin niiden vastaukset ovatkin laadullisia. Määrällisen tutkimuksen numeeriset tulokset muuttuvat käyttökelpoisiksi vasta kun niitä analysoidaan, joten voidaan ajatella, että kaikki aineisto palautuu viime kädessä laadulliseen muotoon. Kvalitatiivinen tutkimus voidaan nähdä myös esitutkimuksen roolissa kvantitatiiviselle tutkimukselle. Näin ollen Kvantitatiivista tutkimusta ei voi olla ilman laadullista tutkimusta.

(Kananen 2008, s. 24-29)

Kuitenkin voidaan nähdä, että kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen tutkimusotteen välillä on niin paljon eroavaisuuksia, että kannattaa valita jompikumpi tutkimuksen päämetodologiaksi. Tämän työn päämetodologiaksi soveltuu laadullinen tutkimusote ja sen mukaan on suunniteltu ja otettu käyttöön erilaisia tiedonhankinnan strategioita sekä tutkimusmetodeja. Käytetyt menetelmät edustavat lopulta kuitenkin sekä kvalitatiivista että kvantitatiivista tutkimusta. Tällaista eräänlaista moni-menetelmäistä tutkimusta kutsutaan triangulaatioksi tai monistrategiseksi tutkimusotteeksi. Tähän työhön on liitetty laadullisen tutkimuksen lisäksi ja havainnoinnin lisäämiseksi määrällistä tutkimusta edustava niin sanottu haastattelututkimus. Näitä menetelmiä sisältävä tutkimus edustaa menetelmätriangulaatiota. (Metsämuuronen 2001, s. 14-15, 63-64)

Triangulaatiolla eli ”kolmiomittauksella” tarkoitetaan erilaisten tietolähteiden, ideoiden ja menetelmien yhdistämistä samassa tutkimuksessa. Voidaan puhua myös ns. aineistotriangulaatiosta, jonka avulla saadaan monipuolisempi tietopohja, kun aineistoa kerätään usealla menetelmällä. Tällä pyritään saamaan monipuolisempi näkemys tutkimuskohteesta sekä saamaan tutkimukselle lisää vahvistusta ja luotettavuutta. Samassa tutkimuksessa siis käytetään esimerkiksi laadullista ja määrällistä tutkimusta tai metodien sisällä käytetään esimerkiksi haastattelua ja havainnointia. Eri näkökulmista pyritään saamaan vahvistusta myös samalle tutkimustulokselle eli tulkinnalle. Triangulaation käyttö on perusteltua esimerkiksi silloin kun yksi menetelmä jättää tiedonkeruuseen aukkoja ja niitä halutaan täydentää. Sellaisissa tapauksissa joissa halutaan lisätä ymmärrystä ilmiöstä, on triangulaatio myös tutkimusstrateginen valinta. (Kananen 2008, s.39-40)

Triangulaatiosta erotetaan neljä päätyyppiä Denzin (1978) mukaan: teoriatriangulaatio, tutkijatriangulaatio, menetelmätriangulaatio ja aineistotriangulaatio. Kun ilmiöön sovelletaan eri teorioita, tai ilmiötä tarkastellaan eri tieteenalojen pohjalta, puhutaan teoriatriangulaatiosta. Menetelmän huonona puolena voi olla tutkimustulosten ristiriitaisuus, kun käytetään eri menetelmiä ja virhetulkintojen mahdollisuus kasvaa. Tutkijatriangulaatiossa saman ilmiön tutkimiseen osallistuu joukko tutkijoita joko osittain tai kokonaan eli tutkimusprosessi tehdään ryhmätyönä. Aineistotriangulaatiossa tutkittavaan ilmiöön hyödynnetään useita erilaisia aineistoja tai tiedon kohteita. Menetelmätriangulaation käytössä puolestaan hyödynnetään erilaisia metodeja tai niiden sisäisiä ratkaisuja. Neljän triangulaation päätyypin lisäksi voidaan puhua myös analyysitriangulaatiosta, kun tutkimusaineiston analyyseissä hyödynnetään useampia analyysitapoja. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006)

Triangulaation valinnassa pitää huomioida niiden heikkoudet ja vahvuudet tutkimusongelman kannalta. Pitää muistaa, että menetelmät eivät ole neutraaleja eikä niillä aina saavuteta samoja tuloksia. Tähän vaikuttaa esimerkiksi tiedonkeruuseen käytetyt menetelmät. Usein käyttökelpoisimmat menetelmät kvalitatiivisessa tutkimuksessa ovat aineisto- ja menetelmätriangulaatio. Triangulaation hyödyllisyydestä tutkimuksessa on monta erilaista näkemystä, osa mielipiteistä pitää menetelmiä liikaa aikaa ja resursseja vaativina. Huonoina puolina nähdään myös tutkimustuloksien virhemahdollisuuksien kasvaminen ja niin sanotusti aineistotulvaan hukkuminen, jolloin tutkimus saattaa jäädä pintapuoliseksi. Toisaalta

menetelmät nähdään myös keinoina saavuttaa ilmiöstä kattavampi kuva ja parantaa näin tutkimuksen luotettavuutta, kun sille saadaan useita eri näkökulmia. (Kananen 2008, s. 40-41)

1.4 Tiedonkeruu- ja analyysimenetelmät

Aineistonkeruuvaiheessa menetelmien valintaa ohjaa se, mihin kysymyksiin halutaan vastauksia, millaista tietoa tarvitaan, miten se hankitaan ja mistä se saadaan. Menetelmän valinta on harvoin yksinkertaista, sillä samaa tutkimusongelmaa voidaan lähestyä monin eri tavoin ja eri näkökulmista. Laadullinen tutkimusprosessi myös harvoin etenee lineaarisesti, joten välillä saatetaan joutua palaamaan syklin edelliseen vaiheeseen. Esimerkiksi analyysien avulla saadaan selville, tarvitaanko tietoa lisää ja millaista tietoa tarvitaan. Näin ollen tiedonkeruu- ja analyysivaihe liittyvät tiiviisti toisiinsa. Kvalitatiivisesta tutkimuksesta käytetään usein nimitystä aineistolähtöinen tutkimus, sillä aineiston katsotaan ohjaavan tutkimusta. (Kananen 2008, s. 56-58)

Empiirisen tutkimuksen aineistoa voi siis kerätä monella eri tavalla. Yleisimmät menetelmät ovat havainnointi, haastattelu ja kirjallinen materiaali. Metsämuuronen (2001, s. 38) mainitsee tiedonhankintamenetelmiksi myös mm. valokuvat ja elokuvallisen materiaalin, projektiivisten tehtävien sekä elämäkerrallisen aineiston käyttö aineiston hankinnassa. Kananen (2008, s. 82-85) puolestaan pitää toimintatutkimusta ja tapaus- eli case-tutkimusta myös tiedonkeruumenetelminä. Tässä tutkimuksessa on hyödynnetty kirjallista materiaalia sekä tehty haastattelu eli survey-tutkimus.

Tiedonkeräysmenetelmistä kenties leimallisimman on niin sanottu survey-tutkimus, jossa valitulta otokselta hankitaan tietoja kyselemällä tai haastattelemalla. Haastattelututkimus tehdään suullisesti ja kyselytutkimuksessa vastaajilta kerätään tietoja kyselylomakkeen avulla. Näitäkin menetelmiä voidaan yhdistää, jolloin ensin suoritetaan henkilöhaastattelu ja tämän jälkeen sama henkilö vastaa vielä kyselylomakkeeseen. Haastattelu- ja kyselymenetelmät soveltuvat monenlaisen aineiston keräämiseen ja erityisesti niitä käytetään, kun halutaan selvittää täsmällisiä tosiasiatietoja tai arvionvaraisia tosiasiatietoja. Survey-tutkimuksia käytetään myös, kun halutaan selvittää vastaajien tietoja, mielipiteitä, asenteita, arvoja ja ideologiaa. (Uusitalo 2001, s. 90-93)

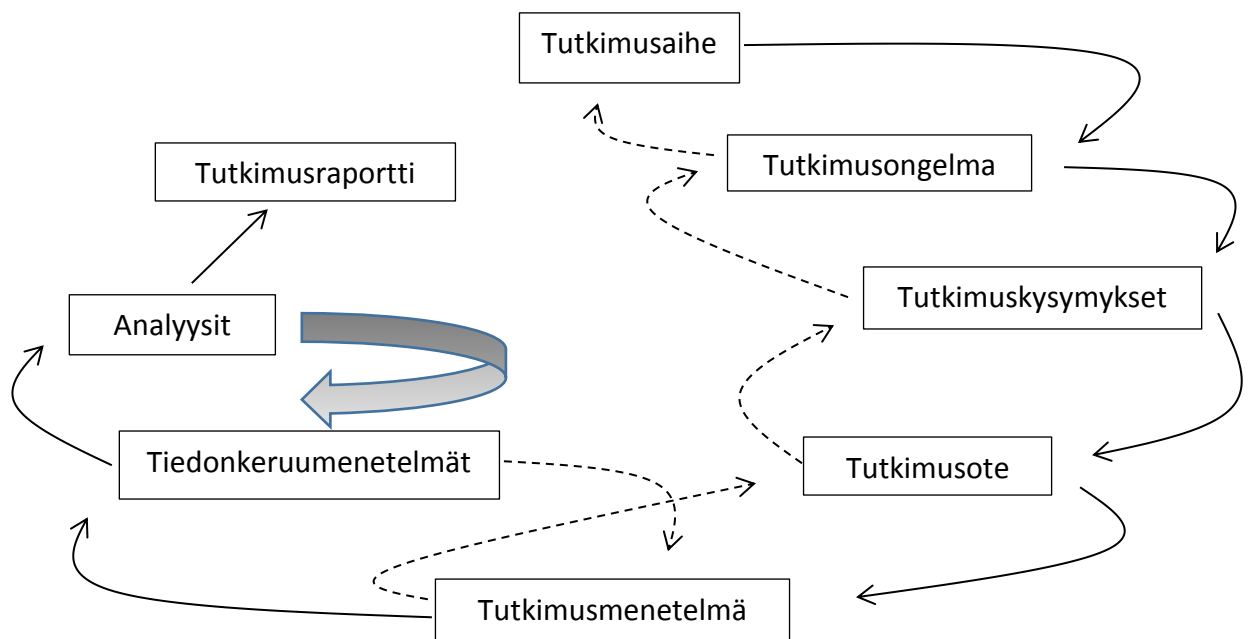
Haastattelut voidaan jakaa klassisen jaon mukaan strukturoituihin haastatteluihin, puolistrukturoituihin haastatteluihin ja avoimiin haastatteluihin. (Metsämuuronen 2001, s. 41-42) Näiden lisäksi Kananen (2008, s. 73) mainitsee kirjassaan myös teemahaastattelut omaksi menetelmäkseen. Strukturoitu haastattelu on yleensä kyselylomakehaastattelu, jossa kysymykset ja vastausvaihtoehdot ovat jo valmiiksi määritellyt ja näiden järjestys on kaikille haastateltaville sama. Puolistrukturoidussa haastattelussa kyselylomakkeessa on kaikille samat kysymykset, mutta vastausvaihtoehdot puuttuvat. Teemahaastattelussa puolestaan haastateltavan kanssa käydään jo ennakkoon läpi aihealueet, eikä kysymykset ole mitenkään tarkasti määritellyjä tai välttämättä kaikille samassa järjestyksessä. Avoimelle haastattelulle on tyypillistä keskustelun omainen vapaa ilmapiiri, eikä haastattelijalla välttämättä ohjaile keskustelua vaan materiaali jäsenellään vasta jälkikäteen. (Kananen 2008, s. 73)

Kirjalliset aineistot muodostavat osan jokaista tutkimusta, sillä omaa tutkimusongelmaa sivuaviin tutkimuksiin ja niiden tuloksiin tutustuminen on välttämätön osa tutkimusprosessia. Erilaisilla dokumenteilla tarkoitetaan kaikkea kirjallista aineistoa sekä kuva- ja äänimateriaalia. Aineistona voi olla aikaisemmat tutkimukset, erilaiset tilastot, erityyppiset henkilökohtaiset dokumentit, erilaiset organisaatioiden asiakirjat sekä joukkotiedotuksen ja kulttuurin tuotteet. (Uusitalo 2001, s. 94) Kirjallisia materiaaleja voidaan käyttää joko haastattelujen tukena tai sellaisenaan ja esimerkiksi triangulaatiossa, kun tutkimukselle haetaan eri dokumenttien avulla enemmän uskottavuutta. (Kananen 2008, s. 80-81)

Laadullinen tutkimus on melko joustava niin aineistojen, kun menetelmienkin suhteen. Samaa aineistoa voidaan käsitellä eri menetelmillä ja joskus jopa määrällisen tutkimuksen keinoin. Määrällisessä tutkimuksessa materiaalin tilastolliset analysointimenetelmät ovat tarkkoja ja menetelmän käyttö riippuu muuttujien rakenteesta. Laadullisen tutkimuksen analyysimenetelmiä on monenlaisia kuten litterointi, koodaus, aineistolähtöinen analyysi, teorialähtöinen analyysi, abduktiivinen analyysi, kvantifiointi, teemoittelu ja sisältöanalyysi. Kirjallisten aineistojen ja haastattelututkimusten analyysitavat ovat samanlaisia. Tämän työn aineistojen analysointia kuvaa parhaiten abduktiivinen analyysi, jossa aineisto ja teoriat vuorottelevat. Analyysi lähtee aineistosta ja teoriaa on käytetty analyysin apuna. (Kananen 2008, s. 58, 88-94)

1.5 Tutkimusprosessi

Kvalitatiivisen tutkimuksen tutkimusprosessi ei etene lineaarisesti vaan sitä kuvaa parhaiten syklinen etenemismalli. Jokainen tutkimuksen vaihe vaikuttaa meneillään oleviin tutkimusprosessin vaiheisiin, sitä seuraaviin vaiheisiin ja osa toteutuu samanaikaisesti. Kvantitatiivinen tutkimus puolestaan etenee lineaarisesti vaiheittain. (Kananen 2008, s. 50)



Kuva 2. Kvalitatiivisen tutkimuksen syklinen etenemismalli (Kananen 2008, s. 50)

2. TUOTEKEHITYS

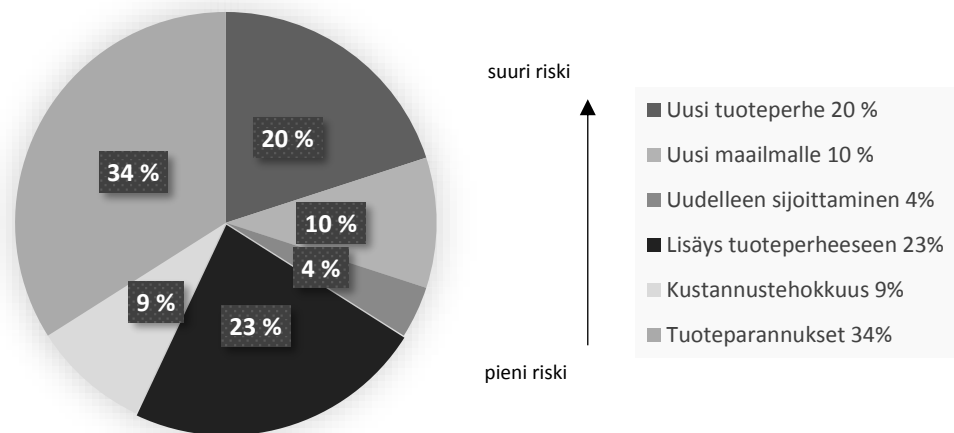
Tuotekehitys voidaan määritellä joukoksi toimintoja, joilla saadaan joko kokonaan uusia tuotteita tai palveluita markkinoille tai kehitetään jo olemassa olevia tuotteita ja palveluita. Yksinkertaisuudessaan tuotekehityksen idea on sellainen, että yritys näkee markkinoilla mahdollisuuden, johon kehitetään sopiva tuote tai palvelu. Uuden tuotteen tai palvelun syntymisen ajatellaan usein olevan innovaatioprosessin lopputulos ja tuotekehitysprosessin olevan yksi innovaation osa. Jokaiselle yritykselle tuotekehitys on erittäin tärkeä osa liiketoimintaa, sillä kilpailutilanne markkinoilla voi olla hyvinkin nopeatempoista ja muuttuvia markkinatilanteita tulisi pystyä ennakoimaan ajoissa. Teoreettisesti on mahdollista pysyä markkinoilla ilman että yritys uudistaa tuotteitaan tai palveluitaan, mutta tämä on erittäin harvinaista. Pitkäaikainen menestyminen markkinoilla saavutetaan, kun pidetään huoli siitä, että yrityksen tuotteet ovat kilpailukykyisiä. (Trott 2008, s. 388-394)

Erilaisia malleja tuotekehitysprosesseihin on olemassa paljon ja niiden hyödynnettävyys sekä käyttö eroavat riippuen ollaanko tuotekehitystä tekemässä teollisuusyrityksessä vai kuluttajille suunnatusti kaupallisessa yrityksessä. Teollisuudessa tuotteiden elinkaari on huomattavasti pidempi kuin kuluttajatuotteiden, mutta nykyinen trendi on sen suuntainen, että asiakkaat vaativat myös niiltä käyttömukavuutta. Tämä antaa oman haasteensa teollisuusyrityksille tulevaisuudessa, kun kilpailukykyä pyritään parantamaan sekä halutaan suunnata uusille markkinoille. Teollisuuden tuotekehityksen hidasteina saatetaan kokea toimialasta riippuen viranomaissäätely sekä toimialojen sisäinen vanhanaikaisuus. Asiakkaan integroiminen osaksi tuotekehitystä on kuitenkin lisääntynyt myös teollisuudessa ja tuotekehityksen tärkeää alkuvaihetta saadaan näin kustannustehokkaammaksi, nopeammaksi ja lopputulos olettavasti aiheuttaa vähemmän reklamaatioita. (Trott 2008, s. 406-411)

2.1 Uusi tuote

Uuden tuotteen tai palvelun määrittäminen voi olla hyvinkin hankalaa ja riippuen ajattelutavasta useimmat tuotteet eivät ole uusia. Vain 10 prosenttia uusista tuotteista ovat oikeasti innovaatioiden lopputuloksia ja loput ovat eri variaatioita jo olemassa olevista tuotteista.

Näissä täysin uusissa tuotteissa piilee suurin riski yrityksille, sillä ne ovat uusia sekä yritykselle, että globaaleille markkinoille eikä menestymistä pysty välttämättä ennustamaan. Erään luokittelun mukaan uudet tuotteet voidaan jakaa seuraaviin ryhmiin ominaisuuksiensa mukaan; uusi koko maailmalle, uusi tuoteperhe (uusi yritykselle), lisäys tuoteperheeseen, parannettu tai korjattu versio vanhasta tuotteesta, kustannustehokkuus tuotannossa ja uudelleen sijoittaminen. (Trott 2008, s. 398-403)



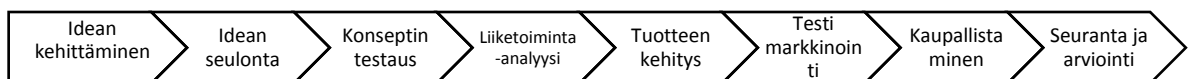
Kuva 3. Uusien tuotteiden osuudet luokiteltuna (Trott 2008, s. 401)

Koko maailmalle uudet tuotteet ovat vain pieni osa kaikista lanseerauksista ja näin ollen niillä on oma uusi markkinapaikkansa ja tuotteet ovat ainutlaatuisia. Yleensä tällaiset tuotteet syntyvät uusista keksinnöistä jotka sisältävät aivan uutta teknologiaa tai niihin on käytetty jo olemassa olevaa teknologiaa täysin uudella tavalla. Uusi tuoteperhe edustaa tuotteita, joilla on jo olemassa olevat markkinat, mutta uusi yritys tuo oman vastaavan tuotteensa näille markkinoille. Tuote on tällöin uusi valmistavalle yritykselle, mutta ei asiakkaille. Tästä on eroteltu myös omaan kategoriaansa sellaiset tuotteet, jotka ovat lisäys olemassa olevaan tuoteperheeseen. Ne ovat tarpeeksi erilaisia ollakseen omia tuotteitaan, mutta eivät kuitenkaan niin erilaisia, että ne voitaisiin erotella omaksi tuoteperheekseen. Seuraavaan kategoriaan kuuluvat tuotteet, jotka ovat paranneltuja tai korjattuja versioita alkuperäisistä tuotteista. Tällaisissa tuotteissa lisäarvoa antaa myös tuotantokustannusten alentuminen sekä parannukset käytettävyydessä ja luotettavuudessa. Tämä ryhmä edustaa suurinta osaa uusien tuotteiden lanseerauksesta. Kun taas puhutaan yksistään tuotantokustannusten alentamisesta

tuotteissa, se ei varsinaisesti näy uutena tuotteena asiakkaalle mutta yritykselle tällaiset parannukset voivat olla hyvinkin tärkeitä. Asiakas hyötyy, jos tuotteen jälleenmyyntihintaa pudotetaan, mutta varsinaisesti itse tuotetta ei pyritä kehittämään vaan valmistusmenetelmää. Tuotantoprosessin kehittäminen ja materiaalien vaihtaminen valmistuksessa ovat tärkeässä roolissa, kun pyritään alentamaan kokonaiskustannuksia. Kyky tarjota samaa tuotetta mutta pienemmillä kustannuksilla on huomattava kilpailuetu ja lisäarvon tuottaja yritykselle. Viimeisenä ryhmänä ovat tuotteet joita sovelletaan johonkin uuteen käyttötarkoitukseen. Näin tapahtuu, kun teknologia kehittyy, kuluttajien käyttäytyminen muuttuu tai tuote ”brändätään” uudelleen. (Trott 2008, s. 398-402)

2.2 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehitysprosessi on joukko toimintoja, jotka yritys toteuttaa ideoidakseen, suunnitellakseen ja kaupallistaakseen uuden tuotteen. Tuotekehitysprosessia on määritelty useilla eri tavoilla ja näistä ehkä yleisesti kirjallisuudessa esitetyin on kahdeksan kohtainen lineaarinen prosessikaavio. Usein prosessikaavion näkee esitettynä taloudellisesta näkökulmasta katsottuna, eikä se näin ollen ota huomioon toimialojen erilaisuuksia joissa prosessi saattaa lähteä liikkeelle hyvinkin eri tavalla. Esimerkkinä lääketeollisuus jossa tuotekehityksen painopiste on vahvasti tieteessä ja ruokateollisuus jossa painopiste on kuluttajatutkimuksissa. Nykyään tuotekehitysprosessin katsotaan olevan enemmänkin joukko samanaikaisia ja rinnakkaisia prosesseja, jossa käydään aktiivisesti keskustelua sisäisesti eri osastojen välillä. Eri näkökulmat, kuten markkinoinnin ja tuotannon, tuovat prosessiin tietoa joka muutoin saattaisi jäädä pimentoon. (Trott 2008, s. 389-404)



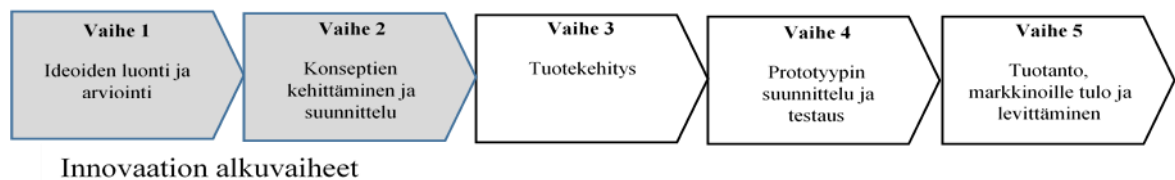
Kuva 4. Kahdeksanvaiheinen lineaarinen tuotekehitysprosessi (Trott 2008, s. 404)

Ulrich & Eppinger (2003) kuvaavat tuotekehitysprosessin sarjaksi toimintoja. Prosessi alkaa markkinoilla olevan mahdollisuuden havaitsemisesta ja loppuu tuotannon ja markkinoinnin aloitukseen. Tuotekehitysprosessi koostuu kuudesta vaiheesta. Ensimmäinen vaihe on suunnittelu, jossa määritellään projektin tehtävä ja tavoitteet. Tehtävän määritelmä muodostaa kehitystyön rungon ja toimii pohjana toiselle vaiheelle, konseptin kehittämiseksi. Konseptin kehitysvaihe on tärkeä lopullisen tuotteen toiminnallisuuden kannalta ja sen aikana tehdyt päätökset vaikuttavat läpi prosessin. Konseptin kehittäminen alkaa asiakastarpeiden tunnistamisella ja niiden muuttamisella teknisiksi ominaisuuksiksi.

(Ulrich & Eppinger 2003, s. 2 - 16)

Prosessin muut vaiheet ovat systeemitason suunnittelu, yksityiskohtainen suunnittelu, testaus ja tuotannon käynnistäminen. Tuotekehitysprosessin tavoitteena on luoda useita tuote-konsepteja, joita muokataan, kehitetään ja vertaillaan prosessin edetessä systeemin eri tasoilla. Tuotekehitysprosessin lopputuloksena on valmis tuote, joka täyttää alussa asetetut tavoitteet ja jota voidaan valmistaa yrityksen tuotantoprosessissa.

(Ulrich & Eppinger 2003, s. 13 - 14)

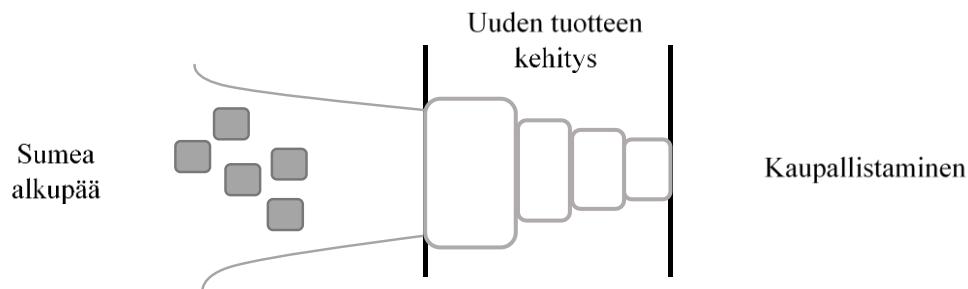


Kuva 5. Innovaatioprosessi ja sen alkuvaiheet (Herstatt et al., 2004)

2.3 Tuotekehityksen alkupään prosessi

Tuotekehityksen alkuvaiheet on yleensä jaettu seuraaviin osiin; ideoiden luominen, ideoiden seulonta, konseptin kehitys ja konseptin testaus. (Trott 2008, s. 403) Tämä on siis vaihe, jolloin ei vielä ole varsinaista fyysistä tuotetta ja konseptin muuttaminen ja muokkaaminen

on vielä helppoa. Tästä tuotekehityksen alkupäästä käytetään myös nimitystä tuotekehityksen sumea alkupää (Fuzzy Front End, FFE). Sanana ”sumea” kuvaa hyvin alkupään tilannetta, jolloin tieto on hajanaista, rajallista tai osin epäselvää. Ajanjakso pitää sisällään toiminnot uusien mahdollisuuksien etsimisestä, ideoinnista, tuotekonseptien kehityksen ja vertailun, sekä lopullisen investointipäätöksen jonka jälkeen siirrytään konseptitasolta varsinaiseen tuotekehitysprosessiin. Joissain tapauksissa saattaa olla hankalaa erottaa missä vaiheessa sumea alkupää loppuu ja varsinainen tuotekehitysprosessi alkaa, mutta yleensä sen katsotaan päättyneeksi, kun konseptia aletaan virallisesti kehittää. Innovaatioprosessi voidaan karkeasti jakaa kolmeen osaan, jossa sumean alkupään ja tuotekehitysprosessin jälkeen viimeisenä vaiheena on tuotteen tai palvelun kaupallistaminen.



Kuva 6. Innovaatioprosessin kolme osaa (Koen et al., 2002, s. 6)

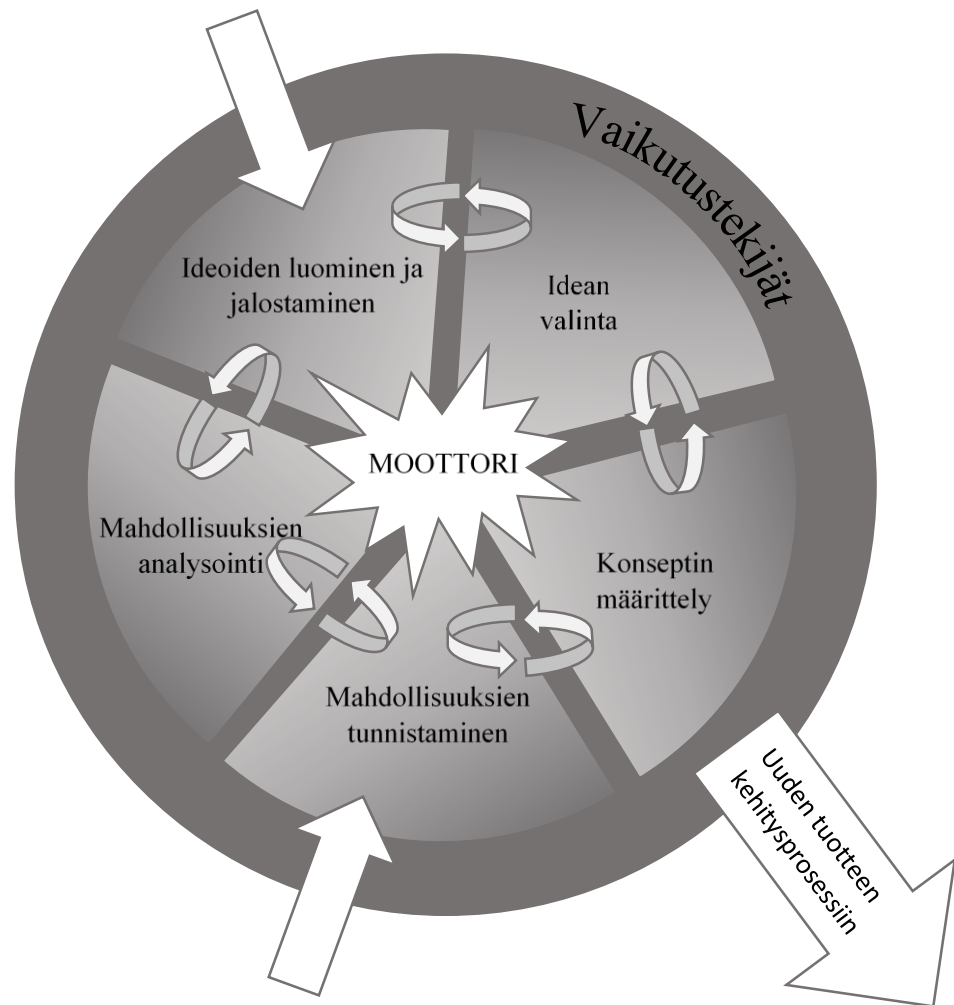
Tärkeystään huolimatta, yritykset usein laiminlyövät ideoiden luomisvaiheen. Se johtuu usein siitä, että ideoiden synnyn nähdään olevan sattumanvaraista ja ideat syntyvät aavistuksista ja vahingoista. Tälle aloitusvaiheelle ei välttämättä ole olemassa virallista rahoitusta eikä aikataulua ja ideoita syntyy joko ryhmissä tai itsenäisesti. Se kuvaa hyvin alkuvaiheen niin sanottua epämääräisyyttä, kun taas itse tuotekehitysprosessi on tarkasti tietylle ryhmälle budjetoitu ja aikataulutettu projekti jolla on tarkka päämäärä. Vaikka sumean alkupään toiminnot eivät vaadi yritykseltä suuria investointeja se saattaa viedä ajallisesti jopa 50 prosenttia tuotekehityksestä. Tässä ajanjaksossa tehdään myös useita tärkeitä päätöksiä koskien aikatauluja, rahoitusta ja tietenkin kaikkea mikä koskee kehitteillä olevaa tuotetta. Sumea alkupää antaa koko tuotekehitysprosessille suunnan ja sen vuoksi yritysten pitäisi ajatella sitä erittäin tärkeänä osana tuotekehitystä ja ottaa se mukaan, kun katsotaan uuden tuotteen

kehitysaikaa. On huomioitavaa, että tuotekehityksen kustannukset nousevat sumean alkupään jälkeen merkittävästi. Seuraavissa vaiheissa konseptin kehitykseen liittyvät mukaan sidosryhmät jotka esimerkiksi suunnittelevat kuinka tuote valmistetaan, mitä materiaaleja käytetään ja tehdään alustavia markkina-analyyseja. Prosessin myöhempien vaiheiden toiminnot tehostuvat ja virhealttius vähenee, kun prosessin alkuvaiheet jäsennellään huolellisesti ja laadullisia menetelmiä hyödynnetään tehokkaasti. Kaikki tämä parantaa markkinoilla menestymisen todennäköisyyttä. (Cagan 2002, s. 106)

2.4 Konseptin kehittäminen

Koen et al. (2002) mukaan sumean alkupään prosessi pitää sisällään konseptin kehittämisen. Konseptin kehittämisprosessissa on viisi vaihetta: mahdollisuuksien tunnistaminen, mahdollisuuksien analysointi, ideoiden luominen ja kehittäminen, idean valinta ja konseptin määrittely. Prosessin aikana tehdään ratkaisevia päätöksiä markkina-alueen, kohdeasiakkaiden, yritysstrategian kohdentamisen sekä saatavilla olevien teknologioiden ja resurssien suhteen. Prosessi ei etene lineaarisesti vaiheesta toiseen tietyssä järjestyksessä, vaan työskentely on iteratiivista ja eri vaiheet täydentävät toisiaan. Prosessin tuotoksena syntyvä valmis tuotekonsepti siirretään jatkokehitykseen varsinaiseen tuotekehitysprosessiin (NPD), jossa konseptista kehitetään lopullinen lanseerattava tuote. Konseptin kehittämisprosessia kuvaa NCD-malli (kuva 7). (Koen et al., 2001, s. 49)

NCD-mallin ulkokehän muodostavat vaikuttavat tekijät, joita ovat organisaation kyvykkyydet, yritysstrategia, hyödynnettävät teknologiat, asiakas- ja kilpailutekijät. Vaikuttaviin tekijöihin lasketaan myös toimintaympäristö, johon kuuluvat esimerkiksi lainsäädäntö, sosioekonomiset trendit ja poliittiset päätökset. Tuotekehityksessä epäonnistuminen saattaa johtua huonosti toteutetusta vaikuttaviin tekijöihin liittyvästä taustatyöstä. Käytettävissä olevien teknologioiden ymmärtäminen on tärkeää, sillä tuotekehitys perustuu teknologiseen osaamiseen. Vaikuttavat tekijät ovat jatkuvasti muuttuvia ja yritysten tulisikin pystyä reagoimaan niissä tapahtuviin muutoksiin mahdollisimman nopeasti. (Kim & Wilemon 2002, s. 271; Koen et al., 2001, s. 49; Koen et al., 2002, s.10–12)



Kuva 7. NCD-malli (The New Concept Development Model) (Koen et al., 2002, s. 8)

NCD-mallin keskiön muodostaa moottori, joka tukee koko ideointiprosessia. Moottori pitää sisällään mm. yrityksen johdon, liiketoimintastrategian ja yrityskulttuurin. Moottorin tehtävänä on luoda edellytykset tehokkaaseen ideointiin ja innovaatiotoimintaan osana yrityksen jokapäiväistä toimintaa yrityksen strategiaa tukien. Yrityksen johdon tulisi tukea innovointia ja yrityskulttuurin tulisi sallia riskienotto ja eriävät mielipiteet. (Koen et al., 2002, s. 12–13)

Mahdollisuuksien tunnistaminen -vaiheessa pyritään tunnistamaan mahdollisuuksia, joita yritys voi hyödyntää toimintansa kehittämisessä. Erityisen tärkeää on arvioida tulevaisuuden

menestysmahdollisuudet. Mahdollisuus voi liittyä liiketoiminnan viemiseen täysin uuteen suuntaan tai olemassa olevien tuotteiden ja tuotantomenetelmien parannuksiin. Se voi liittyä myös uuteen tuotealustaan, valmistusprosessiin, palvelutarjontaan tai uusiin markkinointikanaviin. Luovan ajattelutavan ylläpitäminen auttaa tunnistamaan potentiaalisia mahdollisuuksia ja sitä tukevia menetelmiä ovat aivoriivet, kalanruotoanalyysit, ajatuskartat jne. Työkaluja tulevaisuuden mahdollisuuksien arviointiin ovat kehittämissuunnitelmat, teknologian ja asiakkaiden trendianalyysit, kilpailukykyanalyysi, markkinatutkimus ja skenaariosuunnittelu. (Koen et al., 2002, s. 15 - 17; Koen et al., 2001, s. 49 - 50)

Mahdollisuuksien analysointi -vaiheessa löydettyjä mahdollisuuksia tutkitaan ja analysoidaan yksityiskohtaisemmin. Vaiheen aikana analysoidaan mahdollisuuksiin liittyviä markkinoita, kohdeasiakkaita, teknologioita ja kehitystarpeita. Mahdollisuuksien analysointiin käytetty aika määräytyy siitä, kuinka potentiaalinen mahdollisuus on ja kuinka hyvin se sopii yrityskulttuuriin ja -strategiaan. Mahdollisuuksien analysoinnilla pyritään estämään liian vähäiseen tietoon perustuvat virhearvioinnit konseptin kehittämisessä. Mahdollisuuksien analysoinnissa käytetään samoja työkaluja kuin mahdollisuuksien tunnistamisessa, mutta huomio kiinnitetään yksityiskohtiin.

(Kim & Wilemon 2002, s. 271; Koen et al., 2001, s. 50; Koen et al., 2002, s. 17)

Ideoiden luominen ja kehittäminen -vaiheessa mahdollisuuksista kehitetään konkreettisia ideoita. Tämä vaihe on iteratiivinen prosessi, jossa ideat syntyvät, niitä yhdistellään, muokataan ja kehitetään paremmiksi. Idean luominen ja mahdollisuuden tunnistaminen -vaiheet etenevät toinen toistaan ruokkien, mutta idea voi tulla myös organisaation ulkopuolelta. Yhteistyö yrityksen sidosryhmien kanssa on tärkeää ideoiden kehittämisessä. Vaiheen suorittamisen apuna voidaan hyödyntää aivoriiviä sekä systemaattisia lähestymistapoja, kuten TRIZ:n menetelmiä ja työkaluja. Idean luominen ja kehittäminen -vaiheen tuloksena on kuvaus ideasta tai tuotekonseptista. (Koen et al., 2002, s. 19-21)

Idean valitseminen on konseptin kehittämisen kriittinen vaihe. Tässä vaiheessa päätetään mitä ideaa lähdetään jatkokehittämään, tavoitteen ollessa mahdollisimman suuri arvon tuottaminen yrityksen liiketoiminnalle. Lopullinen idean valinta suoritetaan yleensä yksittäisen ihmisen toimesta, mutta valinnassa voidaan käyttää myös järjestelmällisempiä menetelmiä.

Mikäli idean valitseminen halutaan tehdä järjestelmällisemmin, esim. portfoliomethodin avulla, tulisi organisaation käytössä olla paljon tietoa ja ymmärrystä eri vaihtoehtoista. Yksi keino valita idea on valita lupaavia vaihtoehtoja ja kilpailuttaa niitä, kunnes paras tuotekonsepti erottuu joukosta. Valittu idea voi olla vielä hieman avoin, jotta sitä voidaan tarvittaessa jatkokehittää. (Kim & Wilemon 2002, s. 273-274; Koen et al., 2001, s. 51; Koen et al., 2002, s. 22-25)

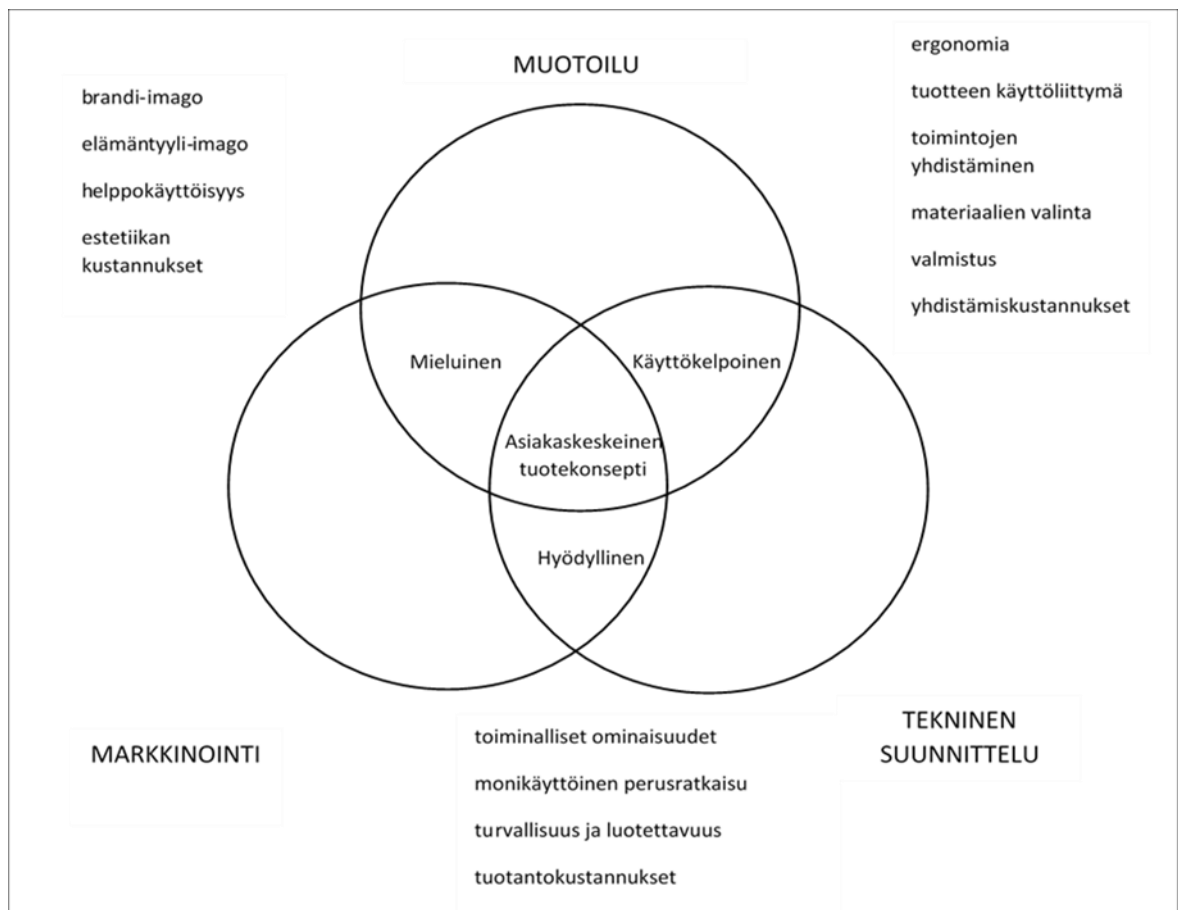
Konseptin määrittely on konseptin kehittämisprosessin viimeinen vaihe, jota joissain yhteyksissä pidetään myös varsinaisen tuotekehitysprosessin ensimmäisenä vaiheena. Tässä vaiheessa kehitetään tuotekonseptin liiketoimintamalli, joka perustuu tutkimuksiin ja arvioihin markkinapotentiaalista, asiakastarpeista ja kilpailutilanteesta. Lisäksi selvitetään investointitarpeet ja teknologian epävarmuudet. Tämän vaiheen jälkeen uuden tuotteen konsepti on selvillä ja se on valmis siirrettäväksi varsinaiseen tuotekehitysprosessiin, joten tiedossa tulisi olla myös tuotteen riskit, tavoitteet, tarkat suunnitelmat, resursointi, aikataulutus ja muu varsinaisen tuotekehityksen tarvitsema tieto. (Koen et al., 2001, s. 51; Koen et al., 2002, s. 26-29)

Konseptin suunnitteluvaiheessa tärkeässä roolissa ovat kehitystyöhön osallistuvat ihmiset. Yrityksen tulisikin valita oikeanlaisia ihmisiä sekä alkuvaiheen ydintiimiin, että tiimien sisäisiin sidosryhmiin. Prosessin luonteen takia, myös tiimin pitää muuttua prosessin mukana jolloin siihen osallistuu eri ihmisiä eri vaiheissa. Kun halutaan kehittää tuotteita käyttäjakeskeisesti, kannattaa aina hyödyntää myös ulkopuolinen apu, jos siihen on yrityksellä resursseja. Erilaisten konsulttien, alihankkijoiden ja asiantuntijoiden tietämys eri osa-alueilta antaa suunnitteluun uusia näkemyksiä. (Cagan 2002, s. 135-136)

2.5 Asiakaslähtöinen tuotekehitys

Asiakkaan integroimisesta mukaan tuotekehitysprosessiin puhutaan paljon tiedotusvälineissä sekä kirjallisuudessa, mutta silti todellisuudessa se ei ole niin yleistä monellakaan teollisuudenalalla. Siihen miksi asiakkaita ei enempää hyödynnetä tuotekehityksessä löytyy varmasti monia syitä mutta suurimpana ongelmana tähän on etäiset suhteet asiakkaiden ja tuottajien välillä. Nykyään kuitenkin teknologia mahdollistaa yhä innovatiivisempia tapoja

ottaa asiakkaat mukaan tuotekehitysprosessiin ja parantaa näin kommunikaatiota osapuolten välillä. Esimerkiksi kaupallisilla markkinoilla on kehitetty erilaisia internet työkaluja, joilla asiakas voi itse räätälöidä tuotteen sellaiseksi kuin haluaa ja yritys valmistaa tuotteen näiden vaatimusten mukaan. Asiakas voidaankin nähdä erilaisissa rooleissa tuotekehityksessä; tietojen lähteenä, osana kehitystyötä ja tuotteen tai palvelun käyttäjänä. Näin ollen asiakas on mukana tuotekehitysprosessissa eri vaiheissa (ideointi, tuotteen suunnittelu, tuotteen testaus, tuotetuki), riippuen siitä missä roolissa yritys asiakasta haluaa hyödyntää. (Trott 2008, s. 406)



Kuva 8. Käyttäjakeskeinen tuotekehitys (Cagan 2002, s. 141)

Tutkimukset osoittavat, että varsinkin teollisuudessa asiakkaat ovat tärkeä tietolähde tuotekehityksen alun ideointivaiheessa ja varsin merkittävä prosenttiosuus uusista tuotteista on asiakkailta lähtöisin. Kaupallisten tuotteiden näkökulmasta asiakkaita lähinnä hyödynne-

tään, kun yritetään löytää uusia markkinarakoja. Keinoja tiedon ja ideoiden keräämiseen asiakkailta on monenlaisia. Tuotekehitykseen osallistumisen lisäksi informaatiota saadaan perinteisillä haastatteluilla tai havainnoimalla ja analysoimalla tilannetta missä asiakas käyttää tuotetta. (Baker & Hart 2007, s. 225-228)

Uusien trendien myötä, yritykset ovat muuttaneet tapaa jolla ne pyrkivät perehtymään asiakkaisiinsa ja heidän tarpeisiinsa ja toiveisiinsa. Esimerkiksi etnografiset tuotetutkimukset auttavat arvomahdollisuuksien määrittämisessä, kun mietitään asiakkaiden toivomia ominaisuuksia. Myöskin brändien hallintaan on alettu kiinnittää enemmän huomiota, kun yritykset ovat oivaltaneet hyvän brändin tuovan useasti merkittävää kilpailuetua markkinoilla. Caganin (2002) mukaan tuotekehityksessä on siirrytty massatuotannosta ja -kulutuksesta ajanjaksoon, jota voidaan kutsua asiakaskohtaistamisen ajaksi. Silti liian usein yritykset pyrkivät räätälöimään tuotteitaan ennen kuin ovat selvittäneet asiakkaiden todelliset tarpeet. (Cagan 2002, s. 176 - 180)

Asiakaslähtöisen tuotekehityksen perustana on perusteellisesti tehty asiakastarvekartoitus, jolla nimenomaan pyritään selvittämään asiakkaiden todelliset tarpeet ja toimimaan niiden mukaisesti. Näin yritys pystyy saavuttamaan etua kilpailijoihin sekä saamaan tehokkuutta ja tarkkuutta omaan kehitystoimintaansa. Kun kehitystoiminnan alkuvaiheeseen panostetaan ja selvitetään asiakkaiden vaatimukset ja tarpeet jo hyvissä ajoin, säästetään aikaa ja rahaa kehitystyön myöhemmissä vaiheissa ja näin koko prosessi lyhenee merkittävästi. Alkuvaiheeseen, kuten asiakastarvekartoituksen tekemiseen, panostaminen kannattaa, sillä silloin tehdään koko tuotekehitysprosessin kannalta tärkeimmät päätökset.

(Kärkkäinen et al., 2004, s 5-6)

Asiakastarvekartoituksen tekemiseen on olemassa monenlaisia keinoja, kuten haastattelut, kyselyt, kohderyhmä analyysit ja toimiala raportit. Tuotekehityksen kohdentamisen kannalta on oleellista löytää tärkeimmät kehitettävät tuoteominaisuudet asiakkaan kannalta. QFD on menetelmä, jonka avulla asiakkaan tarpeet ”voice of customer” pystytään muuntamaan systemaattisella tavalla tuoteominaisuuksiksi. Seuraavassa luvussa käydään läpi QFD:n teoriaa, sekä käyttömahdollisuuksia tuotekehityksen osana.

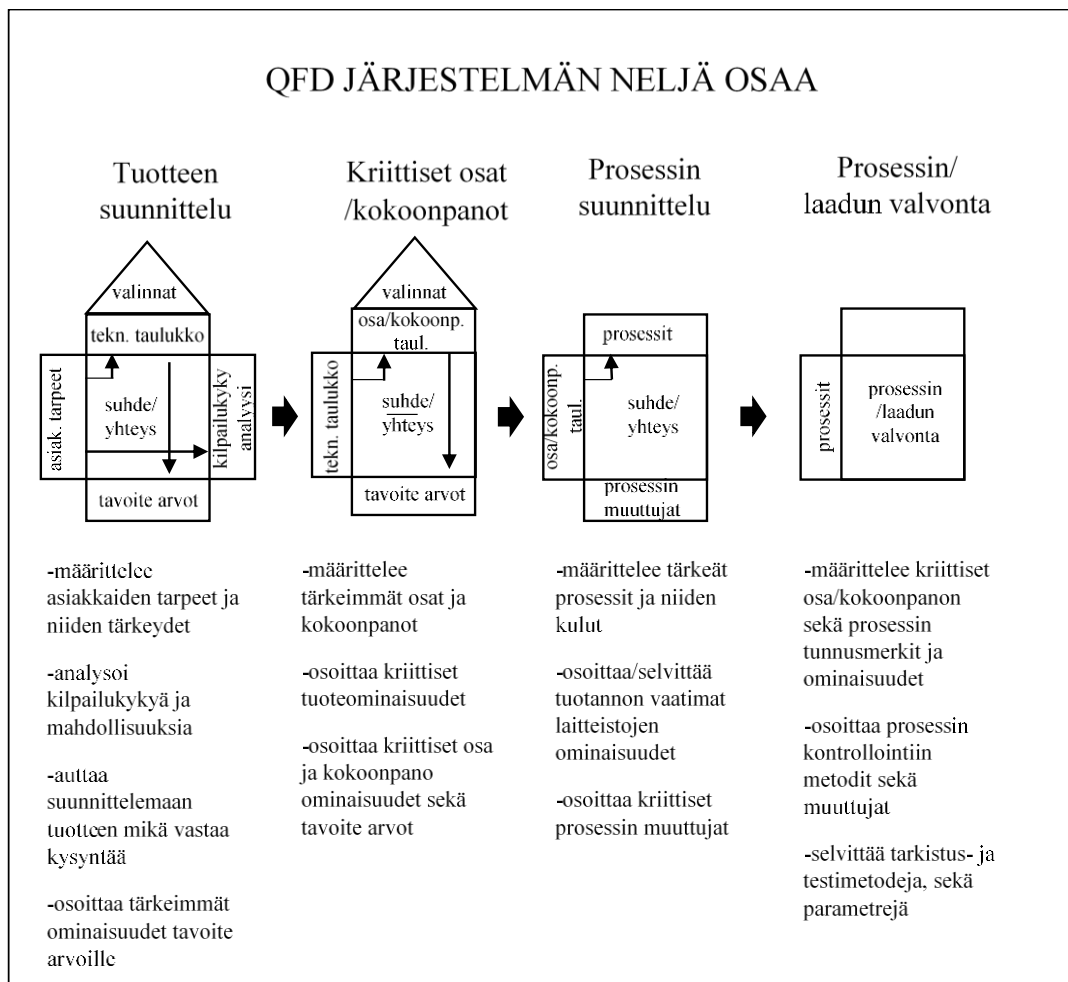
3. QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)

QFD menetelmä on alun perin kotoisin 1960 luvun Japanista, jossa sen kehittivät professori Yoji Akao sekä professori Shigeru Mizuno laatujärjestelmäksi. Ideana oli toteuttaa tuotteita ja palveluita asiakaslähtöisesti, jolloin loppuasiakkaiden tarpeet otettiin huomioon jo tuotekehitys vaiheessa. Laatu tarkasteltiin aiemmin joko tuotanto vaiheessa tai itse lopullisessa tuotteessa, nyt pyrittiin selvittämään laatu sekä asiakastyytyväisyys jo ennen tuotteen tai palvelun valmistusta. Termi ”voice of customer” kuvaa tätä prosessia, missä otetaan selvää todetuista tai ei todetuista asiakkaiden tarpeista ja vaatimuksista. Tiedon keräämiseen asiakailta on monenlaisia keinoja, kuten haastattelut, kyselyt, kohderyhmä analyysit ja toimiala raportit. Saatu informaatio käsitellään joko tuotekehitys matriiseissa tai niin kutsutussa laadun talossa ”The house of quality”, joka on nelivaiheisen QFD-järjestelmän ensimmäinen osa. Akao ja Mizuno kehittivät nämä työvälineet ja tekniikat yhdessä muiden japanilaisten laatujohtajien kanssa. Toisen maailmansodan jälkeen tilastollinen laaduntarkkailu alkoi yleistyä japanilaisissa teollisuusyrityksissä ja ymmärrettiin laadun merkitys koko tuotekehitys- ja valmistusprosessissa. Näin laadusta tuli osa yrityksen liiketoimintaa sekä strategiaa ja se tunnetaan nykyään laatujohtamisena (TQM total quality management). QFD menetelmän otti ensimmäisenä käyttöön japanilainen Mitsubishi Heavy Industries ja se olikin alun perin suunniteltu autoteollisuuden käyttöön. Nykyään QFD:tä käytetään fyysisten tuotteiden lisäksi myös palvelujen kehittämisessä, ja sen käyttö on levinnyt laajalti ympäri maailmaa. QFD menetelmän käytön voidaan olettaa kasvavan myös tulevaisuudessa ja erityisesti kun pyritään kehittämään uusia tuotteita markkinoille ja kun asiakkaiden kanssa halutaan parempaa yhteistyötä. (Akao & Mazur 2003, s. 20-31)

3.1 QFD prosessi

QFD matriisit ovat hyvä kommunikaatioväline prosessin jokaisessa vaiheessa, antaen lisäarvoa tuotekehitysketjuun sen alusta päätöksen tekoon asti. QFD:n käyttö vaatii yhteistyötä yrityksen jokaiselta osastolta, ottaen huomioon kaikkien osallisten näkökannat muun muassa markkinoinnin, suunnittelun, tuotannon, talousosaston, teknisen tuen jne. Se on siis menetelmä, jolla asiakkaan tarpeet ”voice of customer” voidaan muuntaa systemaattisella tavalla

tuoteominaisuuksiksi. Tarvittaessa muuntamista jatketaan vastaavalla tavalla prosessin ominaisuuksiksi ja valmistuksen ohjeiksi saakka. QFD:n avulla erilaista tavaroiden ja palvelujen kehittämisen kannalta kriittistä tietoa voidaan kerätä ja esittää havainnollisessa ja tiiviissä muodossa suunnittelun helpottamiseksi. (Kärkkäinen et al. 2004, s 3 B7). Kaikkien eri osastojen aktiivista osallistumista tarvitaan parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Näin saadaan nostettua mahdollisesti esiin myös niin sanottua piilotettua tietoa, mikä muutoin saat-taisi jäädä vain jonkun henkilön tai osaston tietoon. QFD ottaa asiakkaat paremmin huomi-oon ja mahdollistaa myös tuotekehitysajan lyhentymisen. Prosessi tarjoaa järjestelmällisen viitekehyksen esimerkiksi eri laatu- ja ominaisuuksien yhteensovittamiselle ja samalla se mahdol-listaa yhteisen kielen löytämisen koko organisaatiolle. (Baker & Hart, 2007, s. 187-188)



Kuva 9. QFD järjestelmän osat (Grinting et al., 2016, s. 6)

QFD-järjestelmään kuuluu neljä osaa, joita käytetään tuotekehitysprosessissa. Jokaisessa vaiheessa tehdään yksi tai useampi matriisi auttamaan suunnitteluprosessia ja kommunikointia. Ensimmäinen vaihe on tuotteen suunnittelu ja siinä asiakkaiden tarpeiden selvittämisen jälkeen yleensä käytetään apuna QFD:n tunnetuinta työkalua eli laadun taloa ”the house of quality”. Tämän jälkeen identifioidaan kriittiset osat ja kokoonpanot, jonka jälkeen päästään prosessin suunnitteluun. Viimeinen vaihe käsittelee prosessin ja laadun valvontaa. (Baker & Hart 2007, 187 – 188) Näitä vaiheita voidaan kutsua myös asiakaskeskeiseksi näkökulmaksi, kilpailukeskeiseksi näkökulmaksi, tuotekeskeiseksi näkökulmaksi ja valmistuskeskeiseksi näkökulmaksi. (Lipponen 1993, s. 86-87)

Ennen QDF prosessin aloittamista on syytä perehtyä huolella markkina-alueeseen, jossa kehitettävä tuote tai palvelu on tai tulee olemaan, sekä eri asiakaskohderyhmiin. Muutoin prosessin aloitus saattaa olla liian huteralla pohjalla, eikä parasta lopputulosta saavuteta.

3.2 Laadun talo

Japanilaisen QFD-järjestelmän pohjalta on laadittu amerikkalainen sovellus, joka tunnetaan nimellä ”The house of Quality” tai QFD1. Laadun talo on kaavio ja työmenetelmä, joka antaa koko suunnitteluprosessille viitekehyksen. (Lipponen 1993, s. 86-87). Yhtenä QFD:n metodina Laadun talo on niistä se kaikkein tunnetuin ja laajimmin käytetty. Se auttaa muuntamaan markkinointitutkimuksista ja asiakaskyselyistä saadut asiakkaiden toiveet tuotannolle sopivaksi tiedoksi, jonka lopputuloksena pystytään luomaan paremmin uusia tuotteita ja palveluita. Pohjimmiltaan se on niin sanottu hermokeskus ja moottori, joka pitää koko QFD prosessin liikkeessä. (Chang et al., 2005, s. 119-120)

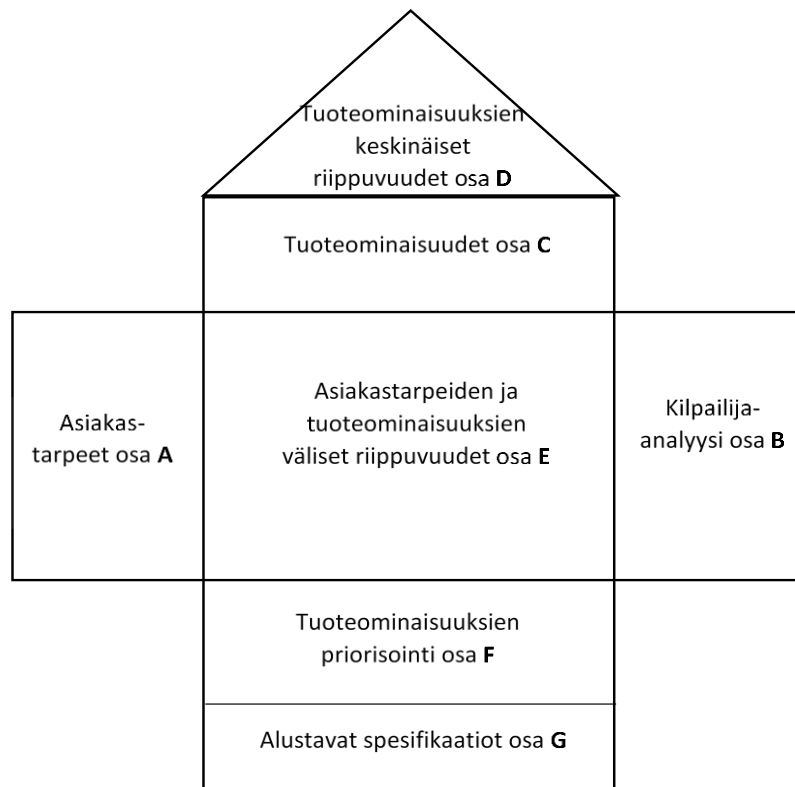
Laadun talosta on monta erilaista versiota, mutta sen kyky mukautua aina tietyn ongelman vaatimuksiin tekee siitä hyvin vahvan ja luotettavan menetelmän. Laadun talon yleisin versio sisältää kuusi pääkomponenttia, joita prosessoimalla pystytään rakentamaan nimensä mukaisesti taloa muistuttava kaavio. ”The voice of the customer” eli asiakkaan ääni on koko prosessin ensimmäinen askel ja lähtökohta. Onkin siis hyvin tärkeää aluksi määrittää, täsmentää ja eritellä asiakkaan tarpeet ja toiveet. Huolellisesti tehty esityö antaa hyvän pohjan onnistumiseen asiakaslähtöisessä tuotekehityksessä. QFD:n avulla on tarkoitus saada

asiakastarpeet ohjaamaan tehokkaasti myös myöhempiä kehitystoimenpiteitä. Menetelmää voidaan käyttää joko uutta tuotetta tai palvelua suunniteltaessa, tai jo olemassa olevaa tuotetta tai palvelua arvioitaessa uudelleen. (Mehrerdi 2010, s. 617-618)

Laadun talo matriisin keskeisin sisältö muodostuu asiakkaiden tarpeista ja tuotteen ominaisuuksista, joihin haetaan yhteydet järjestelmällisesti taulukon avulla. QFD voidaankin karkeasti jakaa näihin kahteen pääosaan; asiakastaulukoksi kutsutaan matriisin vaakasuoraa osaa ja tekniseksi taulukoksi kutsutaan vastaavasti matriisin pystysuuntaista osaa. Asiakastaulukko pitää sisällään prosessin kaksi ensimmäistä osaa eli A ja B vaiheet. Sillä selvitetään yritykselle tarkasteltavien asiakkaiden tarpeet, tarpeiden keskinäiset tärkeydet sekä kuinka tyytyväinen asiakas on yritykseen ja sen tärkeimpiin kilpailijoihin. Tekninen taulukko pitää sisällään loput vaiheet eli osat C, D, E, F ja G. Näillä osilla selvitetään kuinka yritys voi vaikuttaa asiakastarpeiden tyydyttämiseen ja millaisia tuoteominaisuuksia tarvitaan, että päästään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen asiakkaan silmissä sekä yleensä markkinoilla. Johtopäätöksenä pystytään selvittämään mihin ominaisuuksiin kannattaa panostaa eniten ja mihin tuotekehityksessä pyritään vaikuttamaan. Tekninen taulukko auttaa tekemään niin sanotusti oikeita asioita tehokkaasti, koska se auttaa näkemään ja prosessoimaan asiakastarpeiden ja tuoteominaisuuksien väliset yhteydet selkeällä tavalla. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 4-17 B7)

Aina teknistä taulukkoa ei tarvita, jos yrityksellä on esimerkiksi aikataulullisia ongelmia. Tuotekehitysprosessia pystytään tekemään myös kahden ensimmäisen vaiheen perusteella, sillä asiakastaulukon tekeminen usein avaa uusia näkökulmia ja keskusteluyhteyksiä yrityksen ja asiakkaan välille. QFD:n tärkeimmät hyödyt tulevat kuitenkin esiin vasta teknisen taulukon suorittamisvaiheessa, jolloin selvitetään asiakkaalle tärkeimmät tuoteominaisuudet. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 17 B7)

Laadun talo on seuraavaksi esitelty seitsemän vaiheisena, mutta huomioitavaa on, että menetelmästä on myös suppeampia sekä laajempiakin versioita kuten esimerkiksi Chang et al. (2005) artikkelissa esitelty yhdeksän vaiheinen prosessi.



Kuva 10. Laadun talon osat (Kärkkäinen et al., 2004, s. 4 B7)

3.2.1 Asiakkaan vaatimukset OSA A

QFD prosessin ensimmäisessä vaiheessa yrityksen on laadittava jäsennelty lista asiakkaiden tarpeista ja toiveista, jotka liittyvät asiakkaan tarvitsemiin tavaroihin ja palveluihin. Puhutaan asiakkaan äänestä eli ”The voice of customer” ja sen kuuleminen on koko prosessin liikkeelle paneva voima. Asiakkaan toiveet ja tarpeet voivat olla hyvin moninaisia ja liittyä esimerkiksi teknisiin ratkaisuihin, tuotteen toimintoihin ja ulkonäköön. QFD:n avulla pyritään selvittämään asiakkaan ääni ja sen taustalla olevat tarpeet ja käyttää saatuja tietoja apuna tuotekehityksessä sekä muussa kehitystoiminnassa. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 9 B7)

Asiakastarpeita määritellään sekä yrityksen sisällä henkilökunnan keskuudessa, että suoraan asiakkailta itseltään. Yrityksen tulisi tietää ensin omasta mielestään tärkeimmät asiakastarpeet, jotta se pystyy paremmin käsittelemään asiakkailta tullutta tietoa. Yrityksen sisällä siis

ensin määritellään tuotteen tai palvelun tärkeimmät ominaisuudet tai toiminnot, ja erilaisten työkalujen avulla (tulkintataulukko, erilaiset aivoriidet) pystytään selvittämään joukko yrityksen näkökulmasta tärkeitä tarpeita. Näin saadut tarpeet tulee käydä asiakkaan kanssa läpi ja prosessin lopputuloksena saadaan joukko tarpeita matriisin rakentamisen pohjaksi ja vertailukohdaksi suoraan asiakkailta saatuihin tarpeisiin.

Asiakstarpeiden selvittämiseen suoraan asiakkailta on monia erilaisia työkaluja ja tapoja kuten haastattelututkimukset. Pitää kuitenkin varmistaa, että asiakkailta tulisi saada suoraan tarvittavat tiedot yrityksen mielipiteiden ja mielikuvien niihin vaikuttamatta. Tiedon keräämisessä on oleellista, että pyritään ymmärtämään asiakasta paremmin ja selvittämään todelliset ja tärkeät tarpeet sekä niin sanotut piilossa olevat tarpeet. Näitä piilossa ja taustalla olevia tarpeita pystytään parhaiten selvittämään esimerkiksi seuraamalla asiakasta, kun hän käyttää tuotetta. Tässä vaiheessa ei pidä sekoittaa asiakkaan tarpeita tuoteominaisuuksien kanssa. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 8-10 B7)

Tämän jälkeen molemmilta osapuolilta saatuja tietoja vertaillaan ja analysoidaan ennen matriisiin laittamista ja ainakin aluksi, jos saatujen tarpeiden määrä on suuri, on niistä hyvä karsia vähemmän tärkeitä sivuun. Sopiva määrä on alle 15 tarvetta. Jos tarpeita on paljon, kannattaa ne selkeyden vuoksi vielä ryhmitellä, jolloin sisällöltään samankaltaiset tarpeet kuuluvat samaan ryhmään. Esimerkiksi ulkonäköä koskevat tai käytettävyyteen liittyvät tarpeet tulevat omiin ryhmiinsä. Hierarkia tulee muodostaa niin, että on lyhyt ja selkeä pääotsikko ja sen alla korkeintaan 3-4 tarvetta. Ryhmittely auttaa miettimään todellisia tarpeita ja niiden sisältöä, sekä näkemään jos joku olennainen tarve on unohtumassa matriisista. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 9-11 B7)

Laadun talo matriisia täytettäessä asiakstarpeiden tärkeydet merkitään taulukkoon ja yleisesti QFD:ssä käytössä on asteikko 1-5, jossa 5 on erittäin tärkeä ja 1 vähemmän tärkeä. Myös tässä on huomioitavaa, että tärkeydet tulevat asiakkaalta suoraan eikä yritykseltä itseltään. Kehitystyössä on keskeistä löytää kaikkein oleellisimmat ja asiakkaalle tärkeät tuotteen ominaisuudet, joten tärkeyden 3 tai vähemmän saaneet tarpeet yleensä jätetään matriisista pois ainakin aluksi. Tärkeyksien määrittämisessä arvosanaa 5 ei pidä käyttää liian

usein, jotta oikeasti nähdään suunnittelun kannalta ne kaikkein tärkeimmät tuoteominaisuudet eikä ne huku muun tiedon sekaan. Arvioita tehtäessä skaalaa pitää siis käyttää koko asteikon 1-5 laajuudelta. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 11 B7)

3.2.2 Suunnittelu matriisi OSA B

Tässä osassa analysoidaan miten tuotteen ominaisuudet pärjäävät suhteessa muihin kilpailijoihin ja kuinka hyvin pärjätään markkinoilla suhteessa kilpailijoihin asiakkaan näkökulmasta. Ulkonäöltään tämä osa matriisia on usein miten graafinen ja siihen on liitetty myös yrityksen määrittämät kehitystavoitteet eri tarpeiden suhteen. Graafisuudella halutaan korostaa sitä, että QFD on myös keskustelun apuväline eikä pelkästään matemaattinen ongelmanratkaisu.

Suunnittelumatriisi tehdään siis kahdessa vaiheessa, joista ensimmäisessä kartoitetaan kilpailijat jotka tuottavat samanlaisia tuotteita tai palveluita. Kilpailija-analyysiin otetaan yleensä selkeyden vuoksi mukaan vain 1-3 tärkeintä kilpailijaa vaikka niitä olisi kartoitettu enemmänkin. Asiakkaita voidaan pyytää arvioimaan asteikolla 1-5 (5= paras suoritus, 1= huonoin suoritus) asiakastarpeet sekä oman yrityksen osalta, että kilpailijoiden osalta. Näin saadaan parempi kuva siitä, miten oma yritys sijoittuu markkinoilla kilpailijoihin nähden.

Toisessa vaiheessa asetetaan realistiset kehitystavoitteet, joissa määritellään kunkin asiakastarpeen kohdalle, miten sitä pyritään parantamaan. Tämä on tehtävä niin, että sitä pystytään vertaamaan edellisen osan suorituskyky arvioon. Kehitystavoitteita asetettaessa tulee muistaa ottaa huomioon muitakin tärkeitä asioita kuten yrityksen tekniset resurssit, yleiset tavoitteet ja strategiat, käytettävissä oleva aika sekä kustannukset. Kaikkien tarpeiden osalta ei pidä pyrkiä olemaan erittäin hyvä tai paras, vaan ominaisuuksissa tulisi ennemminkin pannaostaa asiakkaalle tärkeimpiin ominaisuuksiin ja olemaan niissä kilpailijoita parempi. Muissa ominaisuuksissa riittää, että ollaan yhtä hyviä kuin kilpailijat tai ainakin lähes yhtä hyviä. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 13 - 17 B7)

3.2.3 Tuotteen ominaisuudet OSA C

Asiakkaiden tarpeiden kartoituksen ja kilpailija-analyysin jälkeen päästään määrittelemään tuotteen tai palvelun halutut ominaisuudet ja tekemään niistä jäsennelly lista. Tämä osio aloittaa niin sanotun teknisen taulukon laadun talon matriisissa ja siitä on yleensä päävas- tuussa tuotanto. Aluksi prosessin helpottamiseksi asiakkailta saadut toiveet on hyvä muuntaa konkreettisiksi mitattavissa oleviksi arvoiksi, jotka sitten voidaan muokata tuotteen ominai- suuksiksi tuotannossa. Tuotannon pitää siis pystyä vastaamaan vaadittuihin asiakkaiden tarpeisiin selvittämällä mitä tuotekehityksessä pitää tehdä, jotta haluttuihin lopputuloksiin päästään. Teknisen taulukon lisääminen matriisiin tuo paljon lisää informaatiota tuotekehi- tysprosessiin, jotka muutoin saattaisivat jäädä epähuomioon. Asiakas on kiinteästi mukana tuoteominaisuuksien kehityksessä ja prosessin edetessä pystytään helposti selvittämään millä ominaisuuksilla pystytään eniten vaikuttamaan asiakastyytyvyyteen. Lisäksi pääs- tään näkemään, mitä ominaisuuksia kehittämällä parannetaan eniten nykyistä markkina-ase- maa asiakkaan silmissä. Asiakastaulukon ja teknisen taulukon yhdistäminen matriisiksi aut- taa siis näkemään monenlaisia erilaisia asiakastarpeita ja tuoteominaisuuksien kehitysprio- riteetteja. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 18 B7)

Riippuen yrityksen toimialasta tuotteen ominaisuudet ja niille asetetut vaatimukset voivat olla hyvinkin erilaisia. Pääasiassa ominaisuudet on jaettu kahteen eri ryhmään, eli ne ovat joko konkreettisia tuoteominaisuuksia tai sitten laadullisia palveluominaisuuksia. Määri- tyksiä tehtäessä tulisi muistaa pitää saadut arvot mahdollisimman yksiselitteisinä ja selkeinä, sekä muuntaa niin sanotut abstraktit arvot mitattavissa oleviksi. Usein tuoteominaisuuksiin liittyy suureita, kuten esimerkiksi lämpötila, elinikä tai suorittamisaika, joiden avulla asia- kastarpeet saadaan konkreettisella tavalla mitattaviksi. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 19 B7)

Myös tähän osaan matriisissa kannattaa panostaa riittävästi aikaa ja työtä, jotta lopputulok- sena saataisiin mahdollisimman käyttökelpoiset tiedot ja ohjeet tuotekehityksen tueksi. On tärkeää, etteivät ominaisuudet ole liian yleisesti ilmaistuja eikä toisaalta myöskään liian yksityiskohtaisia. Molemmat ääripäät vaikeuttavat, rajoittavat ja vääristävät prosessia eikä haluttua lopputulosta välttämättä saavuteta. Suunnittelijoilla täytyy olla käytettävissään sel-

laista tietoa, että sitä voidaan käyttää optimaalisesti osana ongelmien ratkaisua ja tuotekehitystä. Tuoteominaisuuksien on myöskin samalla pystyttävä vastaamaan asiakkaan laatuvaatimuksiin ja näkemyksiin siitä millainen niin sanotusti parannettu tuote tai palvelu tulisi olemaan. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 20-21 B7)

Tuoteominaisuuksien ideointi kannattaa tehdä ryhmätyönä ja apuvälineenä voidaan käyttää esimerkiksi aivoriihettä tai sen erilaisia sovelluksia. Dokumentointiin hyvä apuväline on niin sanottu kalanruoto-malli ja nämä aivoriihistä saadut dokumentit kannattaakin säästää myöhempiä QFD-projekteja varten. Ideoinnissa voi olla hyödyllistä miettiä, miksi kilpailija on jossain asiakastarpeessa parempi kuin oma yritys. Saattaa olla myös tarpeita, joissa omalla yrityksellä on sillä hetkellä paras markkina asema. Sellaisessa tilanteessa kannattaa miettiä miten etumatka muihin säilytetään tai miten sitä kasvatetaan. Tämä mahdollistaa kokonaan uusien ratkaisujen ideoinnin ja löydetään ehkä ihan uusi tehokkaampi tapa toimia yrityksen sisällä. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 21 B7)

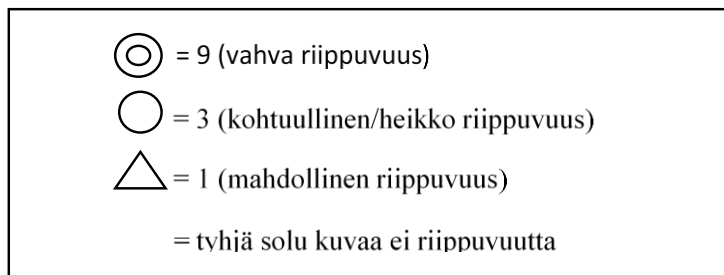
Tuoteominaisuuksien määrä ei saa olla liian suuri, sillä muutoin matriisista tulee liian työläs ja hankalasti luettava. Matriisista on järkevää jättää pois kokonaan vähämerkityksisiksi luokitellut ominaisuudet ja näin parantaa taulukon havainnollisuutta. Tuoteominaisuuksien määrän tulisi olla noin 1-1.5 kertaa asiakastarpeiden määrä. Matriisiin halutut ominaisuudet ryhmitellään samanlaisella metodilla kuten asiakastarpeetkin, eli sisällöllisen samankaltaisuuden perusteella. Saaduille ryhmille määritellään kuvaavat otsikot ja nämä pääotsikot pitävät sisällään noin 3-4 ominaisuutta. Huolellisesti tehdyllä rytmittelyllä saadaan yleensä varmistettua se, että kaikki ominaisuudet ovat tulleet listatuksi. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 10,21 B7)

3.2.4 Keskinäisten riippuvuuksien matriisi OSA E

Keskinäisten riippuvuuksien matriisi kuvaa asiakastarpeiden ja tuoteominaisuuksien välisiä riippuvuussuhteita. Riippuvuuksien määrittäminen tehdään yleensä tehtävään valitussa ryhmässä, jolloin jokainen sarake tulee käytyä läpi huolellisesti ja prosessin lopputuloksena saadaan nostettua esiin ne ominaisuudet, joilla on suurin vaikutus asiakkaan vaatimuksiin. Perusteellinen keskustelu ja analysointi, on erittäin tärkeää, sillä yhteen asiakastarpeeseen

voidaan vaikuttaa useilla tuoteominaisuuksilla ja myös toisinpäin, eli yhdellä tuoteominaisuudella voidaan vaikuttaa useaan asiakastarpeeseen. Kehityskohteita valittaessa on myös hyvä tietää minkä suuruisia eri tuoteominaisuuksien vaikutukset ovat tarpeisiin. Jos riippuvuuksia ei määritellä on hankalaa erottaa tuoteominaisuuksista, mitkä ovat niitä kaikkein tärkeimpiä tuotekehityksen ja asiakkaan kannalta. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 22-23 B7)

Matriisissa näitä riippuvuuksia voidaan kuvata usealla tavalla, mutta yleisimmin ne on kuvattu erilaisin symbolein. Näin merkittynä ne tekevät matriisista selkeämmän ja parantavat laadun talon hahmottamista ja tulkittavuutta. Symboleita käytetään yleensä niin, että ne kuvaavat vahvaa, kohtuullista tai heikkoa/mahdollista riippuvuutta. Riippuvuuksia määritellään sarake kerrallaan ja on huomioitavaa, että jokaiseen kohtaan ei automaattisesti merkitä edes heikkoa/mahdollista riippuvuutta vaan kohta jätetään tyhjäksi. Tässä vaiheessa ei oteta kantaa siihen onko vaikutus positiivinen vai negatiivinen, ainoastaan analysoidaan sitä millä on eniten vaikutusta tuotetta kehitettäessä. Toinen tapa on merkitä riippuvuudet numeroin, jolloin käytetään yhdistelmää 1-3-9. Vahva riippuvuus merkitään numerolla 9, kohtuullinen on 3 ja heikko/mahdollinen on numero 1. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 22 B7)



Kuva 11. Esimerkki riippuvuuksien merkintätavoista laadun talon matriisissa

Riippuvuuksien merkitsemisen jälkeen tarkastetaan, löytyykö matriisista rivejä tai sarakkeita, joilla on vain heikko riippuvuus -merkintöjä tai tyhjiä soluja. Jos tällaisia rivejä löytyy se tarkoittaa, ettei olla löydetty oikeanlaisia tuoteominaisuuksia, joilla voidaan asiakkaan tarpeet tyydyttää. Tilanteen korjaamiseksi pitäisi miettiä uusia tuoteominaisuuksia ja lisätä ne matriisiin. Jos taas tällaisia sarakkeita on matriisissa, on se merkki siitä, että kyseinen

tuoteominaisuus ei täytä mitään asiakkaan tarvetta. On myös mahdollista, että joku asiakkaan tarve on jäänyt pois kokonaan matriisista, mihin tarkoitukseen kyseinen ominaisuus on suunniteltu. Toimenpiteinä joko poistetaan turha ominaisuus tai lisätään puuttuva asiakkaan tarve taulukkoon. Tarkistusta tehtäessä kannattaa myös pohtia voiko kilpailijoita käyttää hyväksi omassa tuotekehityksessä. Onko heidän tuotteissaan jotain sellaisia ominaisuuksia, joita voidaan hyödyntää omassa prosessissa, eikä keksiä jo olemassa olevaa asiaa uudestaan. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 23 B7)

3.2.5 Teknisten tuoteominaisuuksien keskinäiset riippuvuudet OSA D

Tässä osassa selvitetään tukevatko vai hidastavatko vaaditut eri tekniset ominaisuudet toisiinsa tuotekehityksessä. Yksinkertaisesti näitä voidaan merkitä joko positiivisella merkinnällä tai negatiivisella, ja ne sijoitetaan laadun talon kattoon. Vaihtoehtoinen tapa merkitä keskinäisiä riippuvuuksia on kuvata niitä erilaisilla symboleilla. Näin merkattuna esimerkiksi musta ympyrä kuvaa vahvaa keskinäistä yhteyttä, avoin ympyrä kuvaa heikkoa positiivista yhteyttä, tähti kuvaa vahvaa negatiivista yhteyttä ja x kuvaa heikkoa negatiivista yhteyttä. Jos ominaisuuksilla ei ole mitään yhteyttä keskenään kohta jätetään tyhjäksi. (Govers 1996, s. 580-581)

Teknisten ominaisuuksien väliset yhteydet ja ristiriidat on tärkeää selvittää oikein ja yleensä määrittämisen tekee kokemuksen omaava asiantuntija. Jonkun teknisen ominaisuuden muuttaminen saattaa vaikuttaa johonkin toiseen ominaisuuteen negatiivisesti tai positiivisesti ja näin ollen vaikuttaa haluttuun lopputulokseen. Esimerkiksi positiivinen vaikutus saatetaan saavuttaa, kun tuotteen painoa pienennetään ja sen seurauksena myös oletettavasti säästetään rahtikustannuksissa. Negatiivinen vaikutus taas voi olla, jos nostetaan esimerkiksi palvelun tasoa. Se oletettavasti myös lisää kustannuksia palvelun tuottajalle. (Govers 1996, s. 580-581)

Keskinäiset riippuvuudet vaikuttavat analysointiin, kun määritellään ominaisuuksille painoarvoja ja päätetään mitä ominaisuuksia lähdetään kehittämään eteenpäin. Erityisesti kannattaa huomioida, jos jotkin ominaisuudet saavat vahvan negatiivisen yhteyden. Keskinäiset

riippuvuudet kannattaa määritellä senkin vuoksi, että nämä negatiiviset vaikutukset huomattaisiin parhaiten. Näin tuotekehityksessä voidaan mahdollisesti pyrkiä poistamaan tai korvaamaan asiakkaalle paremmilla ratkaisuilla. Tämä vaihe saattaa nostaa esiin myös uusia innovaatiomahdollisuuksia. (Govers 1996, s. 580-581)

3.2.6 Tekniset tärkeydet, kiintopisteet ja tavoitteet OSA F

Lopuksi tehdään tuoteominaisuuksien priorisointi sekä valmistusteknisten ratkaisujen vertailu tavoitteisiin ja kilpailijoihin. Tässä osassa selvitetään esimerkiksi, mikä painoarvo eri teknisillä ratkaisuilla on. Matriisin analysointia varten kannattaa lisätä muutama QFD:n lisätyökalurivi matriisin alaosaan. Yleisimmin käytetään rivejä, joissa lasketaan tuoteominaisuuksille erilaisia painoarvoja sekä alustaville tuotespesifikaatioille. Hyödyllistä olisi lisätä myös omat rivit esimerkiksi tekniselle vaikeusasteelle, kehittämiskustannuksille sekä lainsäädännöllisille vaatimuksille. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 24 B7)

Matriisin analysointiin ei ole yhtä ainoaa oikeaa vaihtoehtoa vaan sitä voidaan tehdä monella tavalla, kunhan vaan muistetaan varata riittävästi aikaa. Yksi keino on tehdä analysointia ryhmässä keskustellen ja määrittää näin tärkeimmät tuoteominaisuudet joilla on eniten merkitystä asiakastyytyväisyyteen sekä yrityksen omiin tavoitteisiin. Ensiksi katsotaan mitkä asiakastarpeet omaavat suurimman paineen kehittämiseen, eli ne ovat asiakkaalle erityisen tärkeitä tai niistä tulee esimerkiksi paljon reklamaatioita. Seuraavaksi matriisista katsotaan millä tuoteominaisuuksilla pystytään parhaiten tyydyttämään asiakkaan tarpeet eli mitkä ominaisuudet omaavat vahvimmat riippuvuudet. Nämä tuoteominaisuudet ovat todennäköisesti myös tärkeitä, kun lähdetään miettimään kehityskohteita. Myöskin ominaisuudet, joilla pystytään vaikuttamaan useaan melko tärkeäksi määriteltyyn asiakastarpeeseen, on syytä ottaa huomioon tuotekehityskohteita mietittäessä. Analysointia tehtäessä pitää muistaa ottaa huomioon myös mahdolliset matriisin lisätyökalurivit, joista ilmenee esimerkiksi kehittämiskustannukset. Yleensä keskustelulla tehdyn analysoinnin tuloksena saadaan nostettua esiin keskeisimmät ominaisuudet, joita olisi hyvä olla määrältään vain 3-5. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 25-26 B7)

Vaikka keskustelua korostetaan QFD prosessissa ja se on usein riittävää analysointiin, on olemassa myös matemaattisia keinoja hyödyntää matriisia. Matemaattinen analysointi yleensä vahvistaa keskustelemalla saatuja tuloksia, mutta joskus myös tulokset saattavat olla ristiriidassa näiden kanssa. Yleensä tulosten osoittaminen myös matemaattisesti lisää varmuutta, että ollaan kehittämässä oikeita asioita ja näin ollen tuotekehitys prosessiin sitoutuminen vahvistuu eri osastojen välillä koko organisaatiossa. Matemaattiseen analysointiin on useita eri tapoja, mutta on syytä muistaa, että eri menetelmät eivät ota huomioon esimerkiksi yrityksen käytettävissä olevia resursseja, yrityksen omia tavoitteita tai strategiaa. Saadut tulokset ovat siis apuvälineitä keskustelemalla saatuihin tuloksiin. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 27 B7)

Yksi yleisesti käytetty matemaattinen menetelmä lähtee käyntiin sillä, että matriisin symbolit muutetaan numeroiksi. Numeroarvot voidaan merkata seuraavalla tavalla; A= asiakastarpeiden tärkeys (1-5), B= yrityksen nykytilanne (0 tai 1-5), C= kehitystavoite asiakastarpeille (jana-asteikko 0-4, absoluuttinen asteikko 1-5) ja D= asiakastarve-tuoteominaisuusriippuvuuden voimakkuus (1,3,9). Matriisin soluihin, joissa on riippuvuus D, lasketaan tuoteominaisuuksien lopullisten painoarvojen laskennassa käytettävä väliarvo.

Tilannetta voidaan tarkastella kahdesta eri näkökulmasta, jolloin lasketaan painoarvot joko asiakkaiden tarpeiden tärkeyksiin (kaava E1) tai kilpailutilanteeseen (kaava E2) tai voidaan käyttää molempia. E2 painoarvo huomioi kilpailutilanteen lisäksi myös asiakastarpeet sekä niiden tärkeydet, joten käytettäessä vain yhtä kaavaa on sen käyttö suositeltavaa.

$$E1 = A * D$$

$$E2 \text{ jana-asteikko} = A * (C + 1) * D$$

$$E2 \text{ absoluuttinen asteikko} = A * (C / B) * D$$

Tuoteominaisuussarakkeiden lasketut arvot lasketaan yhteen, E1 ja E2-arvot sijoitetaan omalle rivilleen matriisin alaosaan, jolloin saadaan kaava kunkin tuoteominaisuuden painoarvolle $F = \sum E$

Kaavalla saadut painoarvot sijoitetaan myös matriisiin alaosaan riippuvuuksien alapuolelle omalle rivilleen. Saadut arvot kannattaa muuttaa prosentuaaliseksi, jolloin erilaiset lasketut painoarvot ovat keskenään vertailukelpoisia. Tulokset antavat viitteitä siitä mitkä tuoteominaisuudet ovat todennäköisesti tärkeitä tuotekehityksen kannalta ja mitkä eivät ole. Pitää muistaa, että matemaattiset menetelmät eivät välttämättä kerro absoluuttista totuutta siitä mitä kannattaa kehittää ja mitä ei. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 28-29 B7)

Lopuksi matriisista saatuja tuloksia pitää analysoida sen pohjalta, että ovatko ne järkeviä ja mahdollisia toteuttaa. Jos saaduissa tuloksissa on jotain outoa ja esimerkiksi matemaattisesti saadut arvot ovat ristiriidassa keskustelun tuloksien kanssa, pitää selvittää mistä ristiriidat tai epä johdonmukaisuudet johtuvat. Kehityskohteiden oikeellisuus tulisi myös perustella ja miettiä ovatko ne järkeviä kaikin puolin. Matriisin avulla pitäisi siis pystyä perustelemaan tuotekehityksen tärkeys ja ohjaamaan sitä oikeaan suuntaan. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 29-30 B7)

3.2.7 Laadun talon lisätyökalut OSA G

Sekä asiakastaulukkoon että tekniseen taulukkoon voidaan lisätä useita lisätyökaluja, riippuen siitä mitä halutaan saada meneillään olevasta prosessista selville. Harvoin kannattaa käyttää useaa lisätyökalua matriisin lisänä, koska siitä tulee muuten liian työläs ja aikaa vievä. Asiakastaulukon valinnaisia lisätyökaluja ovat muun muassa valitukset, myyntiargumentit, erilaiset painoarvot sekä toiminta. Teknisen taulukon valinnaiset lisätyökalut ovat matriisin katto-osa, lasketut painoarvot, tekniset kilpailijavertailut (tuoteominaisuuksien suhteen), lain vaatimukset, tekninen vaikeus, kehittämiskustannus, alustavat tuotespesifikaatiot ja minimispesifikaatiot. (Kärkkäinen et al., 2004, s. 34-37 B7)

3.3 QFD:n hyödyt

QFD:n eräs keskeinen vahvuus on sen kyky tukea ryhmätyötä ja tuotekehityksessä mukana olevien välistä kommunikaatiota antamalla suunnitteluun yhteisen kielen. Ilman QFD:n kaltaisen prosessin yhteistä läpikäymistä yhteinen keskustelu tavoitteista ja samalla sitoutuminen tehtäviin suunnitelmiin saattavat puuttua. Tällöin kukin suunnittelija pyrkii kehittämään tuotetta omien tavoitteidensa mukaan. (Devadasan et al., 2006. s.144-145)

QFD:n käytöllä saavutetaan tuotteille korkea asiakastyytyväisyys, koska asiakastarpeet ovat osana tuotekehitysprosessia alusta lähtien. Asiakasreklamaatiot vähenevät, kun pystytään vastaamaan paremmin asiakkaiden vaatimuksiin. Näin ollen myöskään täysin epäonnistuneita tuotteita tai palveluita ei päädy tuotantoon ja markkinoille asti. Tämä on erityisen tärkeää, kun tuotteiden elinkaari lyhenee ja on pysyttävä kehityksessä mukana. QFD:n käytöllä voidaan saavuttaa kiristyvillä markkinoilla kilpailuetua, kun pystytään lanseeraamaan markkinoille menestyvä tuote ennen kilpailijoita. QFD:llä voidaan myöskin ehkäistä, ettei markkinoille lanseerata tuotetta, jolla ei sillä hetkellä ole vielä kysyntää. Kilpailukykyisten ja menestyvien yritysten yhteiseksi piirteeksi voidaankin nähdä asiakkaiden tarpeisiin kehitetyt tuotteet. (Mehrjerdi 2010, s. 632)

QFD:n käytöllä pystytään myös pienentämään tuotannon kustannuksia, kun turhat vaiheet saadaan karsittua pois. Taloudellista hyötyä saadaan myös sillä, että tuotemuutokset vähenevät ja tuotekehitysaika lyhenee. Myöskin ajallisesti saatetaan saavuttaa myöhemmässä vaiheessa säästöjä, kun keskusteluyhteydet paranevat sekä yrityksen sisällä, että asiakkaiden kanssa. Tuotekehityksen apuna voidaan myöskin käyttää yrityksen muissa QFD prosesseissa kerättyä tietoa, sillä jokainen prosessi on yleensä hyvin dokumentoituna.

(Mehrjerdi 2010, s. 632)

3.4 QFD:n heikkoudet

Menetelmä saattaa tuntua ainakin aluksi hieman raskaalta ja hitaalta prosessilta. Yrityksen kannattaakin harjoitella QFD:n käyttöä ensin jonkun yksinkertaisemman ongelman parissa ja siirtyä siitä vaativimpiin prosesseihin. Jos menetelmän aloitukseen tarvittava ja tärkeä asiakkaiden tarpeiden määrittäminen on tehty huonosti ja se analysoidaan väärin voi siitä olla haittaa yritykselle ja tuotekehitykselle.

QFD:n käytössä, kuten myös osassa muissakin japanilaisissa johtamistekniikoissa, saattaa olla ongelmia, kun sitä yritetään ottaa käyttöön länsimaisessa yrityskulttuurissa. Mainittavana huonona puolena pidetään myös sitä, että QFD keskittyy yksinomaan laatuun ja muihin vastaaviin teknisiin ominaisuuksiin, ottamatta huomioon samalla muita tärkeitä asioita kuten yrityksen teknisiä valmiuksia, yrityksen strategiaa, kustannuksia ja tuotteen elinkaarta. (Devadasan et al., 2006. s.145)

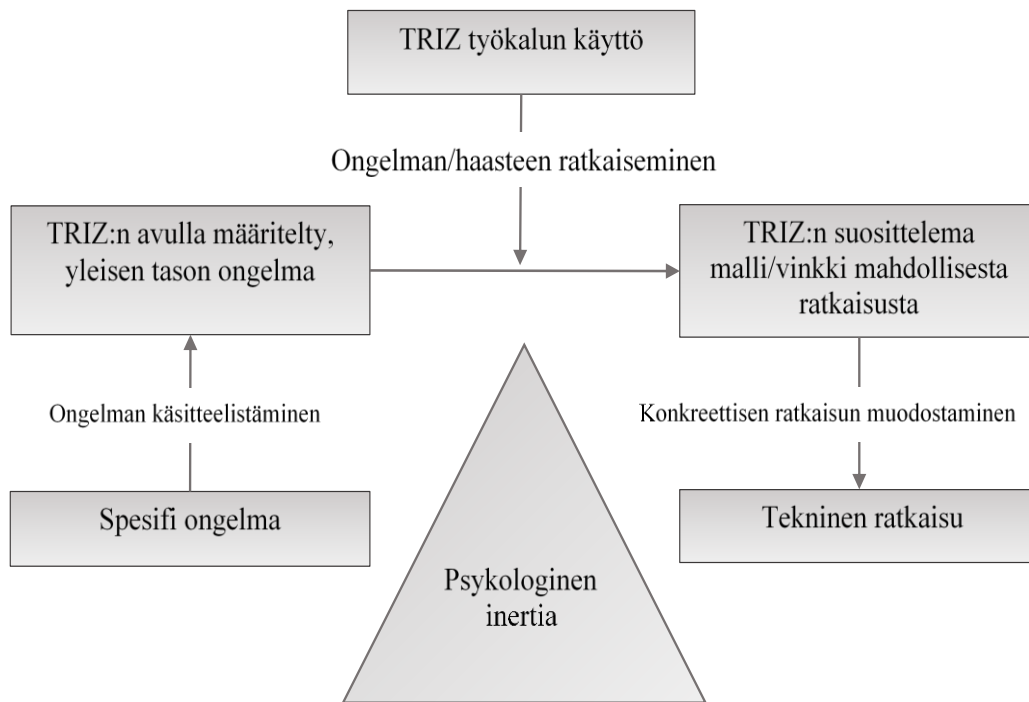
QFD menetelmä ei ole välttämättä paras vaihtoehto, kun lähdetään kehittämään aivan täysin uutta tuotetta. QFD:n vahvuuksien ollessa tuotekehityksen kohteiden täsmentämisessä asiakkaan vaatimuksien mukaisesti, se ei tarjoa keinoja esiin tulevien teknisten ongelmien konkreettiseen ratkaisemiseen. Seuraavassa luvussa käsitellään TRIZ teoriaa, joka taas on kehitetty nimenomaan teknisten ongelmien tehokkaaseen ja innovatiiviseen ratkaisuun.

4. TRIZ

TRIZ (Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch) on teknisten ongelmien ratkaisemiseen kehitetty teoria, joka koostuu useista erilaisia menetelmistä ja työkaluista. Teoria tunnetaan myös nimellä TIPS (Theory of Inventive Problem Solving). TRIZ:n perustaja Genrich S. Altshuller aloitti teorian kehittämisen 1940-luvulla ja sen kehittäminen jatkuu edelleen. Teollisuudessa teorian käyttö yleistyi 1990-luvulla, etenkin Yhdysvalloissa, Japanissa ja Saksassa. Altshuller tutki tuhansia patenteja ja löysi useita säännönmukaisuuksia hyvien ratkaisujen kehityksessä. Näitä olivat ristiriitojen syntyminen ja ratkeaminen, ideaalisuuden kasvu ja helposti saatavilla olevien resurssien käyttö. Teoria on kehittynyt vuosikymmenten aikana tiedemiesten ja insinöörien käytännön kokemusten kautta ja sen pääajatuksen mukaan tekniset systeemit kehittyvät kohti ideaalisuutta noudattaen tiettyjä kehityslakeja. Teknisten systeemien kehitys kohti ideaalisuutta perustuu systeemissä ilmenevien ristiriitojen ratkaisemiseen. Kun systeemin tiettyä ominaisuutta pyritään parantamaan, aiheuttaa se yleensä jonkin toisen ominaisuuden heikkenemisen ja johtaa ristiriitaan systeemin sisällä. (Altshuller & Clarke 2005, s. 15-17; Rantanen 2002, s. 10 - 26)

TRIZ-teorian mukainen ajattelutapa voidaan esittää yleisenä ongelmanratkaisumallina ja sen toimintaperiaate toistuu useimmissa TRIZ:n menetelmissä ja työkaluissa. Malli kuvaa ongelmanratkaisuprosessia, joka alkaa tarkasteltavassa systeemissä havaitusta spesifistä ongelmasta ja päättyy ongelman konkreettiseen, tekniseen ratkaisuun. TRIZ:n yleinen ongelmanratkaisumalli on esitetty kuvassa 12. (Gadd 2011, s. 44)

Ongelmanratkaisuprosessi alkaa konkreettisesta, spesifistä ongelmasta, joka havaitaan tarkasteltavassa ympäristössä tai teknisessä systeemissä. Sen sijaan, että ongelmaan lähdettäisiin hakemaan suoraan konkreettisia ratkaisuvaihtoehtoja, pyritään ongelma käsitteellistämään ja muuntamaan TRIZ:n työkalujen avulla mahdollisimman pelkistettyyn muotoon. Tämä poikkeaa perinteisistä menetelmistä, kuten aivoriihestä, jonka avulla etsitään konkreettista teknistä ratkaisua kyseessä olevaan spesifiin ongelmaan. Tässä vaiheessa ongelmalauseke myös yksinkertaistuu. (Gadd 2011, s. 30)



Kuva 12. TRIZ:n ongelmanratkaisun yleinen malli (Gadd 2011, s. 44)

Ongelman yleistämistä seuraa varsinainen ongelmanratkaisuvaihe, kun yleistettyyn ongelmaan pyritään muodostamaan yleinen ratkaisu TRIZ menetelmien ja työkalujen avulla. Yleistetyn ongelman ratkaisu voi löytyä miltä tahansa tekniseltä alalta tarkastelemalla ongelmaan liittyviä ilmiöitä, sillä lähes kaikki vastaantulevat ongelmat on jo ratkaistu aikaisemmin. Ongelmanratkaisussa tarvitaan osallistujien teknistä luovuutta, jotta työkalujen tarjoamia ehdotuksia osataan yhdistellä ratkaisuvaihtoehdoiksi.

(Altshuller 2007, Gadd 2011.)

Kun ongelmaan on löydetty yleisen tason ratkaisuja, niitä aletaan kehittää sopiviksi kyseessä olevaan käytännön tilanteeseen. Prosessin päämääränä on muodostaa konseptitason ratkaisu, joka on myös toteutettavissa käytännössä. Ongelmanratkaisijoiden tekninen luovuus korostuu myös tässä vaiheessa, sillä ilman ratkaisukonseptin kehittämistä ei ongelmanratkaisussa päästä takaisin konkreettisen ongelman tasolle. (Altshuller 2007; Gadd 2011.)

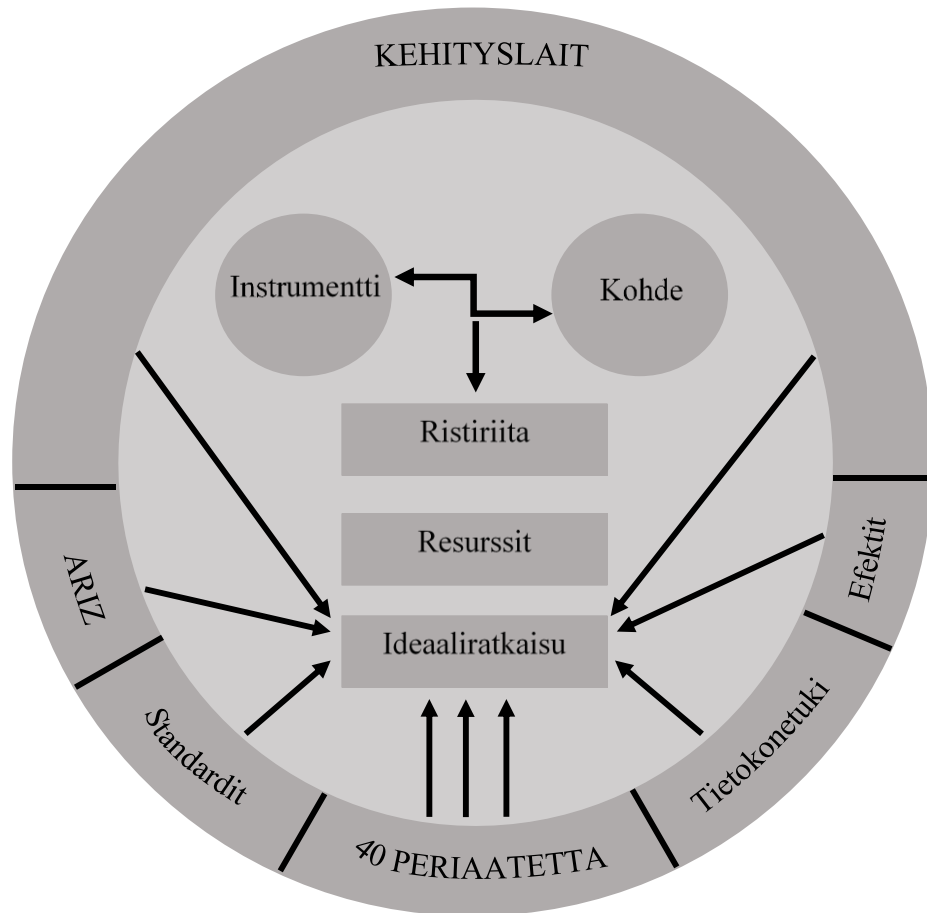
Ongelman ratkaisua vaikeuttaa psykologinen inertia, joka rajoittaa ja ohjailee ihmisten ajattelua. Psykologiseksi inertiaksi nimitetään taipumusta toistaa vanhoja ideoita ja toimintamalleja, sekä vastarintaa uusia ideoita kohtaan. Tällainen toiminta on tavallisesti tiedostamatonta ja aiemmat kokemukset ja tieto kahlitsevat ajattelua vanhoihin ratkaisuihin. Ihminen törmää jatkuvasti kompromissiratkaisuihin, mikä tukee urautunutta ajattelutapaa. Psykologiseen inertiaan liittyy myös hyperintentionio, eli liikaa yrittäminen. Kun ratkaisuun yritetään päästä liian nopeasti, voivat itse ratkaisuyritykset estää hyvän idean syntymisen. TRIZ auttaa välttämään psykologista inertiaa, sillä sen tavoitteena on löytää ongelmaan systemaattisesti täysin uusi ja vahva ratkaisu, joka vie systeemiä kohti ideaalisuutta. (Gadd 2011, s. 8; Rantanen 2002, s. 8 - 11)

4.1 TRIZ:n menetelmät ja työkalut

TRIZ tarjoaa tuotekehityksessä ilmenevien ongelmien määrittelyyn, analysointiin ja ratkaisuun useita erilaisia menetelmiä ja työkaluja. TRIZ-teoria on kehittynyt vuosikymmenten kuluessa laajaksi, eri menetelmiä käsittäväksi metodologiaksi. Altshullerin kehittämää Classical TRIZ -menetelmää pidetään koko metodologian perustana, josta on kehitetty useita TRIZ-teoriaan perustuvia ongelmanratkaisumenetelmiä. TRIZ teorian mukaisia ongelmanratkaisu- ja analyysityökaluja ovat muun muassa: 40 innovatiivista periaatetta, tekniset kehityslait, systeemiajattelu, ominaisuuksien siirto, ristiriitamatriisi, erotussäännöt, ideaalisuuden käsite, resurssien analysointi, aine-kenttä -analyysi, toimintoanalyysi ja standardiratkaisut. Työkaluja voidaan käyttää yksittäisinä apuvälineinä tai yhdistellä niistä oma ongelmanratkaisun työkalupakki. (Gadd 2011, s. 9-10)

Rantasen (2002) mukaan TRIZ:n keskeisimmät käsitteet ovat ristiriita, resurssit, ideaaliratkaisu, kehityslait sekä 40 innovatiivista periaatetta. Näiden systemaattinen noudattaminen tukee ajattelua ongelmanratkaisutilanteissa, mutta niitä voi soveltaa myös epämuodollisesti. TRIZ-ajattelutapaa voi hyödyntää kaikenlaisessa ongelmanratkaisussa, ei pelkästään teknisessä. Altshullerin mukaan hyvä ratkaisu poistaa ristiriidan vastakkaisten vaatimusten väliltä ja hyödyntää aiemmin huomaamattomia resursseja. Ratkaisun tulisi viedä systeemiä kohti ideaalisuutta. (Rantanen 2002, s. 11-12)

Yksi perinteinen kehityksen lähestymistapa on optimointi, jossa haittoja pyritään minimoimaan, mutta ei poistamaan kokonaan. Optimointi -ajattelutapa voi haitata TRIZ-tyyppistä ajattelua. (Hipple 2012, s. 5-13) Seuraavissa kappaleissa käydään läpi TRIZ:n yleisimpiä käsitteitä ja työkaluja.



Kuva 13, TRIZ:n yleisimmin vastaan tulevat työkalut (Rantanen 2002, s. 34)

4.2 Ristiriita ja resurssit

Ristiriita on TRIZ:n tärkein ja tunnetuin käsite. Kun kehityskohde on selvillä, etsitään ongelmien taustalla vaikuttavia ristiriitoja, sillä ongelman ratkaiseminen vaatii aina ristiriidan poistamisen. Ristiriita voi olla joko tekninen tai fysikaalinen. Tekninen ristiriita liittyy yleensä koko systeemiin tai useisiin systeemin osiin ja fysikaalinen aina vain yhteen systeemin osaan. Teknisessä ristiriidassa on konflikti kahden eri muuttujan välillä, ja fysikaalisessa ristiriidassa yhdellä muuttujalla tulisi olla samanaikaisesti useita ominaisuuksia. (Altshuller 1996, s. 21 - 22)

Ristiriitojen etsiminen alkaa kartoittamalla systeemin keskeisimmät instrumentit ja kohteet. Instrumentin ja kohteen valinta on kriittinen vaihe, sillä väärin valitut instrumentti ja kohde johtavat huonoon ratkaisuun. Instrumentti vaikuttaa kohteeseen muokaten sen ominaisuuksia, ja kaikki tekniset systeemit muodostuvat instrumenteista ja kohteista. Näistä valitaan kerrallaan yksi systeemin muodostava pari, jolle listataan ominaisuuksia. Ominaisuuksien joukosta pyritään löytämään ristiriitoja, jossa hyödyllisen ominaisuuden kasvu aiheuttaa haitallisen ominaisuuden kasvun. Ristiriita tulisi esittää kärjistetysti, jotta päästään irti tavanomaisten ratkaisujen pohtimisesta. Listatuista ristiriidoista valitaan tärkeimmät, joita aletaan työstää eteenpäin. (Rantanen 2002, s. 50-60)

Ristiriidat ratkaistaan käyttämällä systeemin sisällä ja sen ympäristössä olevia resursseja. Resurssi on muutos, joka poistaa ristiriidan. Resurssit kuvaavat keinoja, jolla ristiriidasta päästään ideaaliratkaisuun (Rantanen 2001, s. 45). Systeemin sisäisiä resursseja ovat itse instrumentti ja kohde, sekä niiden makrotason ja mikrotason resurssit. Ympäristön resursseja ovat kaikki systeemin ympäristössä olevat asiat, kuten ilma, auringonvalo, energiakentät, tieto ja ihmisten ominaisuudet. Asia voi olla instrumentti yhdessä tilanteessa, kohde toisessa ja osa ympäristöä kolmannessa. Ristiriita pyritään ratkaisemaan resurssien avulla lisäämättä systeemiin mitään ja ilman lisäkustannuksia. Ongelmanratkaisijan tulee listata ja selvittää tarkasti kaikki resurssit, jotka ovat käytössä tai saatavilla. Resurssien kartoittamisella ja analysoinnilla voidaan synnyttää ristiriidan ratkaisemisen lisäksi uusia hyödyllisiä ideoita ja ennustaa kehitettävän systeemin kehitystä. (Rantanen & Domb 2008, s. 59 - 83)

Systemin sisäisiä ja ympäristössä olevia resursseja ovat esimerkiksi (Rantanen & Domb 2008, s. 64; Hipple 2012, s. 36 - 52):

- aineet ja materiaalit
- aineiden ja materiaalien muutokset
- tyhjä tila
- vuorovaikutukset
- ominaisuudet
- kentät ja niiden muuntaminen
- ilma, vesi, valo, sähkö
- kitka, painovoima, potentiaali-, liike- ja lämpöenergia
- fysikaaliset ja kemialliset ilmiöt
- muodot
- aika
- olemassa oleva tieto
- ihmisten taidot ja kyvyt
- haitalliset ominaisuudet ja vuorovaikutukset
- tekemättä jättäminen

4.3 40 innovatiivista periaatetta

Altshuller havaitsi jo TRIZ:n kehityksen alkuvaiheessa, että teknisten ristiriitojen ratkaisuissa toistuivat samat periaatteet. Laajojen patenttitutkimusten avulla ristiriitojen tyypillisistä ratkaisuista on pystytty erottamaan 40 innovatiivista periaatetta, joita voidaan käyttää apuna spesifin ratkaisun kehittämisessä. 40 innovatiivista periaatetta esittävät kootusti, mitä

toistuvia piirteitä hyvät ratkaisut yleensä sisältävät, ja tarjoavat yleiset ratkaisut teknisten ristiriitojen ongelmiin alasta riippumatta. (Rantanen 2001, s. 98)

40 innovatiivista periaatetta voi hyödyntää etsimällä ratkaisua ongelmaan erikseen jokaisen periaatteen pohjalta, mutta tehokkaampaa on käyttää niistä johdettua ristiriita matriisia. Ristiriita matriisi koostuu 39 ominaisuudesta, jotka valikoituvat ristiriidan määrittelyn avulla. Ensimmäinen on parannettava ominaisuus ja toinen ominaisuus huononee tämän seurauksena. Matriisista löytyy näiden ominaisuuksien risteyksestä lista periaatteista, joita käyttämällä ristiriita saadaan ratkaistua. (Altshuller 1996, s. 120)

4.4 Ideaaliratkaisu

Ideaalisessa teknisessä systeemissä paino, mitat ja energian kulutus lähestyvät nollaa, vaikka ominaisuudet ja toimintakyky pysyvät ennallaan (Rantanen 2001, s. 59). Ideaaliratkaisussa hyötyjä on maksimaalinen määrä ilman kustannuksia ja haittoja, eli tehtävät tulisivat suoritetuiksi kokonaan ilman teknistä systeemiä. Ideaalisuuden aste kuvaa sitä, kuinka lähellä systeemi on parasta mahdollista tasoaan. Ideaalisuus kasvaa, kun hyödyt suhteessa kustannuksiin kasvavat tai parhaimmassa tapauksessa haitta muuttuu hyödyksi:

$$\text{Ideaalisuus} = \frac{\text{Hyötyjen summa}}{\text{Haittojen ja kustannusten summa}}$$

Ideaalisuutta voidaan kasvattaa esimerkiksi pienentämällä tuotteen mittoja, painoa, energian kulutusta ja osien määrää. Joissain tapauksissa tuotteen monimutkaistuminen ja osien lisääminen voivat myös kasvattaa ideaalisuutta, jos vain hyödyt kasvavat enemmän kuin kustannukset. Myös tuotannon tehostaminen ja prosessivaiheiden vähentäminen ovat keinoja kasvattaa tuotteen ideaalisuutta. Ideaaliratkaisu ohjaa kehittäjää ratkaisun etsinnässä ja sitä voidaan käyttää ideoiden väliseen arviointiin ja hyvien ratkaisujen löytämiseen. Näennäisesti vahvoja ratkaisuja voidaan rajata pois, jos ne eivät ohjaa systeemiä kohti ideaaliratkaisua.

Teoreettisesti muotoiltu ideaaliratkaisu on edellä nykyistä kehitystasoa, joten sen avulla voidaan pyrkiä ennustamaan systeemin kehitystä tulevaisuudessa. (Rantanen 2002, s. 44 - 65; Rantanen 2001, s. 59 - 69)

4.5 Ainekentät ja standardiratkaisut

Ainekentät sisältävät kaikki mahdolliset aineiden väliset reaktiot ja niihin vaikuttavat voimat. Aine voi olla materiaali, instrumentti, henkilö tai ympäristö. Kenttiä ovat energianlähteet tai voimat, jotka vaikuttavat aineisiin. Yleisimpiä kenttiä ovat: Mekaaninen, Lämpö, Kemiallinen, Sähköinen, Magneettinen, Biologinen ja Ääni. Yhdistämällä aineiden ja kenttien vuorovaikutukset graafiseksi kuvaajaksi voidaan systeemien toiminta mallintaa mahdollisimman yksinkertaisesti ja tunnistaa sen tärkeimmät ongelmat. (Terninko et al., 2000)

Ainekenttiin liittyvät standardiratkaisut ovat joukko yleisiä sääntöjä ja kaavoja, joilla pyritään löytämään ja ratkaisemaan vastaan tulevia yleisiä teknisiä ongelmia. Standardiratkaisut ovat instrumentin ja kohteen systeemin muutoksia, jotka antavat vihjeitä suoraan ideaaliratkaisuun (Rantanen 2001, s. 106). Standardiratkaisuja on yhteensä 76 kappaletta ja ne ovat tehokkaita innovatiivisten ongelmien ratkaisussa. Standardiratkaisuille saavutetut innovatiiviset ratkaisut vaativat yleensä teknologioiden yhdistelyä eri aloilta. Tuloksena parannettu systeemi voi aiheuttaa huomattavia muutoksia alalla. Ratkaisut ovat lisäksi usein selvästi kyseisen teollisuudenalan hyväksytyjen periaatteiden ulkopuolella. (Terninko et al., 2000)

4.6 Kehityslait

Teknisten systeemien kehitys noudattaa tiettyjä lainalaisuuksia. Tutkimalla kehitettävän systeemin nykyistä tilaa ja aikaisempaa kehitystä näiden lakien avulla, voidaan ennustaa kehityksen suuntaa. Kehityssuunnan avulla voidaan ennakoita markkinoilla olevien laitteiden seuraavaa kehitysvaihetta suhteessa omaan tuotteeseen ja saavuttaa huomattavaa etua yrityksen tuotekehitykselle. Kehityslakien avulla voidaan myös löytää ja ratkaista ongelmia, valita ratkaisuja, ja ne edesauttavat ratkaisujen siirtymistä eri alojen välillä. (Rantanen & Domb 2008, s. 103, 119) Seuraavassa Rantasen (2002) mielestä tärkeimmät viisi kehityslakia.

Ensimmäinen kehityslaki on *kehityksen epätasaisuus*. Teknisten systeemien osat kehittyvät eri tahtia, mikä aiheuttaa kehitykseen ”pullonkauloja” pitkäksikin aikaa. Epätasainen kehitys aiheuttaa jatkuvasti uusia ongelmia ja ristiriitoja, joiden ratkaisu sysää systeemin taas kehityksessä eteenpäin. Mitä monimutkaisempi systeemi, sitä epätasaisemmin se kehittyy. (Rantanen 2002, s. 94 - 97; Rantanen & Domb 2008, s. 104 - 105)

Toinen kehityslaki on *integroituminen ylemmän tason systeemiin*. Jokainen tekninen systeemi on osa suurempaa systeemiä ja koostuu vastaavasti alemmista systeemeistä. Muutos minkä tahansa tason systeemissä vaikuttaa myös muihin systeemeihin, ja aiheuttaa uusia ristiriitoja. Kehitystyössä olisikin huomioitava vaikutukset myös muiden tasojen systeemeihin. Kehittyessään systeemi integroituu yhä paremmin supersysteemiinsä. Tekninen systeemi toimii tehokkaimmin, kun se yhdistetään muiden systeemien kanssa polysysteemiksi. (Rantanen 2002, s. 95-96; Rantanen & Domb 2008, s. 106 - 107)

Kolmas kehityslaki on edellisen vastakohta *makrotasolta mikrotasolle siirtyminen*, eli systeemin jakaminen pienempiin osiin. Parhaat ratkaisut hyödyntävät sekä makro- että mikrotason resursseja. Systeemin siirtyminen mikrotasolle voi lisätä sen ideaalisuutta ja tästä syystä sitä tulisi tavoitella. (Rantanen & Domb 2008, s. 108 - 110)

Neljäs kehityslaki on *vuorovaikutusten kasvun laki*, jonka mukaan systeemiä voidaan parantaa lisäämällä siihen uusia vuorovaikutuksia tai siirrytään paremmin hallittaviin vuorovaikutuksiin. Systeemiin voidaan lisätä myös uusia aineita, jotka ovat vuorovaikutuksessa alkuperäisen systeemin kanssa. Aineet ovat esimerkiksi materiaaleja, komponentteja, systeemejä tai ihmisiä. Vuorovaikutukset voivat olla esimerkiksi mekaanisia, akustisia, termisiä, kemiallisia, sähkömagneettisia ja biologisia. (Rantanen & Domb 2008, s. 111 - 113)

Viides laki on *systeemin laajeneminen ja supistuminen*, jonka mukaan systeemit monimutkaistuvat ja yksinkertaistuvat vuorotellen. Monimutkainen systeemi sisältää paljon osia ja vuorovaikutuksia, mikä johtaa ongelmiin ja ristiriitoihin. Näitä ongelmia pyritään vastaa-

vasti ratkaisemaan yksinkertaistamalla systeemiä karsimalla ja yhdistelemällä sen osia. Systeemi voi laajentua muun muassa erillisiä ominaisuuksia, laitteita tai prosesseja yhdistämällä. (Rantanen & Domb 2008, s. 114 - 115)

4.7 ARIZ

ARIZ (Algoritm resheniya izobretatelskikh zadatch = Algorithm of Inventive Problem Solving) on yksi TRIZ:n tehokkaimmista työkaluista ja siinä hyödynnetään kaikkia TRIZ:n ongelmanratkaisun keinoja. Menetelmä on monivaiheinen tarkasti määritelty prosessi ja soveltuu erityisesti monimutkaisten ongelmien ratkaisemiseen. ARIZ:n runko koostuu yhdeksästä vaiheesta, joista kolme ensimmäistä käsittelevät ratkaistavan ongelman analysointia ja uudelleenmuodostusta, seuraavat kolme vaihetta poistavat ristiriidan ja viimeiset kolme vaihetta keskittyvät ratkaisun analysointiin. Seuraavassa on listattu ARIZ:n yhdeksän vaihetta. (Marconi 1998)

I Ongelman analysointi ja uudelleenmuodostus

1. Analysoi ongelma ja systeemi
2. Analysoi resurssit
3. Muodosta ideaaliratkaisu ja määritä ristiriidat

II Ristiriidan poistaminen

4. Poista ristiriidat resurssien avulla
5. Ota käyttöön informaatiotietopankki, standardiratkaisut, 40 periaatetta jne.
6. Muokkaa ongelmaa tarvittaessa, siirry ali- tai supersysteemitasolle

III Ratkaisujen analysointi

7. Käy läpi ratkaisut ja valitse paras, analysoi fyysikaalisen ristiriidan poistoa
8. Ota löydetty ratkaisu käyttöön
9. Analysoi kaikki vaiheet, jotka johtivat ratkaisuun

Nämä yhdeksän vaihetta muodostavat noin 50 askelta sisältävän, iteratiivisesti etenevän prosessin, joka auttaa yksinkertaistamaan ja ratkaisemaan monimutkaisia ongelmia. ARIZ prosessi operoi myös systeemin ali -ja supersysteemitasoilla. (Marconi 1998)

4.8 TRIZ:n hyödyt ja heikkoudet

TRIZ soveltuu hyvin tekniseen ongelmanratkaisuun tarjoten perinteistä ongelmanratkaisua tehokkaammat menetelmät. TRIZ:n avulla pystytään rikkomaan psykologista inertiaa, mikä mahdollistaa innovatiivisempien ratkaisujen ja todellisten läpimurtojen syntymistä.

Ilevbare et al. (2013) ovat selvittäneet artikkelissaan TRIZ menetelmiin perehtyneille henkilöille tehdyllä kyselytutkimuksella menetelmästä saatavia hyötyjä. Vastaajista 24 % oli TRIZiin erittäin tyytyväisiä ja 62 % tyytyväisiä. Vastaajien mukaan TRIZ tarjoaa jäsenetyn ongelmanratkaisumenetelmän, joka auttaa tunnistamaan ongelmat ja tarjoaa hyviä vihjeitä ratkaisuun. TRIZ:n käytöllä saavutetaan hyötyjä tuotekehityksen useilla eri osa-alueilla, varsinkin konseptin muodostuksessa. Perinteisiin ongelmanratkaisumenetelmiin verrattuna se on tehokkaampi seuraavilla osa-alueilla (Ilevbare et al., 2013, s. 35):

- **Ideoiden luonti:** TRIZ:n avulla saadaan luotua innovatiivisempia ideoita kuin muilla menetelmillä. Enemmän ideoita.
- **Innovaatiot ja uudet ratkaisut:** TRIZ:n avulla voidaan luoda läpimurto innovaatioita ja täysin uusia ratkaisuja ongelmiin, sekä uusia konsepteja kehitettäväksi.
- **Nopeus:** Ongelmien ratkaisu innovatiivisesti saavutetaan lyhyemmässä ajassa, koska ongelmien määrittäminen ja niihin fokuointi on tehokkaampaa TRIZ:n avulla.

- **Tulevaisuuden ennustus:** TRIZ:n avulla voidaan ennustaa teknologian kehitystä ja ottaa se huomioon toiminnan suunnittelussa.
- **Ryhmätyöskentely:** TRIZ tarjoaa yhteisen ”kielen” ja viitekehyksen osallistujille, jonka avulla ryhmätyöskentely tehostuu.

TRIZ:n heikkouksina voidaan pitää sen vaikeaa lähestyttävyyttä. Menetelmät koetaan vaikeaksi ja niiden käyttäminen vaatii liian paljon perehtymistä. TRIZ:n työkalujen määrä koetaan myös haastavaksi ja oikean työkalun valinta oikeaan tilanteeseen koetaan hankalana. (Ilevbare et al., 2013, s. 36)

5. QFD JA TRIZ MENETELMIEN YHDISTÄMINEN TUOTEKEHITYKSESSÄ

QFD- ja TRIZ-menetelmien hyödyntämisestä tuotekehityksessä on tehty useita tutkimuksia joiden mukaan ne voivat tukea toisiaan. Yksi ensimmäisistä julkaistuista tutkimuksista, jossa TRIZ mainitaan QFD:n kaltaisten laadun parannusmenetelmien yhteydessä, on Jugulum ja Sefikin artikkeli vuodelta 1998. Tässä artikkelissa korostetaan TRIZ-menetelmien ja -työkalujen tarjoamia mahdollisuuksia. Goel ja Singh (1998) suosittelevat TRIZ:n käyttöä yhdessä muiden luovuutta parantavien työkalujen kanssa, joskin artikkelissa käsitellään aihetta hyvin yleisellä tasolla.

Yamashinan, Iton ja Kawadan (2002) tutkimus on yksi yleisimmin mainittu artikkeli, joka esittää järjestelmällisen tavan yhdistää TRIZ ja QFD. Heidän lähestymistavassaan QFD:n avulla muunnetaan ensin asiakkaiden vaatimukset laatu- ja tekniset parametreiksi ja selvitetään negatiiviset korrelaatiot parametriparien välillä. Parametriparien välillä olevien ristiriitojen ratkaisuun artikkelissa suositellaan käytettäväksi TRIZ-menetelmiä. Vezzetti, Moos ja Kretli (2011) esittelevät omassa julkaisussaan yrityksen teknisen informaation ryhmittelyn toimialakohtaisiin ristiriitoihin ja käyttävät esimerkkinä pakkaussuunnittelua.

Sakao (2007) esittelee metodologian, jossa TRIZ suunnittelu on integroitu QFD:hen. Sen mukaan asiakkaan, ympäristön ja tuotteen vaatimusten yhdenmukaistaminen onnistuu TRIZ- ja QFD -menetelmien yhteiskäytöllä elinkaariarvioinnin (LCA) kanssa. Menetelmä auttaa tunnistamaan ristiriidat laadullisten ominaisuuksien ja ympäristönäkökohtien välillä, joiden ratkaisemiseksi ja uusien konseptien luomiseksi sovelletaan TRIZ -työkaluja. Näin luodut konseptit arvioidaan uudelleen QFD:n avulla. Myös Kobayashi (2006) käsittelee LCA perusteista ekologista suunnittelua, jossa QFD toimii ristiriitojen määrittämisen työkaluna.

Lin, Chen ja Hsu (2011) yhdistävät julkaisussaan Kano menetelmän, QFD:n ja TRIZ:n. Kuten useimmissa julkaisuissa, tässäkin ristiriitojen määrittämisen apuna toimii QFD, ja TRIZ auttaa ristiriitojen ratkaisussa ja uusien konseptien kehityksessä. Uudet konseptit menetelmässä arvioidaan käyttäen Kano-analyysia.

Tsai, Chang ja Tseng (2004) ehdottavat päätöksentekomatriisia TRIZ:n avulla luotujen konseptiratkaisujen arvioimiseen. Artikkelissa TRIZ:n avulla luodaan joukko konseptiratkaisuja ja nämä laitetaan paremmuusjärjestykseen päätöksentekomatriisin (esitetään QFD-työkaluna) avulla. Artikkelissa on case-tutkimus mekaanisesta suunnittelusta.

Yeh, Huang ja Yu (2010) käsittelevät julkaisussaan suunnitteluprosessia kokonaisuutena ja ehdottavat QFD-TRIZ yhdistelmää sen vaiheeseen. Artikkelisi sisältää kattavan case-tutkimuksen ympäristönäkökohdat huomioonottavasta kannettavan tietokoneen suunnittelusta.

QFD on strukturoitu menetelmä, jonka avulla asiakkaiden toiveet muutetaan teknisiksi ominaisuuksiksi ja edelleen paremmiksi tuotteiksi. Monet tutkijat kuitenkin käyttävät rinnakkain tai integroivat tuotekehitys prosessiin muitakin menetelmiä, kuten TRIZ, saavuttaakseen parhaan mahdollisen lopputuloksen uusien tuotteiden innovaatioissa tai vanhojen tuotteiden parannuksissa. Menetelmien yhdistämisellä voidaan ratkaista prosessien ongelmia menestyksekkäästi. Useissa lähteissä mainitaan, että yksinään QFD menetelmää käytettäessä voidaan tuotekehitysprosessissa törmätä moniin eri ongelmiin. Näitä erilaisia ongelmakohtia on mainittu erikseen tämän työn QFD:tä käsittelevässä osiossa. Yhdessä menetit voivat ratkaista tärkeimmät ristiriidat tehokkaammin tarveanalyyseistä tuotesuunnitteluun sekä tuotannosta tuotteen levitykseen.

QFD keskittyy tärkeimpien tuoteominaisuuksien kartoittamiseen, eikä niiden välisten ristiriitojen laadukkaaseen ratkaisemiseen johon sillä menetelmänä yksinään on suhteellisen heikot työkalut. QFD:n suorituskykyä pystytään parantamaan, kun siihen yhdistetään tuotteen suunnittelutyökaluja. Näistä tekniikoista yleisimmin käytössä on TRIZ, kun etsitään ratkaisuja epätäydellisiin ja epätarkkoihin tietoihin asiakkaiden vaatimuksista, joita on saatu QFD matriisien lopputuloksena.

TRIZ:n käyttö yhdessä QFD:n kanssa tukee suunnittelijoita, kun etsitään parempia ratkaisuja tuotekehitykseen. QFD menetelmän neljä vaihetta yhdessä TRIZ:n kanssa on tehokas työkalu, joka mahdollistaa jopa läpimurtotuotteiden synnyn, koska se korostaa käytäntöjä joilla ehkäistään virheitä ja pyritään välttämään kompromisseja. Innovatiivinen ja aktiivinen lä-

hestyminen on paljon tehokkaampaa kuin passiiviset reaktiot, kun pyritään ehkäisemään tuotekehityksen epäonnistuminen. Saavutetun synergian avulla voi havaita ja ratkaista ongelmia, kuten laadullisten ominaisuuksien ristiriidat tavoitearvoissa ja negatiiviset vuorovaikutukset tuotteen rakenteiden, materiaalien ja tuotantoprosessien välillä.

TRIZ menetelmiä voidaan käyttää QFD:n puutteiden täydentämiseen ja sen esiintuomien ongelmien ratkaisuun. QFD:n esille tuomia tuoteominaisuuksien välisiä ristiriitoja voidaan ratkaista ristiriitamatriisin avulla.

TRIZ auttaa suunnittelijoita tekemään tehokkaammin tuotteisiin parannuksia. Suunnittelijat voivat keskittyä enemmän komponentteihin, joilla on eniten vaikutusta lopputuotteeseen, parantaakseen koko tuotteen laatua. Kun tarkastellaan tähän vaadittuja operaatioita, QFD menetelmä vastaa kysymykseen ”mitä” kun taas TRIZ menetelmä määrittelee ”miten”. (Ginting & Ali 2016, s. 1-11)

Seuraavassa luettelossa on esitetty useiden eri tutkimusten sekä käytännön esimerkkien pohjalta tärkeimmät huomiot, koskien QFD:n ja TRIZ:n yhdistämisen tuomia hyötyjä (Ginting & Ali 2016, s. 19):

- QFD:n yhdistäminen TRIZ:n kanssa parantaa koko tuotekehitysprosessia erityisesti konseptien kehittämisessä
- Kustannustehokkuutta voidaan saavuttaa esimerkiksi tuotantokustannuksissa, kun QFD:n laadun talon teknisiä ominaisuuksia ja niiden välisiä riippuvuuksia tarkastellaan TRIZ:n ristiriitojen ratkaisumenetelmän avulla.
- Menetelmien QFD ja TRIZ yhdistelmä korostaa laadun talon tärkeyttä tuotekehityksessä
- Asiakkaiden vaatimusten ja teknisten ominaisuuksien ristiriidat voidaan ratkaista TRIZ:n avulla

- Menetelmien QFD ja TRIZ yhdistelmä vähentää virheitä tuotteen suunnittelussa
- QFD:llä asiakastarpeet ja niitä vastaavat tuoteominaisuudet voidaan määritellä ja järjestellä systemaattisesti. TRIZ auttaa ratkaisemaan tuoteominaisuuksien väliset ristiriidat

Aihetta koskevien artikkelien perusteella QFD:n ja TRIZ:n yhdistämistä voidaan pitää varsin tehokkaana metodina. TRIZ:n rooli tuotekehityksessä on tärkeä, koska sen avulla voidaan generoida uusia ideoita ongelmien ratkaisuun ja kehittää kokonaan uusia tuoteideoita. Yhdistämällä QFD:n ja TRIZ:n yritys voi tunnistaa asiakkaan kannalta tärkeimmät tuoteominaisuudet ja ratkaista esiin tulevat tekniset ristiriidat luovilla ideaaliratkaisuilla.

Menetelmistä yksinään tai yhdessä löytyy varsin vähän viittauksia koskien käyttöä suomalaisessa teollisuudessa. Tätä on työssä pyritty selvittämään aiheeseen liittyvän kyselytutkimuksen avulla, jota tarkastellaan seuraavissa kappaleissa.

6. KYSELYTUTKIMUS

Tämän diplomityön yksi tarkoitus oli selvittää TRIZ:n ja QFD:n kaltaisten tuotekehitysmenetelmien yleisyyttä ja käyttöä suomalaisissa teollisuusyrityksissä, sekä selvittää samalla yritysten muita yleisesti käytössä olevia innovaatiokäytäntöjä. Tähän tutkimusongelmaan aineistoa päädyttiin keräämään kirjallisuuskatsauksen lisäksi tätä tarkoitusta varten laaditulla kyselytutkimuksella. Menetelmään päädyttiin muun muassa aikataulun takia, sillä henkilökohtaiset haastattelut olisivat vaatineet liikaa resursseja.

Kyselytutkimus on erinomainen tapa kerätä ja tarkastella halutun aihepiirin tietoa, ihmisten mielipiteitä ja asenteita, toimintaa, arvoja ja erilaisia ilmiöitä. Kyselytutkimuksessa tutkija esittää vastaajalle kysymyksiä kyselylomakkeen välityksellä, joka toimii mittausvälineenä sisältäen kokoelman mittareita ja yksittäisiä kysymyksiä. Haastattelututkimuksessa esitetään kysymykset suoraan haastateltavalle joko puhelimitse tai kasvotusten. Haastattelulomake muistuttaa kyselylomaketta, eronaan se, että jälkimmäisen täytyy toimia omillaan ilman haastattelijan apua. Suomessa käytetään usein englanninkielistä termiä survey, joka kattaa sekä kysely- että haastattelututkimuksen. (Vehkalahti 2014, s. 11-12, 17)

Kyselytutkimuksen laadintaan liittyy monia haasteita ja epävarmuuksia, kuten vastaajien lukumäärä ja mittaavatko kysymykset tutkittavia asioita. Haasteita liittyy niin tutkimuksen sisällöllisiin tavoitteisiin kuin tiedonkeruuseen ja mittaamiseenkin. Vehkalahti (2014, s.13) mukaan kyselytutkimus on enimmäkseen määrällistä tutkimusta, jossa sovelletaan tilastollisia menetelmiä. Tämä perustuu siihen, että vaikka kysymykset esitetään sanallisesti, vastaukset esitetään numeerisesti. Silloin jos numeroina ilmaisu on epäkäytännöllistä, voidaan sanallisesti antaa täydentäviä tietoja tai vastauksia kysymyksiin.

(Vehkalahti 2014, s. 13)

Yleisesti ajatellaan, että määrällisellä tutkimusotteella tavoitellaan yleiskäsityksiä ja laadullisella paneudutaan enemmän yksityiskohtiin. Kuitenkin myös tilastollisilla menetelmillä päästään pureutumaan yksityiskohtiin ja samassa tutkimuksessa saatetaan käyttää molempia menetelmiä. Sanallisten vastausten analysointiin voidaan käyttää laadullisia menetelmiä,

mutta vastausten tuloksia voidaan ihan yhtä hyvin esittää tiivistetysti myös määrällisillä menetelmillä. (Vehkalahti 2014, s. 13)

Laadullisessa tutkimuksessa kyselytutkimuksen katsotaan olevan niin sanottujen avointen kysymysten esittämistä valituille yksilöille tai ryhmille. Määrällisessä tutkimuksessa puolestaan otos on satunnainen, kysymykset ovat strukturoituja valintakysymyksiä ja vastaajien määrä on suurempi. Tähän tutkimukseen tehty survey-kyselytutkimus edustaa molempia metodeja ja kun kysymyksiä pohdittiin, niiden haluttiin olevan erityyppisiä keskenään. Tällä pyrittiin saamaan mahdollisimman monipuolisesti vastaajilta tietoa niin, ettei kyselystä tule liian pitkä. (Metsämuuronen 2001, s. 14-15)

Hyvä survey-kyselytutkimus on räätälöitävä sellaiseksi työkaluksi, että sillä päästään tutkimuksen tavoitteisiin. On täysin mahdotonta sanoa millaiset kysymykset toimivat parhaiten missäkin yhteydessä. Muutamia hyödyllisiä kysymyksien laatuun ja mitattavuuteen vaikuttavia perussääntöjä kuitenkin löytyy. Survey-kyselyn vahvuus on siinä, kun kysytään ihmisiltä heidän ensikäden tietoja ja kokemuksia. Sen vuoksi onkin varottava kysymästä informaatiota, johon on vain välillistä tietoa, kysymyksiä syy-seuraussuhteista, hypoteettisia kysymyksiä tai kysymyksiä joissa etsitään vastauksia joihinkin vaikeaselkoisiin ongelmiin. Toinen sääntö on, että kysytään yksi kysymys kerrallaan. Kysymysten tulee myöskin olla muotoiltuja siten, että kaikki vastaajat ymmärtävät ne samalla tavalla ja vastaavat niin sanotusti samaan kysymykseen. Neljäs sääntö koskee määritelmien käyttöä. Jos tutkimuksen aihealue on sellainen, että siinä on harvinaisia määritelmiä ne pitää selittää vastaajalle ennen kysymystä. Kyselyn sisältäessä monivalintakysymyksiä on haluttu vastausten määrä ilmaista selkeästi, jos tarkoitus on valita useampi kuin yksi vaihtoehto. Kysely tulisi myös suunnitella niin, että kysymykset ovat mahdollisimman helppo lukea, ohjeita on helppo seurata ja vastausten kirjaaminen on vaivatonta. Viimeisenä sääntönä kaikkien vastaajien pitäisi olla orientoituneita tekemään kysely, ymmärtää kuinka siihen vastataan ja miksi.

(Fowler 1995, s. 78-103)

Diplomityössä käytettyyn kyselylomakkeeseen päätyi lopulta 18 kysymystä, joista osaan vastattiin valitsemalla vastaus tai vastaukset valmiista vaihtoehdoista, osassa arvioitiin kyseessä olevaa asiaa numeroasteikoilla 1-5 ja osaan vastattiin avoimessa tekstikentässä.

Kysymyksiä laadittaessa arvioitiin kuinka paljon vastaamiseen suunnilleen menisi aikaa ja millä kysymyksillä saataisiin mahdollisimman paljon aiheesta tietoa suhteellisen pienessä ajassa tehtävällä kyselyllä. Avoimet kysymykset jätettiin vapaaehtoisiksi, koska haluttiin että ne eivät olisi syy jättää kyselyyn vastaamatta. Kyselylomake sekä saatekirje laadittiin englanninkieliseksi ja kyselyyn vastaaminen tapahtui anonyymisti.

Rakenteeltaan kysely eteni tiettyjen aiheiden mukaisesti, joita käsitellään tämän työn teoria osuudessa sekä analyyseissa. Ulkoasua pyrittiin muokkaamaan mahdollisimman helppoluokiseksi ja vastaamiseen houkuttelevaksi. Aluksi selvitettiin muutamalla kysymyksellä yrityksen liikevaihto sekä teollisuudenala. Seuraavissa kysymyksissä käsiteltiin innovaatiokäytäntöjä, ja omassa osiossaan selvitettiin pelkästään TRIZ:ä ja sen käyttöä. TRIZ:ä koskevat kysymykset vastaajat pystyivät ohittamaan, jos menetelmää ei ollut yrityksellä käytössä. Kyselylomakkeen sisältöä ja rakennetta pohdittiin yhdessä apulaisprofessori Kalle Elfvingrenin kanssa.

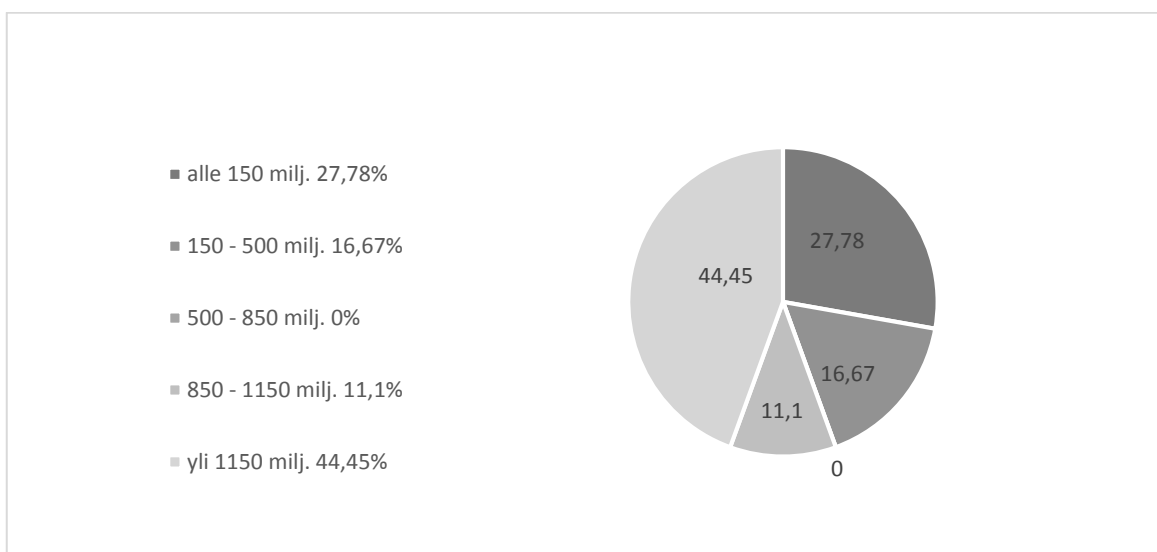
6.1 Kyselytutkimuksen toteuttaminen

Tutkimus tehtiin yhteistyössä Lappeenrannan Teknillisen Yliopiston kanssa ja se oli osaksi TEKES:n rahoittama. Itse kysely toteutettiin sähköisesti Webropol-työkalulla, jolla saatiin lähetettyä linkki kaikille vastaanottajille sähköpostitse. Vastaajiksi valittiin satunnaisotannalla suomalaisia teollisuusyrityksiä ja niiden työntekijöistä erityisesti innovaatio ja tuotekehityksestä vastaavia henkilöitä. Pienemmissä yrityksissä linkki kyselyyn lähetettiin toimitus- tai varatoimitusjohtajalle tai muulle ylemmälle toimihenkilölle. Vastauslinkki jätettiin tarkoituksella avoimeksi, joten sitä pystyi myöskin halutessaan jakamaan eteenpäin. Kysely lähetettiin yhteensä 103 vastaajalle marraskuun 10. päivä 2015, joskin ei voida tietää onko linkkiä jaettu vastaajien keskuudessa useammalle eteenpäin. Kysely oli avoimena kuukauden, ja saatteessa pyydettiin vastausta viimeistään 10.12.2015. Muistutusviesti kyselytutkimuksesta lähetettiin vastaajille muutama päivä ennen linkin sulkeutumista 7.12.2015. Kyselylomake sekä siihen saadut vastaukset löytyvät työn lopusta (LIITE 1).

6.2 Tulosten arviointi

Kyselytutkimuksien ongelmana on nykyään se, että niihin on hankalaa saada tarpeeksi vastauksia. Tähän saattaa olla syynä se, että kaikenlaisia tutkimuksia on niin paljon, ettei niihin kaikkiin riitä enää intoa tai aikaa vastata. Usein käytetään jotain kannustinta vastauksien saamiseen, mutta tässä tapauksessa sellaiseen ei ollut mahdollisuutta. Muita epävarmuustekijöitä pienen vastausprosentin lisäksi on, ettei voida tietää onko kyselyyn vastannut henkilö juuri se, kenelle kysely on lähetetty ja onko kysymyksiin haluttu vastata totuuden ja tarkoituksen mukaisesti.

Kyselyyn vastasi lopulta 18 henkilöä, joten vastausprosentiksi muodostui 17,4. Vastauksia olisi ollut toivottavaa saada enemmänkin, mutta onneksi saadut vastaukset olivat hyviä ja myös vapaaehtoisesti vastattaviin tekstikenttiin oli suurin osa halunnut vastata. Ensimmäisissä kysymyksissä haluttiin selvittää vastaajan edustaman yrityksen teollisuuden toimiala sekä liikevaihto. Vastauksien anonyymiteetin vuoksi ensimmäisistä kysymyksistä ei voida päätellä muuta kuin, että vastauksia saatiin monipuolisesti erityyppisiltä yrityksiltä. Toimialoista edustettuina olivat muun muassa kaivosteollisuus, metsä-, maatalous- sekä muita isoja koneita valmistava teollisuus, kemianteollisuus, voimalaitos- ja sähköteollisuus sekä metalliteollisuus. Osa vastaajista oli ilmoittanut toimialakseen vain yleisesti valmistava teollisuus. Liikevaihdon puolesta vastauksia tuli eniten suuren liikevaihdon omaavilta yrityksiltä, mitä alun perin tavoiteltiin.



Kuva 14. Kyselyyn vastanneiden yritysten liikevaihto

Innovaatiokäytäntöihin liittyvissä kysymyksissä lähdettiin liikkeelle kysymällä, oliko yrityksillä käytössä jotain virallista toimintamallia tai työkalua uusien innovaatioiden luomiseen. Muutama kysymys myöhemmin kysymyksessä numero seitsemän tiedusteltiin myös, oliko yrityksillä jotain virallisia toimintamalleja tuotekehityksen sumean alkuvaiheen prosesseihin (mahdollisuuksien tunnistamiseen, ideoiden tuottamiseen ja arviointiin, alustava konseptin suunnitteluun). Näihin molempiin kysymyksiin 67 prosenttia vastaajista ilmoitti, että heillä on käytössään tällaisia menetelmiä. Vastauksien perusteella voi olettaa, että kaikissa yrityksissä joissa oli käytössä virallisia menetelmiä, oli keskitytty myöskin tuotekehityksen alkuvaiheen prosesseihin. Useissa teoriaosuuden lähteissä mainittiin, että juuri tämä tärkeä alkuvaihe jää usein vähäisemmälle huomiolle, mutta ilmeisesti kyselyyn vastanneet yritykset ovat sisäistäneet vaiheen tärkeyden.

Kyselylomakkeen neljännessä kysymyksessä tiedusteltiin, mitä toimintatapoja, työkaluja ja ideoiden lähteitä yritykset käyttävät tuotekonseptien luomiseen. Valmiita vastausvaihtoehtoja oli annettu 21, jonka lisäksi vastaaja pystyi kirjoittamaan myös jonkun listalta puuttuneen vaihtoehdon lisäkenttään. Vastauksien määrää ei ollut rajoitettu, ja valittujen vaihtoehtojen määrästä päätellen yrityksillä on käytössään useita eri metodeja. Kuvaan 15 on kerätty viisi eniten valittua menetelmää. Tutkimuksen pääaiheena olevat TRIZ ja QFD menetelmät eivät tämän kyselytutkimuksen mukaan ole kovin yleisesti käytössä Suomessa. TRIZ:ä ilmoitti käyttävänsä 4 yritystä ja QFD:tä 3 yritystä. Tosin pelkästään TRIZ:ä koskeviin kysymyksiin oli vastannut vain 3 henkilöä, joten oletettavasti se on todellisempi käyttäjien määrä. Se käytetäänkö jossain yrityksessä menetelmien yhdistelmää, ei valitettavasti selviä kyselyn tuloksista. Näistä vastauksista selviää, että asiakas on tärkeässä roolissa kotimaisten yritysten tuotekehityksessä. Toiseksi yleisemmäksi vastaukseksi tulivat keskitetyt haastattelupalaverit asiakkaiden kanssa.

Yleisimmät menetelmät, työkalut ja ideoiden lähteet tuotekonseptien kehittämisessä. Viisi eniten käytettyä vaihtoehtoa.	
- Aivoriihet oman tiimin sisällä	15 vastaajaa
- Haastattelut asiakkaiden kanssa	12 vastaajaa
- Patenttien tietokantojen hyödyntäminen	12 vastaajaa
- Innovaatio workshops	11 vastaajaa
- Henkilökunnan ideat innovaatioprosessissa	11 vastaajaa

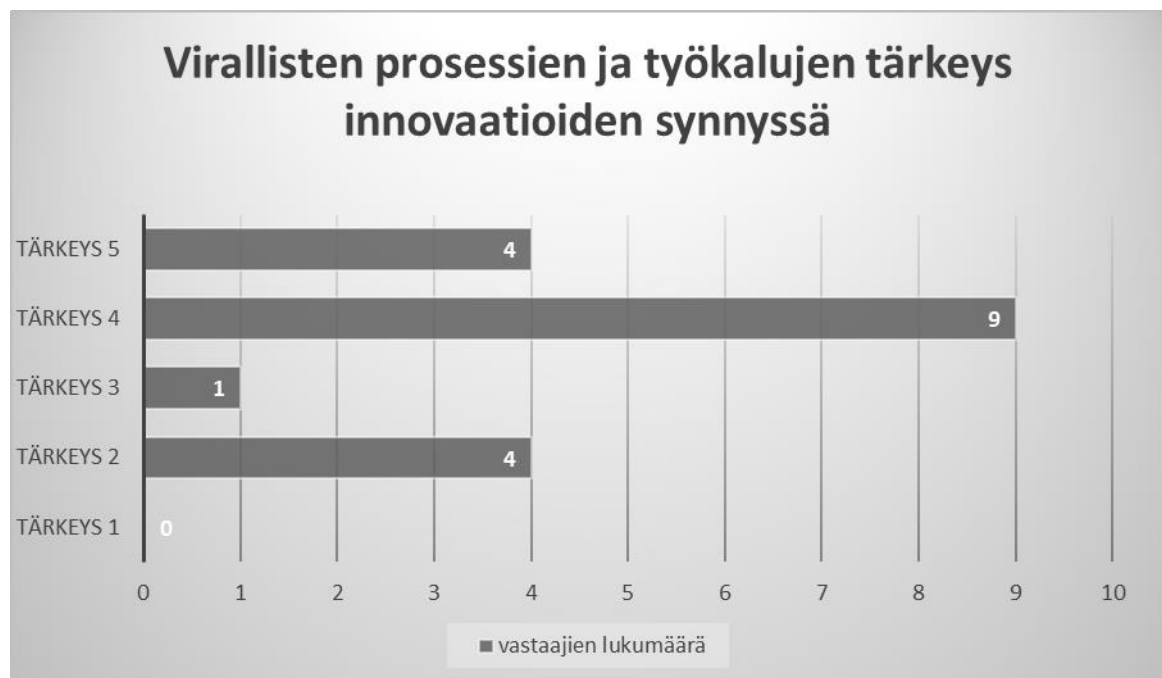
Kuva 15. Yleisimmät menetelmät, työkalut ja ideoiden lähteet tuotekonseptien kehittämisessä

Seuraavassa kysymyksessä haluttiin selvittää lisätietoja siitä, kuinka näitä eri metodeja yrityksissä käytetään. Tähän oli käytettävissä vapaa tekstikenttä ja vastaukset olivat melko erilaisia, eli kysymys oli ymmärretty monella eri tavalla. Yksi vastaajista ilmoitti yrityksensä käyttävän eri metodeja eri projekteissa tai ei välttämättä mitään metodia. Muutamia muita poimintoja vastauksista:

- ”metodeja käytetään konsultin kanssa tai ilman”
- ”workshopeissa isoissa tai pienissä tiimeissä”
- ”aivoriihissä silloin tällöin”
- ”ideat lähtevät oikeasta tarpeesta joko markkinoilla tai yrityksessämme”
- ”työkaluja käyttävät lähinnä fasilitaattorit”.

Yksi vastaajista oli vastannut, että metodeja käytetään säännöllisesti. Seuraavaksi kysyttiin, kuinka usein yrityksellä on virallisia tuotekehitykseen liittyviä palavereja. Vastausvaihtoehdot oli annettu valmiiksi ja ne oli jaoteltu seuraavasti: ainakin kerran viikossa, kerran kuukaudessa, 2-6 kertaa vuodessa, kerran vuodessa ja ei koskaan. Saaduissa vastauksissa kaksi yritystä oli valinnut vaihtoehdon ”ei koskaan”. Kuitenkin edellisissä kysymyksissä kaikki olivat vastanneet käytössä oleviin metodeihin. Ilmeisesti kaikilla yrityksillä tuotekehitysprosessit eivät noudata virallista kaavaa. Ehkä odotetustikin, yleisimmäksi vaihtoehdoksi oli valittu ”2-6 kertaa vuodessa”.

Kyselylomakkeen kahdeksannessa kysymyksessä kysyttiin vastaajan omaa mielipidettä siihen, kuinka tärkeänä hän pitää virallisia prosesseja ja työkaluja innovaatioiden syntymiselle. Vastaus annettiin numeroasteikolla 1-5, jossa numero 1 merkitsi ”ei tärkeää” ja numero 5 ”erittäin tärkeää”. Vastausten painopiste osoittaa, että virallisia metodeja pidetään yrityksissä tärkeänä. 72 prosenttia vastaajista oli valinnut vaihtoehdoksi joko tärkeyden 4 tai 5. Vastauksien keskiarvoksi saatiin näin ollen 3,72.



Kuva 16. Virallisten prosessien tärkeys

Yhdeksännen kysymyksen, ”Uusien ideoiden lähteitä/kuinka yrityksesi löytää uusia mahdollisuuksia?”, vastaukset löytyvät alla olevasta taulukosta 1. Eri vastausvaihtoehtoja annettiin valmiiksi 12 kappaletta. Avoimeen kenttään oli myös mahdollisuus ilmoittaa listalta puuttuvia ideoiden tai mahdollisuuksien lähteitä. Yleisimmäksi lähteeksi tai keinoksi oli mainittu oma tiimi, jonka oli vastaajista valinnut yhtä lukuun ottamatta jokainen. Avoimeen vastauskenttään oli saatu yksi vastaus, jossa vastaaja mainitsee heidän oman prosessinsa: ”Future Vision of Technology”:n olevan ideoiden ja mahdollisuuksien lähde. Vastauksien perusteella yritykset näyttäisivät hyödyntävän enimmäkseen omaa organisaatiotaan ja asiakkaitaan uusien ideoiden luomisessa. Myös tämän kysymyksen vastaukset antavat kuvan asiakkaan tärkeydestä tuotekehitysprosessissa, sekä suunnitteluvaiheessa että jälkimarkkinoinnin osalta. Asiakaspalautteiden kautta saatuja ideoita ja mahdollisuuksia hyödyntää jopa 16 vastaajaa kaikista 18:sta.

Taulukko 1. Uusien ideoiden lähteet

Uusien ideoiden lähteet/ mistä yrityksesi löytää uusia mahdollisuuksia	Vastaajien lukumäärä/18
Patenteista	9/18
Oma tietämyksemme markkinoista ja tuotteista	16/18
Informaatio suoraan asiakkailta	16/18
Asiakaspalautteista	16/18
Informaatiosta markkinoista eri tietokannoista	7/18
Puhelinpalvelukeskuksista	1/18
Omalta tiimiltä	17/18
Omasta teknologian tutkimustyöstä	15/18
Kilpailijoiden tuotteista	13/18
Huoltohenkilökunnalta	13/18
”niitä vain tulee jostain”	8/18
Idea on vanha, mutta nyt se on mahdollista tehdä/meillä on tarvittavat resurssit/nyt on oikea hetki markkinoilla	11/18

Vastauksia sai halutessaan syventää seuraavan kysymyksen kohdalla, missä pyydettiin kertomaan lisätietoja edellisen kysymyksen valinnoista. Kysymys jätettiin vapaaehtoiseksi vastata ja siihen saatiin kahdeksan vastausta. Vastauksista erottuu kaksi tärkeää lähdettä jotka vaikuttavat uusien ideoitten syntyyn ja tuotekehityksen onnistumiseen. Nämä ovat oman yrityksen henkilökunta kaikilta organisaation tasoilta ja asiakkaat. Ainoa vastaus joka erosi

muista koski ”brändäämistä”, joka ei varsinaisesti liity kysymyksen aihealueeseen. Vastaaja pohtii Applen tuotteiden innovaatioiden paremmuutta verrattuna toisten vastaaviin tuotteisiin ja toteaa, että ne ovat vain ”brändätty” paremmin. Tuotekehitystä koskevassa kirjallisuudessa on myös paljon keskustelua siitä kuinka paljon ja miten hyvä brändi vaikuttaa yrityksen lanseeraamiin uusiin tuotteisiin.

Kyselyn 11. kysymys oli ”Kuinka tärkeitä uudet ideat ovat onnistuneessa innovaatiossa?”. Tähän kysymykseen vastattiin numeroasteikolla 1-5, jossa numero 1 merkitsi ”ei tärkeää” ja numero 5 ”erittäin tärkeää”. Kaikki vastaajat yhtä lukuun ottamatta pitivät uusia ideoita joko tärkeinä tai erittäin tärkeinä.



Kuva 17. Uusien ideoiden tärkeys

Seuraavan kysymyksen aiheena oli, miten yritykset arvioivat ideoita. Vastausvaihtoehtoja oli valmiina viisi, sekä vapaa kenttä mihin pystyi kirjoittamaan jonkun muun kuin annetun vaihtoehdon. Selkeästi yleisimmin ideoita arvioitiin yrityksen johdon toimesta, ja tämän vaihtoehdon oli valinnut 12 vastaajaa. Stage Gate -menetelmä oli käytössä seitsemällä, Multi-criteria analyysi kolmella ja pisteytys menetelmä neljällä vastaajalla. Kuusi vastaajaa ilmoitti, ettei heillä ole käytössään mitään virallista menetelmää ideoiden vertailuun.

Seuraavaksi päästiin kysymyksissä osioon, joka koski pelkästään TRIZ:n käyttöä. Kysymykset 13-15 vastaajat pystyivät ohittamaan, jos yrityksellä ei ollut kokemuksia TRIZ menetelmien käytöstä. Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli selvittää, kuinka yleisesti kyseinen metodi on käytössä yrityksissä, sillä se on suhteellisen tuntematon menetelmä useille yrityksille. Tämän kyselyn otos jäi melko pieneksi, joten mitään yleistystä ei voida tehdä tuloksien perusteella. Kaikista 18 vastaajasta vain kolme oli vastannut TRIZ:ä koskeviin kysymyksiin, mikä oli määränä odotettuakin. Valitettavasti vastauksien perusteella ei pystytä sanomaan minkä kokoisia TRIZ:ä hyödyntävät yritykset ovat liikevaihdoltaan. Olisi ollut kiinnostavaa tietää, käyttävätkö myös pienemmät yritykset sitä tuotekehityksen apuna ja hyödynnetäänkö sitä yhdessä QFD:n kanssa. Teoriaosuuden artikkeleissa mainitut menetelmää onnistuneesti hyödyntäneet yritykset olivat suuria kuten esimerkiksi Samsung, Rolls Royce ja Siemens, joilla on enemmän resursseja käytössään tuotekehitykseen kuin pienemmällä yrityksillä. Edellä mainitut yritykset ovat pystyneet TRIZ:n avulla luomaan merkittävän määrän uusia innovaatiota. Kuitenkin oletettavasti TRIZ on yleisemmin käytössä muualla Euroopassa ja suurissa kansainvälisissä yrityksissä, kuin kotimaisessa teollisuudessa. Menetelmänä se saattaa olla kuitenkin yleistymässä myös täällä, sillä lomakkeen 16. kysymykseen, ”Jos yrityksenne ei ole vielä TRIZ käytössä, harkitsetteko sen käyttöä tulevaisuudessa?”, vastaajista 6 oli vastannut kyllä ja 11 oli vastannut ehkä. Kyllä-vastauksissa on mukana myös yritykset jotka käyttävät sitä jo tälläkin hetkellä, sillä ei-vastauksia oli vain yksi kappale.

Internetistä hakemalla löytyi TRIZ:n menetelmiä käsitteleviä seminaareja sekä TRIZ:ä osavia konsultteja, joten jos kiinnostusta löytyy, niin aiheesta on tarjolla yhä enemmän tietoa Suomessakin. Näin ei ollut vielä muutama vuosikymmen sitten. Kiinnostuksen TRIZ:ä kohtaan voisi olettaa olevan kasvussa yritysten etsiessä uusia toimintatapoja ja työkaluja innovaatioprosessiensa tueksi.

Ensimmäinen pelkästään TRIZ:ä koskeva kysymys oli: ”mitä TRIZ:n työkaluja yrityksellenne on käytössä?”. Valmiita vaihtoehtoja oli annettu 9 kappaletta, sekä mahdollisuus ilmoittaa joku muu käytössä oleva työkalu. TRIZ:n viisi tärkeintä ja ehkä tunnetuintakin työkalua ovat: ristiriita, resurssit, ideaaliratkaisu, kehityslait sekä innovatiiviset periaatteet (Rantanen 2002, s.12). Kyselyyn vastanneilla yrityksillä käytössä oli juuri näitä työkaluja,

ja kaikki kolme TRIZ:ä käyttävää yritystä ilmoittivat käyttävänsä 40 innovatiivista periaatetta. Funktionaalianalyysi, ristiriita matriisi ja ideaaliratkaisu oli kukin saanut kaksi vastaajaa. Muita annettuja vaihtoehtoja ei oltu valittu lainkaan, eikä vapaaseen kenttään oltu vastattu mitään.

TRIZ osion toisessa kysymyksessä vastaajilta haluttiin tietää mitä hyötyjä TRIZ:n eri menetelmäoppien käytöllä saavutetaan. Kysymykseen oli annettu valmiina viisi vastausvaihtoehtoa sekä vapaa kenttä mihin pystyi kirjoittamaan jonkun muun vaihtoehdon. Vastauksien määrää ei oltu rajoitettu, eli vaihtoehtoista pystyi valitsemaan halutessaan jokaisen. Kaikki kolme vastaajaa olivat valinneet hyödyksi vaihtoehdon ”parempia ideoita” ja kaksi vastaajaa ”enemmän ideoita”. Vaihtoehdot ”enemmän patenteja” ja ”enemmän ongelmanratkaisuja” oli molemmat valittu kerran. Vapaasti kirjoitettavaan kenttään ei oltu vastattu mitään.

Viimeiseen pelkästään TRIZ:ä koskevaan kysymykseen oli vastannut seitsemän vastaajaa. Kysymyksenä oli ”oletteko kokeneet epäonnistumisia TRIZ:n käytössä?”. Vastausvaihtoehtoina olivat; kyllä, ei ja ei tiedä vielä. Tähän kysymykseen oli mitä ilmeisimmin vastannut osa yrityksistä, jotka harkitsevat menetelmän kokeilemista. Kaksi vastaajaa oli ilmoittanut kokeneensa epäonnistumisia ja yhdellä ei ollut ollut epäonnistumisia. Näin ollen oletettavasti neljä ”ei tiedä vielä” vaihtoehdon valinnutta olivat tulevaisuuden käyttäjiä.

Kyselyn lähestyessä loppua, kysyttiin kysymyksessä numero 17: ”kuinka monta uutta innovaatiota/ideaa/patenttia jne. saatte karkeasti per vuosi käyttämillänne metodeilla?”. Valmiita vastausvaihtoehtoja ei oltu annettu valmiiksi ja kysymys koettiin hieman haastavaksi vastata. Määrää oli vastaajien mielestä hankala määritellä, koska se riippuu hyvin paljon siitä mitä ja miten ne halutaan laskea. Yksi vastaajista oli esimerkiksi ilmoittanut määrän seuraavalla tavalla: uusia ideoita >1000 kpl, uusia innovaatioita >200 kpl ja uusia patenteja >10 kpl. Vastauksien perusteella kuitenkin yleisimmäksi määritelmäksi muodostui noin 0-5 innovaatiota tai patenttia per vuosi. Ideoiden määrä vaihteli 0 -1000 kappaleen välillä ja vastauksista näki, että suuremmissa yrityksissä myös määrät olivat suurempia kaikilta osin. Muutama oli vastannut, ettei tiedä määriä ollenkaan ja muutama oli ilmoittanut innovaatioiden määrän per henkilö, josta on hankala päätellä todellista määrää.

Kyselylomakkeen viimeisenä kysymyksenä tiedusteltiin, mikä on vastaajien omasta mielestä paras tapa luoda uusia innovaatioita. Kysymys oli vapaaehtoinen ja vastaaminen tapahtui avoimeen tekstikenttään. Kaikki kyselyyn osallistujat olivat halunneet tähän vastata ja jokainen saatu vastaus on tiivistetty taulukkoon 2, sillä niistä oli hankala poimia vain muutamia hyviä. Viimeisen kysymyksen vastauksista käy hyvin ilmi kuinka monisyinen kokonaisuus tuotekehitys yrityksissä on. Asiakastarpeet nousevat vastauksista tuotekehityksen kannalta ehkä tärkeimmäksi tiedonlähteeksi ja sidosryhmien välinen sekä organisaation sisäinen kommunikointi koetaan tärkeäksi resurssiksi toiminnassa.

Kaiken kaikkiaan kysely oli onnistunut, vaikka otos olisi voinutkin olla suurempi. Toivottavasti tämä kysely myös herätti vastanneissa yrityksissä mielenkiintoa TRIZ menetelmien käytön kokeilemiseen ja sen kautta uusien innovaatioiden syntymiseen.

Taulukko 2. Vastaajien mielestä parhaita tapoja luoda uusia innovaatioita

Sisäinen kommunikointi, oikeat ihmiset töissä ja avoin ilmapiiri. Innovaatio voi tulla missä ja milloin vain, tyypillisesti niin että tekniikka kohtaa asiakkaiden tarpeet.
SECI eli tiedon luomisen prosessimalli
Systemaattinen innovaatioprosessi
Sidosryhmien aktivointi
Teknisen ongelman kohtaaminen, mukavuusalueelta poistuminen ja kokonaiskuvan näkeminen
Sellainen tapa joka sopii tiimille, henkilölle ja yritykselle tapauskohtaisesti. Ei ole sellaista menetelmää joka sopii joka tilanteeseen.
Ensin määritellään asiakkaiden tarpeet (yritetään löytää piilotetut), sitten etsitään vaihtoehtoinen ratkaisu, esitetään mahdollinen ratkaisu asiakkaalle, tehdään prototyyppi
Kokeellista työskentelyä monitieteellisissä ryhmissä, jotka ovat innostuneita ja luovia.
Yksilöllinen ideointi
Tekniikan kehittymisen seuraaminen (muussa yritystoiminnassa)
Oma kokemus, markkinoiden seuraaminen, asiakkaiden kuunteleminen, tuotannon työvälineiden uusiminen
Jokaisella työntekijällä on ideoita, on tärkeää että johtoporras kuuntelee kaikkia työntekijöitä ja kerää ideoita sekä pitää huolta että kaikkien ideat ovat samanarvoisia.
Asiakkaiden kuunteleminen, erilaisten parametrien mittaaminen joilla tarkkaillaan tuottavuutta sekä hintavaikutuksia
Asioista perillä oleminen, tieto
Luovuuden ja yksilöiden hyödyntäminen työntekijöissä
Ideoiden tuominen näkyviksi, budjetointi ja aikataulut ideoille ennen kuin ajatus "kuolee". Annetaan ihmisten jakaa ideoita ja palkitaan niistä. Innovatiivinen yrityskulttuuri, vapaus kehittää ideoita.
Asiakaspalautteet ja omat neronleimaukset
Rohkaistaan ihmisiä tekemään keksintöjä, annetaan resursseja pohdintaan, ohjataan eri ihmisiä eri taustoista keskustelemaan keskenään.

7. YHTEENVETO

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia QFD ja TRIZ menetelmiä sekä niiden käyttöä yhdessä ja erikseen asiakaslähtöisessä tuotekehityksessä. Aihe oli mielenkiintoinen ja työn edetessä heräsi kiinnostus myös mahdollisesti päästä testaamaan teorioita myös käytännössä. Lopulliseen työhön kuitenkin toteutettiin vain aiheeseen liittyvä kyselytutkimus, sillä case tutkimuksen mukaan ottaminen olisi tehnyt työstä liian laajan.

Tuotekehitys on yksi yrityksen keskeisimpiä prosesseja. Kehittämällä asiakaslähtöisiä tuotteita, yritys pystyy saavuttamaan kilpailuetua tyydyttämällä asiakkaidensa tarpeet kilpailijoita paremmin. Asiakastarpeet tulisi huomioida mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tuotekehitystä, jotta resurssien suuntaus olisi optimaalista. Kun tärkeimmät asiakastarpeet on kartoitettu, on QFD hyvä menetelmä asiakastarpeiden muuttamisessa kehitettäviksi tuoteominaisuuksiksi. Tuotekehityksen haastavimmat vaiheet sijoittuvat innovaatioprosessin alkupäähän, erityisesti konseptien kehittämiseen. TRIZ menetelmiä voidaan käyttää tuotekehitysprosessin eri vaiheissa, mutta niistä on hyötyä etenkin tuotekehityksen ideointivaiheessa ja konseptien kehittämiseen liittyvien teknisten ongelmien ratkaisemisessa.

Tarkasteltaessa lähemmin QFD:n ja TRIZ:n yhdistämistä tuotekehityksessä tuli ilmi, että varsinkin QFD menetelmällä saadaan parempia lopputuloksia aikaan, kun siihen yhdistää jonkun toisen menetelmän. Tässä työssä keskityttiin sen yhdistämiseen TRIZ:n kanssa, mutta tutkimuksia yhdistämisestä myös muihin menetelmiin löytyy.

QFD:n ja TRIZ:n yhdistämisellä saavutetaan tuotekehityksessä merkittäviä synergiaetuja. QFD:n vahvuus on asiakastarpeiden muuttaminen tuoteominaisuuksiksi järjestelmällisesti. QFD:ssä ei kuitenkaan ole työkaluja asiakastarpeiden ja tuoteominaisuuksien välisien ristiriitojen ratkaisujen tukemiseen, joka johtaa kompromisseihin tuotekehityksessä. Tähän tarpeeseen pystytään vastaamaan TRIZ työkaluilla. TRIZ työkaluilla voidaan ratkaista esiin tulevat tuoteominaisuuksien väliset tekniset ristiriidat luovilla ja innovatiivisilla ratkaisuilla. Erityisesti 40 luovaa periaatetta ja ristiriitamatriisi ovat tehokkaita työkaluja tähän tarkoi-

tukseen. TRIZ tukee QFD prosessia myös asiakastarpeiden muuntamisessa tuoteominaisuuksiksi. TRIZ:n avulla voidaan myös pyrkiä ennustamaan tulevaisuuden kehitystrendejä ja teknologista kehitystä.

Yhtenä osana työtä tehtiin kyselytutkimus, jolla pyrittiin selvittämään suomalaisten teollisuusyritysten innovaatiokäytäntöjä sekä selvittämään kuinka yleisesti TRIZ on käytössä. Vaikka kyselytutkimukseen oli hieman haasteellista saada vastauksia, voidaan saadun otannan perusteella päätellä, että TRIZ ei ole Suomessa kovinkaan tunnettu eikä ainakaan laajalti käytössä. Kansainväliset yritykset ovat ehkä paremmin ottaneet käyttöön erilaisissa ongelmissa varsinkin menetelmien yhdistämisen, sillä esimerkkejä löytyi melko paljon eri artikkeleista hyvinkin erityyppisissä tuotekehitysprojekteissa.

Haastatteluun vastanneissa yrityksissä asiakkaat ovat tärkeässä roolissa tuotekehityksessä ja toimivat usein uusien ideoiden lähteinä. Uudet ideat koettiin tärkeäksi innovaatioiden luomisessa. Lähes kaikki yritykset käyttivät tuotekehityksessään virallisia prosesseja ja työkaluja, ja niitä pidettiin tärkeänä uusien innovaatioiden luomisessa.

Nykyiset markkinat muodostavat haasteen jokaiselle yritykselle, kun pyritään pysymään kehityksessä mukana ja saavuttamaan haluttu markkina-asema. Tuotekehitys on tässä kilpailussa avainasemassa. Suomalaisten yritysten hakiessa kasvua, tulisi pyrkiä luomaan täysin uusia innovaatioita ja tarkastella omaa toimintaa myös niin sanotusti ”out of the box”. Rohkeampi investoiminen sekä uusien menetelmien käyttäminen tuotekehityksessä, kuten TRIZ, voivat auttaa yrityksiä pääsemään tavoitteisiinsa.

8. LÄHTEET

- Akao Y. & Mazur G. 2003. The leading edge in QFD: past, present and future. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 20, No. 1, s. 20-35.
- Altshuller G. 1996. *And Suddenly the Inventor Appeared: TRIZ, the Theory of Inventive Problem Solving*. Technical Innovation Center Inc. 171 s.
- Altshuller G., Shulyak L. & Rodman S. 2000. *The Innovation Algorithm - TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity*. 2nd Edition. Worcester, Technical Innovation Center. 312 s.
- Altshuller G. & Clarke D. 2005. *40 Principles Extended Edition: TRIZ Keys to Technical Innovation*, 1st Edition. Worcester, Technical Innovation Center. 142 s.
- Baker M. & Hart S. 2007. *Product Strategy and Management*, 2nd edition. Pearson Education Limited, Essex England. 560 s.
- Bonnema G. 2011. Insight, Innovation, and the Big Picture in System Design. *Systems Engineering*. Vol. 14, No. 3, s. 223–237.
- Cagan J. & Vogel M. 2002. *Creating breakthrough products*. Prentice Hall PTR, USA. 336 s.
- Carnevalli J. & Miguel P. 2008. Review, analysis and classification of the literature on QFD—Types of research, difficulties and benefits. *International Journal of Production Economics*. Vol. 114, No. 2, s. 737–754.
- Chan L. & Wu M. 2005. A systematic approach to quality function deployment with a full illustrative example. *Omega*. Vol. 33, No 1, s. 119 – 139.
- Chan L. & Wu M. 2002. Quality function deployment: A literature review. *European Journal of Operational Research*. Vol. 143, s. 463-497.
- Devadasan S., Kathiravan N. & Thirunavukkarasu V. 2006. Theory and practice of total quality function deployment. *The TQM Magazine*. Vol. 18, No. 2, s. 143-161.
- Eskola J. & Suoranta J. 2005. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. 7. painos, Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä. 266 s.
- Fowler F. 1993. *Survey research methods: 2nd edition*. Sage Publications Inc., USA. 184s.

- Fowler F. 1995. Improving survey questions: design and evaluation. Sage Publications Inc., USA. 200 s.
- Gadd K. 2011. TRIZ for Engineers: Enabling Inventive Problem Solving, 1st Edition. John Wiley & Sons Ltd, USA. 504 s.
- Ginting R. & Ali A. 2016. TRIZ or DFMA Combined with QFD as Product Design Methodology: A Review. *Pertanika J. Sci. & Technology*. Vol. 24, No. 1, s. 1 – 25.
- Goel P. & Singh N. 1998. Creativity and Innovation in Durable Product Development. *Computers & Industrial Engineering*. Vol. 35, No. 1-2, s. 5–8.
- Govers C. 1996. What and how about quality function deployment. *Int. J. Production Economics*. Vol. 46-47, No. 1, s. 575-585.
- Herstatt C., Verworn B. & Nagahira A. 2004. Reducing Project Related Uncertainty in the ‘Fuzzy Front End’ of Innovation: A Comparison of German and Japanese Product Innovation Projects. *International Journal of Product Development*. Vol 1, No 1, s. 43-65.
- Ilevbare I., Probert D. & Phaal R. 2013. A Review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. *Technovation*. Vol. 33, No. 2-3, s. 30-37.
- Jokinen T. 2001. Tuotekehitys, 6. painos. Aalto-yliopisto teknillinen korkeakoulu, Elektroninen kirja. Saatavissa: <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf>
- Jugulum R. & Sefik M. 1998. Building a Robust Manufacturing Strategy. *Computers & Industrial Engineering*. Vol. 35, No. 1–2, s. 225–228.
- Kananen J. 2008. Kvalitatiivisen tutkimuksen teoria ja käytänteet. Jyväskylän yliopistopaino. 149 s.
- Kim J. & Wilemon D. 2002. Focusing the fuzzy front-end in new product development. *R&D Management*. Vol 32, No 4, s. 269-279.
- Kobayashi H. 2006. A Systematic Approach to Eco-innovative Product Design Based on Life Cycle Planning. *Advanced Engineering Informatics*. Vol. 20, No. 2, s. 113–125.
- Koen P., Anjamian G., Bulkart R., Calmen A., Davidson J., D’Amore R., Elkins C., Herald K., Incorvia M., Johnson A., Karol R., Seibert R., Slavejkov A. & Wagner K. 2001.

Providing Clarity and a common language to the “fuzzy front end”. Research -technology management. Vol 44, No 2. s. 46-55

Koen P., Ajamian G., Boyce S., Clamen A., Fisher E., Fountoulakis S., Johnson A., Puri P. & Seibert R. 2002. Fuzzy Front End: Effective Methods, Tools and Techniques. The PDMA ToolBook for New Product Development. New York, John Wiley & Sons Inc. 472 s.

Kärkkäinen H., Piippo P., Salli M., Tuominen M. & Heinonen J. 2004. Asiakastarpeista tuotteiksi - kehitystoiminnan työvälineet. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Lappeenranta. 205 s.

Lin C., Chen L. & Hsu C. 2011. An Innovative Approach for RFID Product Functions Development. Expert Systems with Applications. Vol. 38, No. 12, s. 15523–15533.

Lipponen T. 1993. Laatujohtaminen: laatujohtamistyökalujen valinta ja soveltaminen. Gummerus kirjapaino, Jyväskylä.

Marconi J. 1998. ARIZ: The Algorithm for Inventive Problem Solving. TRIZ-journal, April 1998. [Viitattu 4.11.2016]. Saatavissa: <https://triz-journal.com/ariz-algorithm-inventive-problem-solving/>

Mehrjerdi Y. 2010. Quality function deployment and its extensions. International Journal of Quality & Reliability Management. Vol. 27, No. 6, s. 616 – 640.

Metsämuuronen J. 2001. Metodologia 4: Laadullisen tutkimuksen perusteet. International Methelp, Helsinki. 73 s.

Puusniekka A. & Saaranen-Kauppinen A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [Viitattu 3.5.2016]. Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>

Rantanen K. 2002. TRIZ-menetelmän hyödyntäminen tuotekehityksen ajatusmallina. Tammer-Paino Oy, Tampere. 129 s.

Rantanen K. 2001. Tekninen luovuus ja tuotekehitys TRIZin perusteet. Tris OY, Turku.

Rantanen K. & Domb E. 2008. Simplified TRIZ: New Problem Solving Applications for Engineers and Manufacturing Professionals. Auerbach Publications. 272 s.

Sakao T. 2007. A QFD-Centred Design Methodology for Environmentally Conscious Product Design. *International Journal of Production Research*. Vol. 45, No. 18–19, s. 4143–4162.

Su C. & Lin C. 2008. A Case Study on the Application of Fuzzy QFD in TRIZ for Service Quality Improvement. *Quality & Quantity*. Vol. 42, No. 5, s. 563-578.

Terninko J. 2000. Su-Field Analysis. *Trizjournal*. [Viitattu 4.7.2016] Saatavissa: <https://triz-journal.com/su-field-analysis/>

Terninko J., Domb E. & Miller J. 2000. The seventy-six standard solutions, with examples section one. *Trizjournal*. [Viitattu 4.7.2016] Saatavissa: http://www.triz-journal.com/archives/2000/02/g/article7_02-2000.PDF

Trott P. 2008. *Innovation management and new product development*, 4th edition. Pearson Education Limited, Essex England. 648 s.

Tsai C., Chang C. & Tseng C. 2004. Optimal Design of Metal Seated Ball Valve Mechanism. *Structural and Multidisciplinary Optimization*. Vol. 26, No. 3–4, s. 249–255.

Töttö P. 1997. *Pirallinen positivismi: kysymyksiä laadulliselle tutkimukselle*. Jyväskylän yliopistopaino. 167 s.

Ulrich K. & Eppinger S. 2003. *Product Design and Development*, 3rd Edition. McGraw-Hill, New York. 366 s.

Uusitalo H. 2001. *Tiede, tutkimus ja tutkielma*. WS Bookwell Oy, Juva. 136 s.

Valkonen T. 1981. *Haastattelu- ja kyselyaineiston analyysi sosiaalitutkimuksessa*. Gaudeamus, Suomi. 159 s.

Vehkalahti K. 2014. *Kyselytutkimuksen mittarit ja menetelmät*. Finn Lectura Oy, Suomi. 223 s.

Vezzetti E., Moos S. & Kretli S. 2011. A Product Lifecycle Management Methodology for Supporting Knowledge Reuse in the Consumer Packaged Goods Domain. *Computer-Aided Design*. Vol. 43, No. 12, s. 1902–1911.

Yamashina H., Ito T. & Kawada H. 2002. Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ. *International Journal of Production Research*. Vol. 40, No. 5, s. 1031-1050.

Yeh C., Huang J. & Yu C. 2010. Integration of Four-Phase QFD and TRIZ in Product R&D: A Notebook Case Study. *Research in Engineering Design*. Vol. 22, No. 3, s. 125-141.

LIITE 1. Kyselytutkimus

Industrial invention practices in Finland

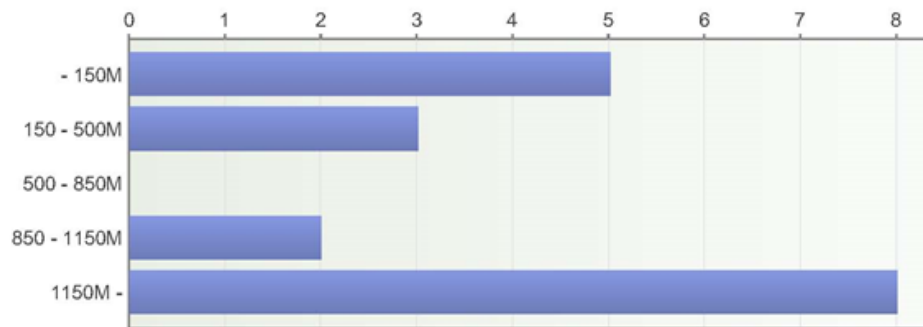
1. What is your company's branch of industry?

Vastaajien määrä: 18

- Electronics manufacturing
- Mining technology
- Power electronics
- It software provider
- Electrical manufacturing industry
- Energy infrastructure
- Manufacturing
- Media
- Heavy machinery manufacturing
- Metal
- Consumer goods
- Power plant equipment and construction
- Forest Machines
- Agri/some other
- Chemicals industry
- Machinery and services for mining and aggregate industries.
- Mechanical engineering
- Equipment manufacturing

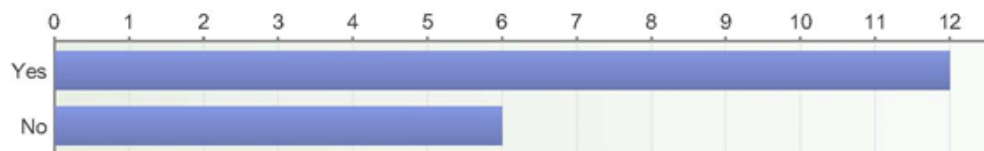
2. What is your company's revenue?

Vastaajien määrä: 18



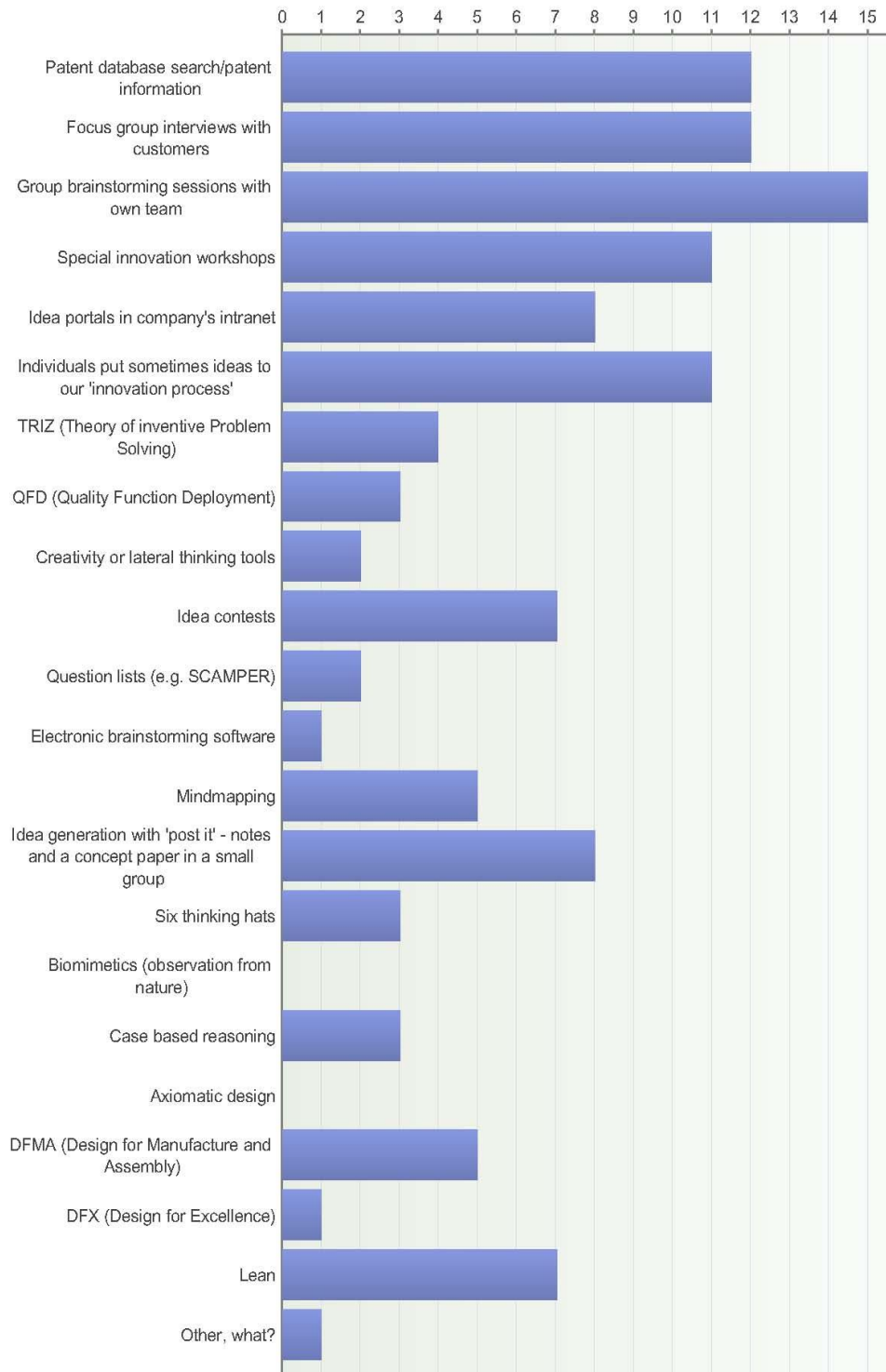
3. Do you have any formal procedures/tools for creating new innovations?

Vastaajien määrä: 18



4. Our firm uses following procedures/tools/idea sources to create new product concepts:

Vastaajien määrä: 18



Other, what?

-Human Centered Design

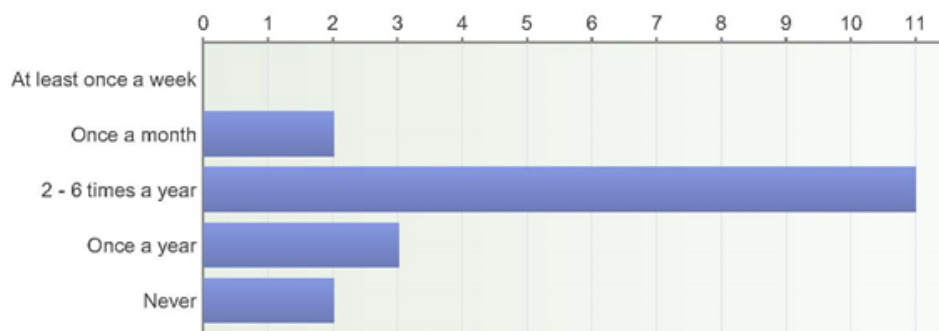
5. How do you use these methods?

Vastaajien määrä: 15

- In groups - in both general high level ideation and focused product concepting
- With and without consultants
- Case by case, not systematically, every project decide what method to use or use at all any method. Just design based on old product!
- occasionally, during brainstorm sessions
- Ad hoc
- workshops with small or big teams etc.
- Ideation starts from a real need in our business or organization. Tools are mainly used by facilitators.
- Ideation Workshops
- Patent searches
- Ideas and innovations are from our customers, employees, inventors... from many areas. We get lots of feedback from our website, emails, phone calls. We use also quite a lot surveys to consumers. Also the innovation arises from the need to renew the moulds/tools.
- Our management method is management by perkele. no any nice, vice tools been used.
- Problem solving based on customer needs. Brainstorming on certain issues
- Regularly
- Some are systematic, but most of the ideation comes from innovative self organizing teams. Idea contests can be organized. Front end is not strictly managed.
- Typically when creating something new or when working with project related challenges we encourage people to innovate and bring up the ideas. FTO studies are essential part of our daily work in sales front and we try to keep innovative approach alive in different phases of the project.

6. How often do you use official invention workshops/new product invention sessions?

Vastaajien määrä: 18



7. Does your firm have a formal process for the early phases of new product development (opportunity identification, idea generation and evaluation, preliminary concept planning)?

Vastaajien määrä: 18



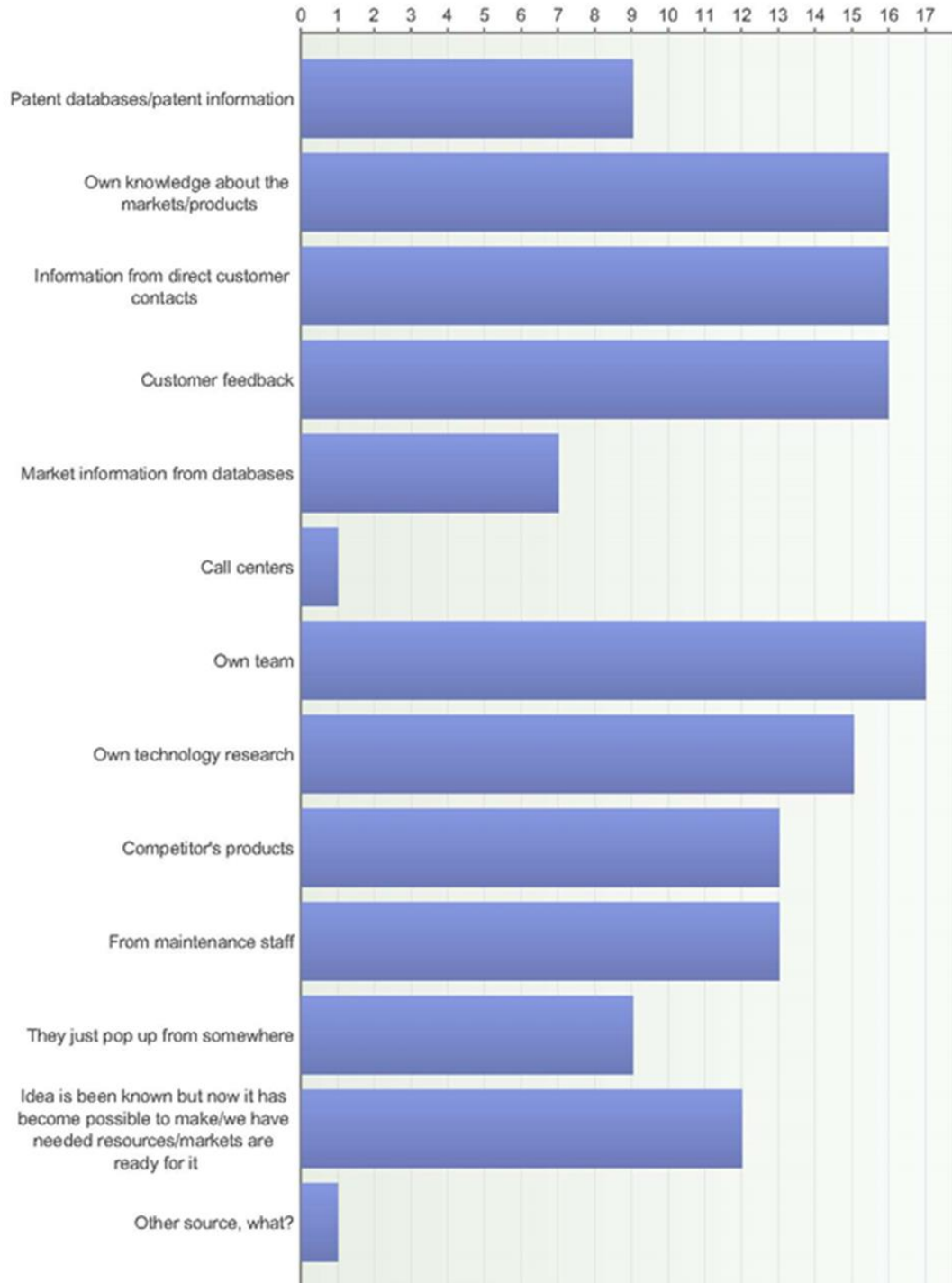
8. How important do you think that the formal processes or methods are for the innovation on scale 1-5? (1 = not important; 5 = very important)

Vastaajien määrä: 18

	1	2	3	4	5	Yhteensä	Keskiarvo
Importance	0	4	1	9	4	18	3,72

9. Sources of new ideas/how your company find new opportunities:

Vastaajien määrä: 18



Other source, what?

-Our own work for Technology Future Vision

10. Tell more details about the sources you ticked up

Vastaajien määrä: 8

- Own tech development framework clashes customers discussion and challenges
- Future Vision of Technology is a continuous process to collect findings and find the meanings and opportunities behind them.
- We have to follow the markets very carefully and almost our own experience helps lot in creating new products
- Aftersales feedback. Statistic of used spareparts
- You should ask more about branding. Apple innovations are not much better than others. They just brand them better
- Development and co-operation partners
- Large network of R&D people and market input bring ideas. Own research is nurturing some ideas. Customer feedback and interaction is important.
- Typically new ideas may come from practically any source or any level of organization. We try to keep people alert to recognize new ideas and to put them in formal evaluation process.

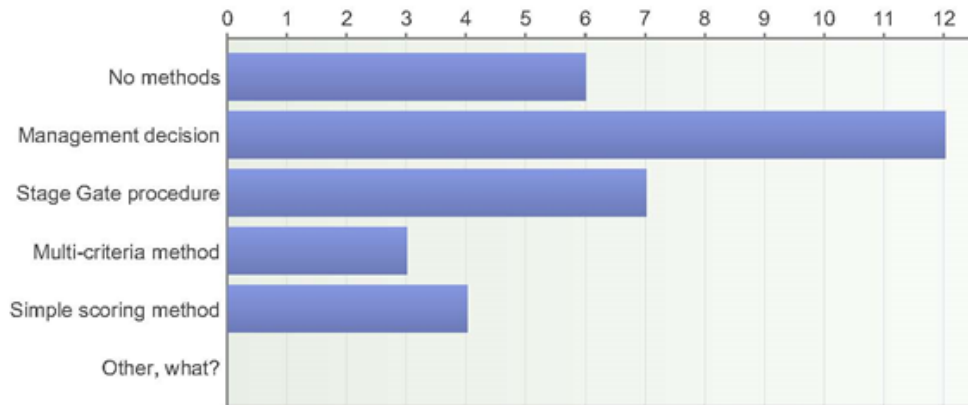
11. How important are new ideas for successful innovation on scale 1-5? (1= not important; 5 = very important)

Vastaajien määrä: 18

	1	2	3	4	5	Yhteensä	Keskiarvo
Importance	0	1	0	7	10	18	4,44

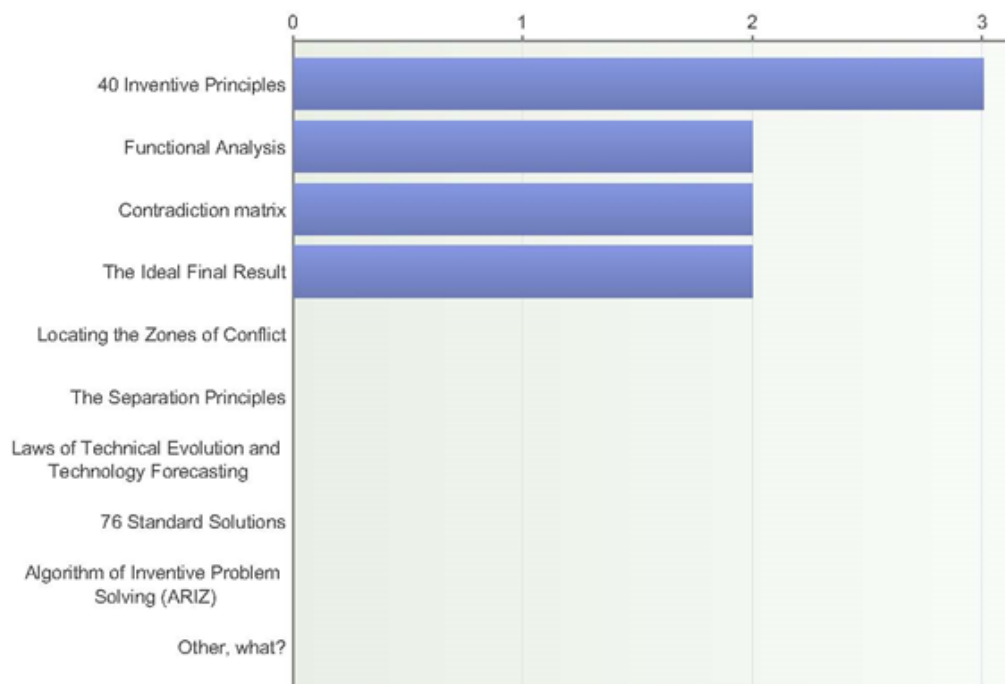
12. How do you rank ideas, do you use any methods to rank ideas?

Vastaajien määrä: 18



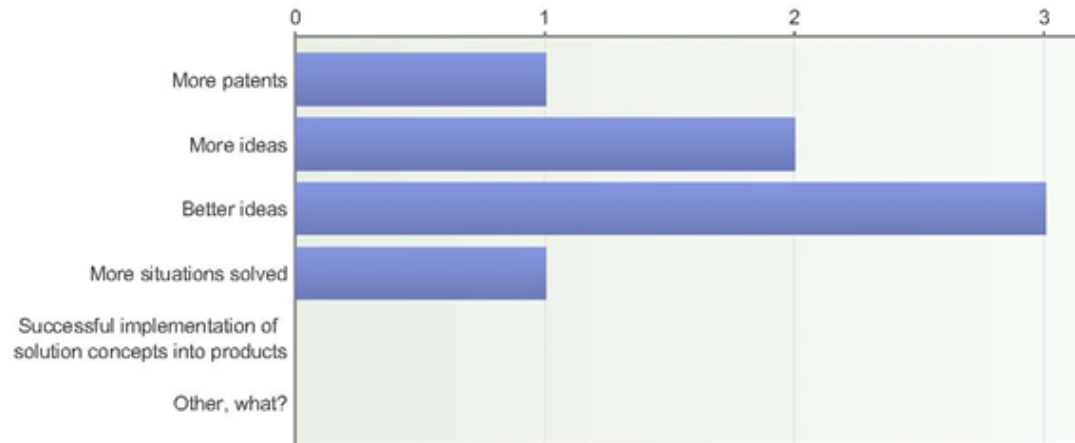
13. If your company uses TRIZ methodology, what special tools of TRIZ do you use?
(skip questions 13 - 15 if you don't use TRIZ)

Vastaajien määrä: 3



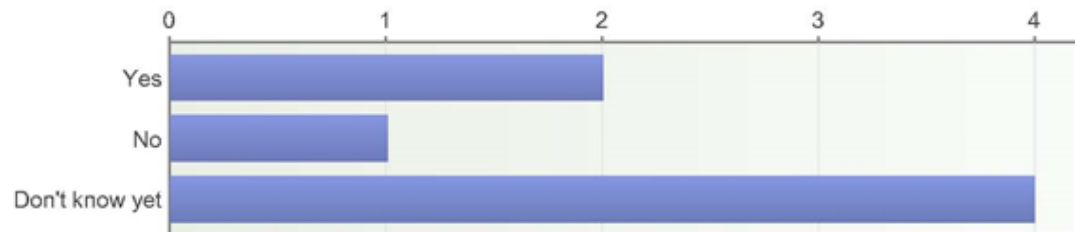
14. What do you achieve by using TRIZ methodology?

Vastaajien määrä: 3



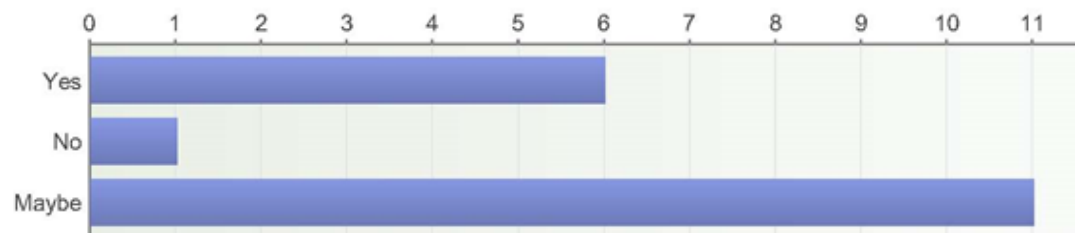
15. Have you experienced a failure regarding TRIZ use?

Vastaajien määrä: 7



16. If you haven't use TRIZ before are you considering to use it in the future?

Vastaajien määrä: 18



17. How many new innovations/ideas/patents etc. you will get roughly per year by using different methods?

Vastaajien määrä: 18

- 5-10

- Our department gets approx 15 patentable ideas, 100's of ideas, few innovations

- 1-5 per engineer/chief engineer

- don't know

- Some 50.

- couple per person

- 400

- 30-50

- 1-10

- 3

- 1-5

- don't know

- 2-3 patent, 150-500 ideas

- 5 your question gives too many options

- New ideas > 1000

New innovations > 200

New patents > 10

- Difficult to define. Many new ideas are improvements for existing. only some will be patented. Only some major

innovations get completed per year. Many smaller get ready all the time.

- Total: 5-10 pc

Prominent innovations: 1-3 pc

- 20-25

18. What is the best way to create new innovations (your own opinion)?

Vastaajien määrä: 18

-Internal communication. Having the right people in the company and a spirit of openness. Innovation can happen anytime and place and typically by a combination of technology capabilities meeting customer need

-SECI

-systematic innovation process

-stakeholders activation

-To be faced with a technical problem and thinking out of box and seeing the big picture.

-the one that suits the team/person/company. There is no one solution that always fits.

- 1. identify customer needs, more better if the need is "hidden"

2. develop alternative solutions

3. present the potential solution to customer

4. develop prototype

-Facilitated and experimental working with a multidisciplinary group of people, who are enthusiastic and have a creative mindset.

-Individual ideation

-Follow technical development generally (in other businesses)

-Own experience, following the markets, listening consumers renewing the tools/moulds in production

-Every employee have ideas... the crucial thing is that the management/upper management support "collection" of new ideas, and support that the ideas are equally evaluated and processed.

-listen clients. measure continuously different parameters about productivity and price effect.

-Knowledge

-Using Individual and Natural Creativity of Employees

-Bring ideas visible. Budget time and some money for developing the ideas further before killing them all. Let people share ideas and reward. Innovation culture, freedom to develop early idead.

-Customer feedback and own brainstorming

-Encouraging people to make inventions, allowing time to think, organizing meetings around different topics with people from different background to discuss.