

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Teknillinen tiedekunta
Konetekniikan koulutusohjelma

Arto Korhonen

TUOTERYHMÄN KEHITYSPROJEKTIN OPTIMOINTI

Työn tarkastajat: Professori TkT Jukka Martikainen
DI Pertti Mehto

Työn ohjaaja: Ins. Kimmo Minkkinen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
Teknillinen tiedekunta
Konetekniikan koulutusohjelma

Arto Korhonen

Tuoteryhmän kehitysprojektin optimointi

Diplomityö

2010

108 sivua, 23 kuvaa, 8 taulukkoa ja 3 liitettä

Tarkastajat: Professori TkT Jukka Martikainen
DI Pertti Mehto

Hakusanat: tuoteryhmä, tuotekehitys, prosessi, optimointi

Keywords: product group, research and development, process, optimization

Tämä diplomityö toteutettiin Sammet Dampers Oy:ltä saatuna toimeksiantona. Yritys haluaa yhä parempia tuloksia tuoteryhmien kehitysprojekteista, jolloin se asettaa vaatimuksia kehitysprojekteissa käytettävälle kehitysprosessille. Yrityksen täytyy optimoida ja systematisoida käytettävää menetelmää, jotta näihin parempiin tuloksiin voidaan päästä. Työn ensimmäisenä tavoitteena on optimoida yrityksen käytössä oleva tuoteryhmien kehitysprojekteissa käytettävä prosessimalli. Tavoitteen mukaisesti työssä luodaan uusi optimoitu tuoteryhmien kehitysprosessimalli, joka vastaa yrityksen tarpeisiin. Tämä uusi malli kirjataan osaksi yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää.

Työn toisena tavoitteena on käyttää uutta optimoitua prosessimallia kellopeltien tuoteryhmän kehitysprojektissa. Tätä kehitysprojektia käytetään samalla uuden prosessimallin sisään-ajamiseen osaksi yrityksen toimintoja. Tämän diplomityön puitteissa kellopeltien kehitysprojektista käydään läpi kehitysprojektin ensimmäinen osio eli vaatimustenmäärittelyprosessi ja esitellään sen tuloksena syntynyt toteutussuunnitelma.

Työn tuloksena syntyneen uuden tuoteryhmien kehitysprojektin prosessimallin avulla voidaan saavuttaa merkittäviä parannuksia tarkasteltaessa kehitysprojektin tuloksia ajankäytön, laadun ja kustannusten suhteen.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
Faculty of Technology
Mechanical Engineering

Arto Korhonen

Optimization of product line's development project

Master's thesis

2010

108 pages, 23 figures, 8 tables and 3 appendices

Examiners: Professor Jukka Martikainen
M.Sc. Pertti Mehto

Keywords: product group, research and development, process, optimization

This master's thesis was carried out as a commission from Sammet Dampers Oy. The company's aim is to receive better results from their product line development projects. This puts greater demand to the process model used with these projects.

The first objective in this master thesis is to optimize the process model which the company uses for the product line development projects. Accordingly, a new optimized product line development process model will be created, based on the objective. This new process model is registered in organizations management system.

The second objective is to implement the new process model to development project for disc dampers product line. During this development process the new process model is being also assessed and evaluated. Within this master's thesis only demand verification process will be followed through. An implementation plan will be presented as a final result of this demand verification process.

Because of this optimized process model, development projects can be more efficient, less time consuming and will produce better results.

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Sammet Dampers Oy:lle osaksi heidän laatujärjestelmäänsä. Työssä laadittu tuoteryhmän kehitysprojektin prosessimalli liitetään osaksi toiminnanohjauskäsikirjaa. Haluan kiittää yritystä mielenkiintoisesta ja haastavasta diplomityön aiheesta. Erityisesti haluan kiittää yrityksen puolelta Kimmo Minkkistä työn ohjaamisesta ja Pertti Mehtoa työn tarkastajana toimimisesta. Kiitokset myös muille työkavereille, jotka ovat olleet eri tavoin mukana edesauttamassa lopputyöni valmistumista.

Kiitän professori Jukka Martikaista työni tarkastamisesta. Häneltä saamani kommentit ja ohjeet olivat työn kannalta erittäin tärkeitä.

Lisäksi haluan kiittää vaimoani kannustuksesta työn aikana.

Jyväskylässä, 14. huhtikuuta 2010

Arto Korhonen

LYHENTEET

3D	3D- ulotteinen suunnittelu
CE	CE-merkintä. Laitteen valmistajan ilmoitus, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan Unionin direktiivin vaatimukset
DFA	Design for Assembly, kokoonpanoystävällisyyden painotus suunnittelussa
DFE	Design for Environment, ympäristölähtöinen suunnittelu
DFM	Design for Manufacturing, valmistusystävällisyyden painotus suunnittelussa
DFMA	Design for Manufacturing and Assembly, valmistus- ja kokoonpanolähtöinen suunnittelu
DFX	Design for X, Suunnittelufilosofia, joka huomioi kaikki tuotteen elinkaaren elementit, jolloin tuote vastaa mahdollisimman hyvin sille asetettuja vaatimuksia
EN	Euroopan jäsenvaltioiden hyväksymä alueellinen standardi
ISO	International Organization for Standardization, standardointijärjestö
MIM	Module Indication Matrix, moduulin osoitusmatriisi
MFD	Modular Function Deployment, moduloinnin suunnittelujärjestelmä
QFD	Quality Function Deployment, laadun kehitysmenetelmä
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, suomalainen standardisoinnin keskusjärjestö
VDI	Verband Deutscher Ingenieure, Saksan insinööriyhdistys

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Työn tavoitteet ja rajaus	1
1.2.1	Tuoteryhmän kehitysprojektin prosessin laatiminen.....	2
1.2.2	Kellopelti- tuoteryhmän vaatimustenmäärittely	3
1.2.3	Työn rajaus	3
2	Sammet Dampers Oy.....	4
2.1	Historia	4
2.2	Toiminta nykyisin.....	4
2.3	Tuotteet.....	5
2.4	Yrityksen strategia ja visio	7
2.4.1	Strategia	7
2.4.2	Visio	8
3	Tuoteryhmän kehitysprojekti.....	9
3.1	Prosessin määritelmä	10
3.2	Tuotestrategia	11
4	Sammet Dampers Oy:n nykyinen tuoteryhmien kehityskäytäntö.....	13
4.1	Nykyinen toimintamalli tuotekehitystoiminnalle	13
4.1.1	Organisatoriset ja tekniset liitynnät	15
4.1.2	Tuotekehityksen lähtötiedot	16
4.1.3	Tuotekehityksen tulostiedot.....	16
4.1.4	Tuotekehityksen todentaminen ja kelpuus	17
4.1.5	Muutosten hallinta	17
4.1.6	Merkittävän tuotekehitysprojektin toimintamalli	18
4.2	Kokemukset aiemmasta projektista	18
5	Prosessin kehityskohteita.....	20
6	Kehitysprosesseissa käytettäviä työkaluja ja menetelmiä	23
6.1	QFD- menetelmä	23
6.2	Valmistuksen alihankintaprosessin huomioiminen tuotteissa	26
6.3	Tuotearkkitehtuuri- MFD	27
6.4	Design for X	32
6.4.1	Design for Manufacturability (DFM) / Assembly (DFA)	33
6.5	Parametrisointi.....	35
6.6	Standardisointi	37
6.7	Kokemuspankki	39
6.8	Benchmarking.....	41
6.9	Rinnakkaissuunnittelu	45
6.10	S-diagrammi	45
6.11	Arvoanalyysi.....	49
7	Tuoteryhmän kehitysprosessin uusi malli	52
8	Tuoteryhmän kehitysprojektin osaprosessit	54
8.1	Projektin käynnistysprosessi	55
8.2	Tuotteen vaatimustenmäärittelyprosessi.....	57
8.2.1	Lähtötiedot (vaatimuslistan laatiminen)	59
8.2.1.1	Kirjoituspöytätyö	60
8.2.1.2	Asiakastiedonkeruuprosessi	61
8.2.2	Asiakastarpeet tuoteominaisuuksiksi.....	64
8.2.3	Toteutussuunnitelma.....	65

8.3	Tuotteen kehitysprosessi	66
8.3.1	Tuotteen luonnosteluvaihe.....	67
8.3.2	Kehittelyvaihe.....	75
8.3.3	Tuotteen viimeistelyvaihe.....	78
8.4	Projektin päättäminen	80
9	Case: Kellopeltien tuoteryhmän kehitysprojekti	82
9.1	Kellopellin rakenne ja toiminta	82
9.2	Projektin käynnistysprosessi	84
9.2.1	Kehitettävän tuoteryhmän valinta.....	84
9.2.2	Projektiryhmän ja resurssien määrittäminen.....	84
9.2.3	Aikataulun laadinta.....	85
9.2.4	Budjetin laadinta.....	86
9.2.5	Tavoitteiden asettaminen.....	86
9.3	Vaatimustenmäärittelyprosessi	87
9.3.1	Yrityksen sisäisen tiedon läpikäynti	87
9.3.2	Asiakastiedonkeruuprosessi	88
9.4	Asiakastarpeet tuoteominaisuuksiksi.....	89
9.4.1	Hajoituskaavio	90
9.4.2	Kellopellin QFD- matriisi.....	92
9.5	Toteutus suunnitelma.....	99
10	Uuden ja vanhan kehitysprosessin vertailu	101
11	Loppupäätelmät ja jatkokehitystarpeet.....	103
12	Yhteenveto.....	104
	LÄHDELUETTELO	106

LIITTEET:

Liite 1: Laatutalo

Liite 2: Yleiset modulointia ohjaavat tekijät eli moduulidraiverit

Liite 3: Tuotteen kehitysprosessin työvaiheet

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Tuoteryhmille tehtävien kehitysprojektien tarkoituksena on parantaa ko. tuotteen teknistä ja kaupallista kilpailukykyä. Näihin tavoitteisiin pyritään mm. optimoimalla tuoterakennetta, tuotteen projektikohtaista suunnittelua ja lisäämällä asiakaslähtöisyyttä. Usein kehitysprojektien läpiviemiseen varattu aika on hyvin rajallinen. Myös projektikohtaiset toimitusajat ovat asiakkaiden vaatimuksista johtuen kiristyneet, jolloin tuotteiden suunnitteluprosessiin käytettävissä oleva aika on lyhentynyt. Tuoteryhmän kehitysprojektilla luodaan valmiudet projektin nopealle läpiviemiselle tarjous- ja suunnitteluprosessin osalta. Sammet Dampersin toimitusketjun rakenteesta johtuen yritys voi kehittää tehokkaimmin toimintaprosessiaan optimoimalla juuri yrityksen sisäisiä prosesseja. Valmiiksi mietityt ratkaisut takaavat nopeuden lisäksi tuotteiden suunnitteluprosessin korkean laadun.

Kellopeltien nousseen kysynnän johdosta yritys haluaa panostaa tähän tuoteryhmään tekemällä niitä koskevan kehitysprojektin. Yritys kokee kyseisen tuoteryhmän markkinaosuuden kasvavan entisestään tulevaisuudessa ja haluaa parantaa asiakkaiden palveluastetta tähän tuoteryhmään.

Tähän yksittäiseen tuoteryhmään kohdistuvan kehitysprojektin lisäksi halutaan keskittyä myös itse kehitysprosessiin. Sammet Dampersilta puuttuu merkittävien tuotekehitysprojektien kirjattu toimintamalli. Yritys haluaa nyt panostaa tämän prosessin toimintamallin luomiseen.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Tällä diplomityöllä on kaksi tavoitetta:

1. Kehittää yrityksen tuoteryhmien kehitysprojektin prosessimalli.
2. Käydään läpi kellopeltien kehitysprojektin vaatimustenmäärittelyprosessi tällä uudella mallilla.

1.2.1 Tuoteryhmän kehitysprojektin prosessin laatiminen

Työn ensimmäisenä tavoitteena on tuoteryhmän kehitysprojektin prosessimallin laatiminen. Työssä laaditaan uusi työtapa projektien läpiviemiseksi ja tulosten korkean laadun takaamiseksi. Tavoitteena on parantaa erityisesti tuoteryhmien kehitysprojektin vaatimustenmäärittelyprosessia. Tätä uutta kehitysprojektimallia voidaan käyttää myöhemmin kaikkien tuoteryhmien kehitysprojekteissa.

Yrityksellä on vain vähän kokemusta kokonaisten tuoteryhmien kehitysprojekteista. Historian aikana vastaavia projekteja on tehty ainoastaan divertteri- tuoteryhmällä. Kyseinen kehitysprojekti käytiin läpi toiminnanohjaukäsikirjaan kirjatun toimintamallin puuttuessa. Johtuen tuoteryhmien kehitysprojektien vähäisestä määrästä yrityksellä ei ole vakiintunutta ja monien projektien läpikäynyttä ja hioutunutta toimintatapaa näin laajan kehitysprojektin läpiviemiselle. Uutta prosessimallia laadittaessa tullaan käyttämään hyväksi divertteri- tuoteryhmän kehitysprojektista saatuja kokemuksia.

Aikaisempien tuotekehitysprojektien kokemusten pohjalta on huomattu vaatimustenmäärittelyn tärkeys ja vaikeus. Tämä projektin alkuvaihe määrää pitkälti projektin onnistumisen. Vaikka projektin muut osa-alueet onnistuisivat hyvin, alun virheitä on vaikeaa ja kallista korjata jälkikäteen. Pahimmillaan vääriin kehityskohteisiin keskittyminen tuottaa epäonnistuneen tuotteen, jota kukaan ei halua.

Suurin osa päivittäisestä tuotekehitystyöstä tapahtuu normaalin suunnittelutyön ohessa ns. ”jatkuvana tuotekehitystyönä”. Erillisiä tuotekehitysprojekteja tehdään yrityksessä sisäisesti sekä yhteistyössä asiakkaiden kanssa ja usein ne liittyvät yksittäisen tuotteen kehittämiseen ja ominaisuuksien jalostamiseen. Näissä projekteissa on usein selkeät asiakkaalta tulevat vaatimukset ja ne keskittyvät selkeästi yksittäisiin ongelmakohtiin tuotteessa. Selvänä erona laajempaan tuotekehitysprojektiin on se, että esisuunnitteluvaihe yksittäisellä kehitysprojektilla on hyvin lyhyt ja muodollinen, joka usein johtuu siitä, että tarve on jo selvästi tiedossa ja on vain pyritty suunnittelemaan nopeasti sitä vastaava tuote.

Kokonaisen tuoteryhmän kehitysprojektiin sisältyy paljon muitakin tuotteen kannalta olennaisia asioita kuten esim. tuotteen suunnittelun, valmistuksen ja dokumentoinnin

kehittäminen. Tuoteryhmän kehittämisprojekti on laajuudeltaan yksittäisen tuotteen kehitysprojektiä suurempi. Laajemmassa kehitysprojektissa pyritään huolellisempaan esisuunnitteluun, jolla pyritään keskittymään enemmän asiakkaiden tulevien tarpeiden tyydyttämiseen, kun yksittäisessä kehitysprojektissa lähinnä tiedostetaan vain tämän hetken tarpeet.

Uuden kehitysprojektin mallin synty käydään läpi teoriaosiossa, jossa esitellään kehitysprojektin prosesseissa käytettäviä työkaluja ja menetelmiä sekä analysoidaan Sammet Dampersin nykyistä tuotekehityskäytäntöä ja etsitään siitä kehityskohteita.

1.2.2 Kellopelti- tuoteryhmän vaatimustenmäärittely

Työn toisena tavoitteena on kellopeltien- tuoteryhmän kehitysprojektin vaatimustenmäärittelyn läpikäyminen uuden tuoteryhmien kehitysprosessin mallin avulla.

Työssä halutaan kellopeltien osalta päästä tilanteeseen, jossa tuotteen vaatimustenmäärittelyprosessin tuloksena on syntynyt toteutussuunnitelma. Tämän toteutussuunnitelman avulla tullaan tulevaisuudessa tekemään kehitysprojekti, jolla tähdätään kilpailukykyyn parantamiseen kellopeltien tuoteryhmälle.

1.2.3 Työn rajaus

Tehtävän aikataulun puitteissa koko kellopeltien kehitysprojektin läpivieminen uuden kehitysprojektin mallin mukaisesti ei ole mahdollista. Työssä esitelläänkin uusi tuoteryhmän kehitysprosessin malli sekä toteutetaan kellopeltien kehitysprojektin vaatimustenmäärittelyprosessi tällä uudella mallilla.

2 Sammet Dampers Oy

2.1 Historia

Sammet- yhtiöiden historia sai alkunsa vuonna 1984, kun Leppävedelle perustettiin Sammasmaan Metalli Oy. Sitten toiminta laajentui 1988 Pihtiputaalle ja 1990- luvulla Haapavedelle.

Sammet- yhtiöiden tuotevalikoimaan kuuluivat A- luokan paineastiat, suuret teräsrakenteet, lämmönvaihtimet, palamisilman esilämmittimet sekä teollisuuden sulku- ja säätöpellit. Jokaisella toimipaikalla oli omat erityisosaamisalueensa. Haapavedellä valmistettiin ilman esilämmittimiä ja teräsrakenteita. Pihtiputaalla valmistettiin Sammet sulku- ja säätöpeltejä suuriin ilmakeinaviin ja Leppävedellä paineastioita, lämmönvaihtimia sekä säiliöitä.

Joulukuussa 2006 Sammasmaan Metalli ja Sammet Asennus Oy liitettiin yhteen ja Sammet Dampers keskittyi omien tuotteiden luomiseen, suunnitteluun, kehittämiseen ja markkinointiin. Sitten Dampersista tuli myös Asennuksen emoyhtiö.

Vuonna 2008 Sammet Dampers myi omistamansa Sammet Asennuksen SSG Sahala Oy:lle. Sammet Dampers jatkaa edelleen valitsemallaan tiellä teollisuuden sulku- ja säätöpellien kehittäjänä ja toimittajana /1/.

2.2 Toiminta nykyisin

Sammet Dampers on nykyään Pohjoismaiden suurin teollisuuden sulku- ja säätöpellien toimittaja ja kehittäjä, jonka pääkonttori sijaitsee Muuramessa, Jyväskylän seudulla. Viimeisen 25 vuoden aikana Sammet Dampers on määrätietoisesti kehitystyön myötä kasvanut alansa edelläkävijäksi ja pystyy tarjoamaan kattavan valikoiman teollisuuspeltejä eri käyttökohteisiin. Sammet Dampers on rekisteröity tavaramerkki Euroopan Unionissa ja pitää hallussaan useita patenteja koskien peltejä.

Sammet Dampersin toiminta kattaa seuraavat osa-alueet: teollisuuden säätö- ja sulkupeltien myynti ja markkinointi, suunnittelu, tuotekehitys, valmistuttaminen, toimitukset, aftersales ja asiantuntijapalvelut.

Sammet Dampersin asiakkaita ja yhteistyökumppaneita ovat maailman johtavat voimalaitosten ja puhdistusjärjestelmien valmistajat, esim. Metso Power, Foster Wheeler, Wärtsilä, Andritz, SES, AEE, Alstom, Von Roll, Aalborg Industries ja Enmas Andritz.

Tärkeitä vientimaita Pohjoismaiden lisäksi ovat monet Itäisen Keski-Euroopan, Lähi-idän, Kaakkois-Aasian ja Latinalaisen Amerikan valtiot.

2.3 Tuotteet

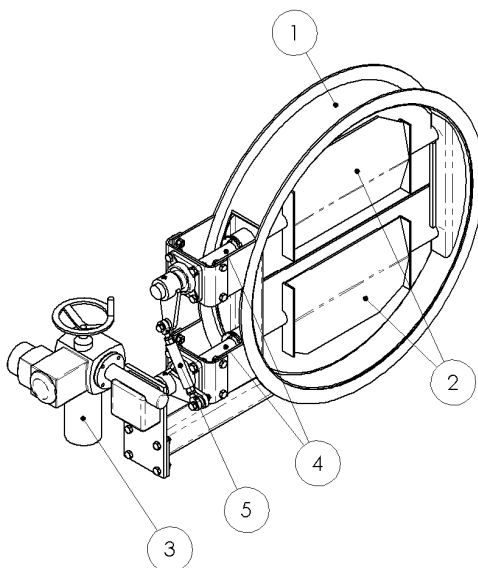
Sammet Dampersin valmistamat sulku- ja säätöpellit on tarkoitettu raskaaseen teollisuuskäyttöön. Tavallinen ilmastointipelti säätelee vain puhdasta ilmaa huoneenlämmössä, kun teollisuuspellin tulee kestää äärimmäisiä lämpötiloja, painetta ja epäpuhtauksia, syövyttäviä kaasuja ja kosteutta sitovia aineita.

Sammet Dampersin valmistamia teollisuuden sulku- ja säätöpeltejä käytetään kaasujen virtauksen säätämiseen ja sulkemiseen. Näihin tarkoituksiin Sammet Dampers on kehittänyt laajan valikoiman erilaisia peltejä. Tyypillisiä käyttökohteita ovat voimalaitokset, savukaasujen puhdistusjärjestelmät ja prosessiteollisuus.

Sammet Dampersin tuotevalikoimaan kuuluvat seuraavat pellit tuoteryhmittäin:

1. Sälepellit, jotka sisältävät suorakaide- ja pyöreät pellit.
2. Tiivistysilmapellit.
3. 3- tiepellit ja Divertterit.
4. Kellopellit.
5. Giljotiinipellit.
6. Erikoispellit (esim. Piipunpellit / Painepellit).

Sammet-teollisuuspellin rakenne perustuu yhteen tai useampaan kääntyvään lapaan, jotka on kiinnitetty akselilla pellin runkoon. Sulkupelleissä lavat ohjaavat kaasuvirtausta kääntyen akselillaan yleensä samansuuntaisesti. Säätopelleissä lavat liikkuvat toisiaan vastaan eri suuntiin. Kuvassa 1 on esitetty säätopelti, jonka halkaisija on 1200 millimetriä.



Kuva 1. Ø 1200 mm säätopellin rakenne /28/.

Pelti koostuu kahdesta kääntyvästä lavasta (osa 2), jotka on kiinnitetty akseleilla (osa 4) pellin runkoon (osa 1). Pellin rungon ulkopuolella sijaitseva toimilaitte (osa 3) ohjaa vivuston (osa 5) välityksellä lapojen liikettä. Sammet- pelleissä käytetään joko sähköisiä, pneumaattisia, hydraulisia tai manuaalisia toimilaitteita. Sulkuilmapelleissä rungon ulkopuolella sijaitsee myös sulkuilmapuhallin sekä tarvittaessa ilman esilämmityslaitteet. Huoltoa vaativat osat on aina sijoitettu helposti saataville.

Tarkempia tietoja peltien rakenteista ja ominaisuuksista löytyy Sammet Dampersin kotisivuilta www.sammet.fi.

2.4 Yrityksen strategia ja visio

Sammet Dampersin toiminta perustuu omiin erikoistuotteisiin ja niiden jatkuvaan tuotekehitykseen. Toiminnan perustana ovat tuotteistetut pellit, joita tarjotaan asiakkaille näiden tarpeiden mukaan täysin räätälöityinä toimituksina. Tuotteiden halutaan olevan korkealaatuisia ja Sammet Dampersin toimitusvarmuuden halutaan olevan kilpailijoita parempi.

2.4.1 Strategia

Sammet Dampersin perusstrategia kuvaillaan yrityksen liiketoimintasuunnitelmassa seuraavasti /2/:

”Sammet Dampersin perusstrategia on erikoistuminen. Yrityksen tuotteet ovat teollisuudelle suunnattuja sulku- ja säätöpeltejä, joita kehitetään jatkuvasti vastaamaan entistä paremmin asiakkaiden tarpeita. Tuotekenttä on suppea ja tarkkaan rajattu. Pienenä yrityksenä Sammet Dampers reagoi nopeasti markkinoiden muutoksiin sekä asiakkaiden tarpeisiin ja pyrkii toimimaan erityisen joustavasti ja asiakaslähtöisesti.”

Asiakkaille halutaan siis tarjota jatkuvaa kumppanuutta ja ongelmaratkaisua. Asiakkaiden tarpeet ja palaute myös määrittävät tuotekehityksen suunnan ja tavoitteet. Tällä pyritään aktiivisesti korkeaan asiakastyytyvyyteen, jota myös mitataan jatkuvasti.

Sammet Dampers täyttää strategiansa mukaan asiakasryhmiensä seuraavan tarpeen /2/:

” Sammet Dampers auttaa asiakasta kehittämään yhä tehokkaampia ja edullisempia voimalaitoksia, savukaasun puhdistusjärjestelmiä, jätteenpolttolaitoksia toimittamalla entistä parempia, luotettavampia ja kilpailukykyisempiä peltejä, jotka parantavat laitosten käyttöastetta ja hyötysuhdetta.”

2.4.2 Visio

Sammet Dampers on nopeasti kansainvälistynyt kasvuyritys. Liikevaihto ja asiakasprojektien määrä on kasvanut tasaisesti koko yrityksen historian ja vientitoimitusten osuus on noussut vuosi vuodelta lähes 50 prosenttiin. Peltitoimituksia on ollut yhteensä yli 60 eri maahan, jotka sijaitsevat kaikissa maanosissa. Välillinen vienti mukaan lukien Sammet Dampersin tuotteista päättyy ulkomaille yli 90 %. Sammet Dampersin visiona on säilyttää selkeä markkinajohtajuus kotimarkkinoilla ja jatkaa voimakasta kasvua ulkomaille. Kasvu perustuu viennin kasvattamiseen. Potentiaalista kasvua nähdään mm. Venäjän, Keski-Euroopan ja Aasian markkinoilla /2/.

Strategian mukaisesti kilpailuetua haetaan mm. tuotekehityksen ja tuotteistamisen avulla. Erityisesti tämä on tullut esiin pyrittäessä uusille markkinoille Intiaan. Siellä loppuasiakkaat vaativat jatkuvaa näkyvää kehitystä tuotteelle.

Yleisesti ottaen markkinoita tarkastellessa kellopellit nähdään globaalissa mittakaavassa kilpailukykyisimpänä tuoteryhmänä, jonka osuus on kasvussa. Tämä on otettu huomioon myös valittaessa tuotekehityskohteita.

3 Tuoteryhmän kehitysprojekti

Tuotekehitykselle löytyy seuraava määritelmä /2/:

”Tuotekehitys (tuotteen luominen) on toiminta tai prosessi yrityksessä, jolla pyritään saamaan markkinoille uusia tuotteita tai parannuksia nykyisiin tuotteisiin. Sillä tarkoitetaan tutkimustulosten ja kokemusten kautta saadun tiedon käyttämistä menetelmien ja järjestelmien parantamiseksi. Tuotekehitysprosessi muuttaa siis markkinatarpeet ja tekniset mahdollisuudet myytäviksi tuotteiksi. Tuotekehityksen tavoitteena on tuottaa nopeasti, ja taloudellisesti uusia, asiakkaiden tarpeet täyttäviä kilpailukykyisiä tuotteita, huomioiden markkinatilanteen.”

Tuoteryhmän kehitysprojektin tarkoituksena on keskittyä yrityksen yhden tuoteryhmän tuotteistamiseen ja kehittämiseen. Yritys valitsee kehitettävän tuoteryhmän tuotestrategiansa mukaisesti /2/. Tuoteryhmän kehitysprojektin malli on mukautettu uuden tuotteen tuotekehitysprojektimallista. Periaatteessa olemassa olevaa tuotetta voi parantaa ja kehittää samalla tavalla kuin uuttakin tuotetta. Usein ei kuitenkaan lähdetä näin laajaan projektiin, vaan käytännössä vanhojen tuotteiden uusiutuminen tapahtuu yleensä asiakkailta ja valmistusyksiköiltä tulleiden toiveiden pohjalta. Yritys voi kuitenkin haluta panostaa tuoteryhmään kokonaisen kehitysprojektin muodossa.

Tuoteryhmän kehitysprojektin on tarkoitus noudattaa ”prosessimaista toimintamallia” /4/. Kyse on jo markkinoilla olevan tuotteen tuotekehitysprojektista, joten kehitysprojektin pohjana on valmis tuote. Tämä projekti sisältää olemassa olevan tuotteen tekniikan parantelua, jolla tuoteryhmä pidetään kilpailukykyisenä ja ajanmukaisena. Tuoteryhmän kehitysprojektin ainoana päämääränä ei ole kuitenkaan tuottaa vain tekniikaltaan ja valmistettavuudeltaan paranneltua tuotetta, vaan myös keskittyä kehittämään tuotteen asiakasprojekteihin liittyviä toimintoja. Nämä pitävät sisällään esim. suunnittelun ja dokumentaation kehittämistä. Myös tuotteen myynti- ja markkinointitarkoituksiin tarvittavat näkökohdat ja tarpeet huomioidaan projektissa.

Sammet Dampersilla johtaminen perustuu matalaan organisaatioon. Suunnittelijoiden työ on monipuolista sisältäen asiakastapaamisia, kehitysprojekteja ja myynnin avustamista oman

projektikohtaisen suunnittelutyön ohella. Jokaisella on lisäksi omat vastualueet mm. tuoteryhmien osalta. Johtuen matalasta ja pienestä organisaatiosta tuotekehitysprojekteissa tiedon kulku ei ole samanlainen ongelma kuin isommissa organisaatioissa. Toisaalta johtuen pienistä resursseista, kehitysprojektin vetäjä joutuu tekemään lähes kaiken itse, mikä pidentää projektien läpimenoaikaa. Osansa työpanokseen antavat myös yrityksen muut työntekijät, mutta suurimman työn tekee kehitysprojektin vetäjä.

3.1 Prosessin määritelmä

Prosessi voidaan kuvata ajassa etenevänä tarkoituksellisena toimintana. Prosessi voi koostua osaprosesseista. Tunnusomaista prosessille on, että se on uudelleenkäytettävä eli se tulee voida toistaa. Prosessi määrittelee seuraavat kohdat:

- Tarkoitus: Mitä täytyy saada aikaan ja miksi?
- Rakenne: Miten tavoite saavutetaan?
- Perustelut: Mihin (järkeilyyn) prosessi perustuu?
- Roolit: Mitä tehtäviä on olemassa, mitkä vastuut kuuluvat kenellekin?
- Järjestys: Millaista etenemisjärjestystä (vaiheistusta) noudatetaan? /5/.

Prosessille löytyy seuraava määritelmä SFS-EN ISO 9001 standardista /4/:

”Jokainen toimenpide tai sarja toimenpiteitä, joissa käytetään resursseja muutettaessa panokset tuotoiksi, voidaan käsittää prosessiksi. Toimiakseen vaikuttavasti organisaation on tunnistettava ja johdettava useita toisiinsa liittyviä ja vuorovaikutteisia prosesseja. Usein toisen prosessin tuotos muodostaa suoraan panoksen seuraavalle prosessille. Organisaation käyttämien prosessien järjestelmällistä tunnistamista ja hallitsemista ja erityisesti näiden prosessien vuorovaikutuksen hallintaa kutsutaan ”prosessimaiseksi toimintamalliksi”.

Tuoteryhmän kehitysprojektien on tarkoitus noudattaa prosessimaista toimintamallia, joka tullaan määrittelemään tässä työssä. Vaikka noudatetaan kirjattua prosessimallia, kaikkea toimintaa ei voida kuitenkaan käytännössä määritellä tarkasti. Kehitysprosessin pitää pystyä siis myös joustamaan, eikä ihmisten luovuutta pidä pyrkiä ohjaamaan liiaksi. Erityisesti tämä tulee esille projektin kehitysvaiheessa. On myös huomattava, että ei ole olemassa yhtä ainoaa

oikeaa prosessia, vaan jokaisen yrityksen tulee löytää oma, sille soveltuva tapa toimia. Tämä on haasteellinen tehtävä, joka vaatii todennäköisesti käytännössä muutamia iterointikierrroksia prosessimallia kehitettäessä ja testattaessa.

3.2 Tuotestrategia

Tuotestrategia kuuluu osana yrityksen strategiseen suunnitteluun. Se on yrityksen strategian tärkeä osa, joka kertoo kuinka yritys pyrkii kohti päämääräänsä tuotekehitystoimintansa avulla /6/. Se sitoo tuotekehityksen yrityksen muuhun strategiaan siten, että kehitettävät tuotteet ovat tukemassa yrityksen kokonaisstrategiaa. Yrityksen toiminta-ajatuksessa määritellään millaisia tarpeita yritys tyydyttää. Tuotestrategian yhteydessä samaa asiaa pohditaan tuotteiden näkökulmasta. Keskeistä on ymmärtää eri tuotteiden asema markkinoilla, jolloin voidaan päättää ne tavoitteet, joita tuotekehityksessä on noudatettava.

Yritys valitsee kehitettävän tuoteryhmän tuotestrategiansa mukaisesti. Voidaan sanoa, että tämä on tuoteryhmän kehitysprojektin ensimmäinen ja samalla tärkein vaihe. Väärään tuoteryhmään panostaminen väärään aikaan sitoo turhaan resursseja ja aiheuttaa turhia kustannuksia.

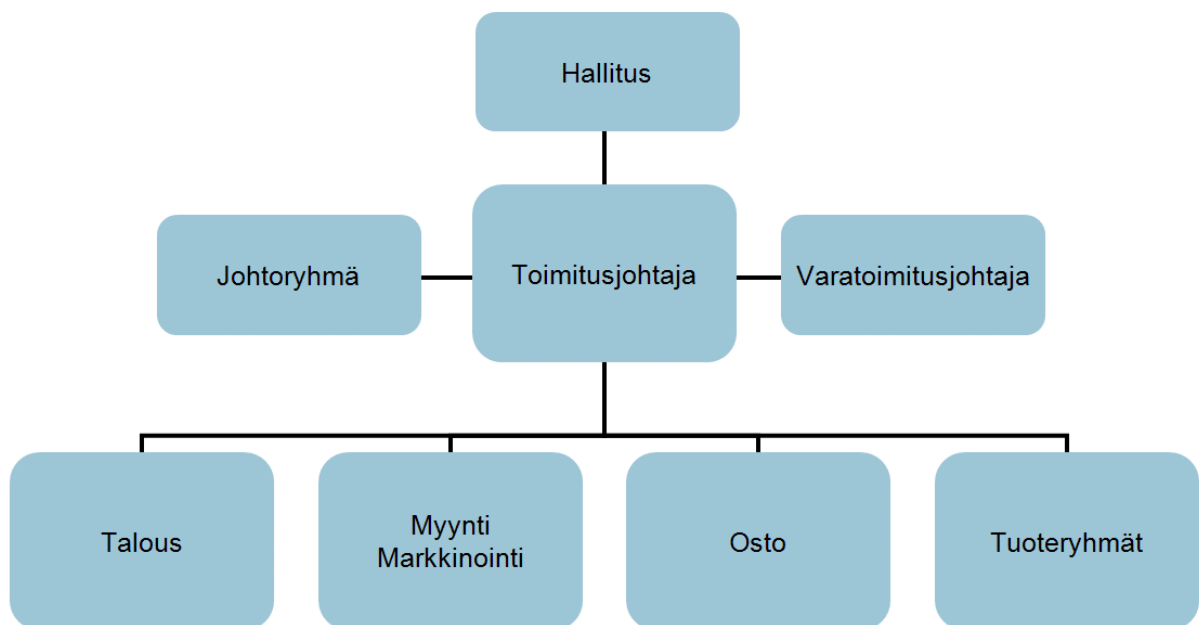
Tuotestrategiassa määritellään mm. seuraavia asioita /6/:

- Kuinka suurta tuotevalikoimaa pidetään yllä? Tämä kohta määräytyy markkinoiden vaatimusten mukaan. Suuri tuotevalikoima vaatii myös suuria tuotekehityspanoksia ja saattaa aiheuttaa myös ongelmia hallittavuuden kanssa. Tässä määritellään ns. ydinosaaminen. Sammet Dampersin tuotekenttä on tarkkaan määritelty ja suppea.
- Millaisilla resursseilla tuotekehitystä harjoitetaan? Usein yrityksiä resurssit ovat alimitoitettuja.
- Hakeeko yritys markkinaosuuden kasvua vai tyydytäänkö vahvistamaan saavutettua asemaa? Saavutetun aseman puolustaminen vaatii uudistumista ja tuotteiden päivittämistä. Nykyiset asiakkaat vaativat tuotekehitykseltä näkyviä parannuksia tuotteisiin.
- Kuinka kilpailijat voitetaan? Tärkeää on tunnistaa kilpailijat, analysoida heidän tuotteet ja selvittää kuinka omien tuotteiden avulla voidaan lyödä kilpailijan tuotteet.

Tuotestrategiaa varten tarvitaan paljon tietoa markkinoista, sidosryhmistä, omasta osaamisesta ja teknologisista mahdollisuuksista.

4 Sammet Dampers Oy:n nykyinen tuoteryhmien kehityskäytäntö

Sammet Dampersilla työskentelee tällä hetkellä 13 henkilöä, joista varsinaisissa suunnittelutehtävissä toimii 6 henkilöä. Tuotekehitystyötä tehdään yleensä oman työn ohella. Erillistä tuotekehityshenkilöä yrityksellä ei ole, eikä resurssien vuoksi sellaisen pitäminen täysipäiväisenä olisi mahdollistakaan. Tämä aiheuttaa tiettyjä vaatimuksia kehitysprojektien laajuudelle ja aikatauluille. Kuvassa 2 on esitetty Sammet Dampersin organisaatiokaavio.



Kuva 2. Sammet Dampersin organisaatiokaavio /2/.

4.1 Nykyinen toimintamalli tuotekehitystoiminnalle

Sammet Dampersilla toteutetaan tutkimus- ja tuotekehitystoimintaa, joka toiminnanohjauskäsikirjassa on määritelty tuotteen ominaisuuksien tutkimiseksi ja kehittämiseksi. Tuotekehitysprojekti on määritelty dokumentoiduksi, erilliseksi projektiksi, joka tehdään tuotekehitystarpeen pohjalta /7/.

Noin 90 % Sammet Dampersin tuotekehitystyöstä on ns. ”jatkuva tuotekehitystyötä”, joka on normaalin projektisuunnittelun ohessa tapahtuvaa tuoteparannusta, jonka tulokset sisältyvät suunnitteludokumentteihin. Jatkuva tuotekehitystyötä voidaan toteuttaa projekteihin liittyvän suunnittelun aikana. Tällöin suunnittelija, huomatessaan epäkohdan, joko korjaa sen suunnitelmiinsa (pienimuotoinen parannus) tai esittelee sen viikkopalaverissa tuotekehitysimpulssiksi (suurempi, erillistä projektia vaativa epäkohta.)

Varsinaisia erillisiä tuotekehitysprojekteja tehdään yrityksessä sisäisesti ja yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Nämä ovat usein yksittäisiä, johonkin pellin ominaisuuteen liittyviä projekteja. Lisäksi Sammet Dampersin toiminnanohjauskäsikirjassa viitataan merkittävän tuotekehitysprojektin läpivientiin erillisen toimintamallin pohjalta /7/. Tuoteryhmän kehitysprojekti luetaan kuuluvaksi ainakin laajuudeltaan näihin merkittäviin tuotekehitysprojekteihin.

Tuotekehitystarve käsitellään viikkopalaverissa, jonka jälkeen päätetään mahdollinen projektin aloittaminen ja jatkotoimenpiteet. Tuotekehityksen resurssit päätetään projektikohtaisesti. Toimitusjohtaja nimittää yksittäisen suuren tuotekehitysprojektin projektipäällikön ja mahdollisesti tarvittavan muun projektiryhmän.

Merkittävälle tuotekehitysprojektille avataan oma työnumero projektien seurannan ja kulujen erittelyn helpottamiseksi. Jatkuva, pienimuotoinen tuotekehitys merkitään tuotekehityksen työnumerolle.

Toiminnanohjauskäsikirja tuntee myös termin tuotekehityskatselmus, joka määritellään siinä seuraavalla tavalla /7/: *”Dokumentoitu ja järjestelmällinen tutkinta sen selvittämiseksi, täyttääkö tutkimus / tuotekehitys sille asetetut laatuvaatimukset. Mahdollisten ongelmien yksilöiminen ja niitä koskevien ratkaisuehdotusten tekeminen.”*

Näitä katselmuksia käytetään projektin kriittisissä paikoissa. Ennen tuotekehitysprojektin käynnistämistä pidetään lähtötietokatselmus ja projektin valmistuessa päätöskatselmus. Näistä ei ole nykyisellä toimintamallilla otettu kaikkea hyötyä irti.

- Lähtötietokatselmus; yksilöidään lähtötiedot
- Päätöskatselmus; tulosten arviointi

Projektin aikana voidaan pitää katselmuksia tarpeen mukaan (esim. prototyypin katselmus). Tämä tapa ei käytännössä toimi. Jos kaikkien katselmuksien aikaa ja paikkaa ei ole tarkasti määritetty, niitä ei tehdä.

Tuotekehitysprojektin vastuhenkilö päättää katselmusten pitämisestä ja toimii kokoonkutsujana. Katselmuksset toteutetaan projektille sopivassa laajuudessa. Katselmuksissa arvioidaan onko kyseessä olevan tuotekehitysprojektin jatkaminen, riskit ja tulokset huomioiden, taloudellisesti kannattavaa. Tuotekehityskatselmuksesta laaditaan pöytäkirja, joka liitetään ko. projektin asiakirjoihin.

4.1.1 Organisatoriset ja tekniset liitynnät

Tuotekehitystoiminnassa voi olla mukana erilaisia yhteistyötahoja ja organisaatioita kuten /7/:

- Asiakkaat
- Tekniset oppilaitokset / korkeakoulut
- Valmistusyksiköt (alihankkijat)
- Tutkimuslaboratoriot

Teknisten oppilaitosten / korkeakoulujen kanssa tehtävä yhteistyö on lähinnä tuotekehitykseen liittyvien tutkimusten toteuttamista ns. päättötöinä. Oppilaitoksille annetaan myös harjoitustöitä (ideointitehtäviä).

Valmistusyksiköistä saadaan tietoja, jotka vaikuttavat konstruktion suunnitteluun ja valmistukseen (valmistuksen helpottuminen, nopeutuminen ym.). Saatu tieto dokumentoidaan tarpeellisessa laajuudessa (esim. komponenttikansion päivitys) suunnittelun ja tuotekehityksen käyttöön.

Yhteistyötahojen ja organisaatioiden kanssa tehtävästä yhteistyöstä syntyy erilaisia dokumentteja (insinööritöitä, harjoitustehtävät, piirustukset ym.). Dokumentoinnista ja dokumenttien arkistoinnista vastaa ko. projektin vastuhenkilö.

4.1.2 Tuotekehityksen lähtötiedot

Tuotekehitysprojektiin liittyvät lähtötiedot ja vaatimukset dokumentoidaan. Projektiryhmä katselmoi kerätyn aineiston ja selvittää voidaanko ko. tuotekehitysprojekti toteuttaa. Jos todetaan, että lähtötiedot eivät ole riittäviä, pyydetään tarpeelliset lisätiedot ja suoritetaan tuotekehityskatselmus /7/.

4.1.3 Tuotekehityksen tulostiedot

Tuotekehityksen tulos-/ laatutiedostoja ovat:

- Lähtötiedot / lähtötietolomakkeet
- Laskelmat
- Piirustukset / revisiot
- Ohjeet
- Toimintakuvaukset
- Testaustulokset
- Tuotekehityskatselmusten tiedostot ja tallenteet
- Asiakas- / laatupalaute

Käyttö- ja huolto-ohjeisiin vaikuttavat muutokset laaditaan huomioiden tarvittaessa yleisten standardien (SFS, EN, ISO) sekä CE- merkinnän asettamat vaatimukset.

Tuloksia tarkastellaan ennen julkaisua käytännön testillä, valmistamalla prototyyppi, esittämällä laskelma / teoria tai esittämällä joku muu luotettava ja käyttökelpoinen menetelmä, joka osoittaa, että asetetut tavoitteet on saavutettu.

Uuden konstruktion käyttöönotto tiedotetaan muille suunnittelijoille suullisesti tai kirjallisesti riippuen kohteen laajuudesta. Jos kehityskohde liittyy ns. standardikomponentteihin, päivitetään muutokset ko. piirustuksiin ja ohjeisiin. Tiedottamisesta sekä kehittämiskohteiden ja muutosten päivittämisestä vastaa tuotekehitysprojektin vastuuhenkilö.

Standardikomponentteihin ja ohjeisiin liittyvän jakelun hoitaa laatuvaastava.

Kehitystulosten tarkastelusta laaditaan pöytäkirja, joka liitetään ko. projektin asiakirjoihin. Tulosten arvioinnista vastaa joko projektiryhmä tai suuremman tuotekehitysprojektin vastuuhenkilö yhdessä tarpeelliseksi katsomiensa henkilöiden kanssa. Projektikohtaiset tulosdokumentit arkistoidaan projektikansioon ja mahdolliset syntyvät piirustukset tallennetaan (normaaleilla kuvanumeroilla varustettuna) palvelimen projektihakemistoihin, jolloin ne tulevat valvottujen / varmistettavien tiedostojen piiriin /7/.

4.1.4 Tuotekehityksen todentaminen ja kelpuus

Tuotekehityksen todentaminen suoritetaan ko. projektille sopivalla tavalla. Todentamiseen käytettäviä menetelmiä ovat mm. /7/:

- Vaihtoehtolaskelmat ja suunnitelmat
- Vertaaminen samankaltaiseen, aiemmin hyväksytyyn tuotekehitysprojektiin
- Prototyypitestausta
- Asiakkaan suorittama hyväksyntä
- Ulkopuolisen virallisen toimijan suorittama hyväksyntä

4.1.5 Muutosten hallinta

Jos tuotekehitysprojektiin liittyvät lähtötiedot muuttuvat kesken projektin, päivitetään muutokset lähtötietoihin. Muutosten ollessa merkittäviä, pidetään uusi lähtötietokatselmus tai keskeytetään projekti ja aloitetaan uusi.

Tuotekehitysprosessin aikana tapahtuneet muutokset merkitään esim. revisionumerolla lähtötietoihin, piirustuksiin sekä kohteisiin ja dokumentteihin joihin muutos vaikuttaa. Muutosten päivityksestä vastaa projektin vastuuhenkilö /7/.

4.1.6 Merkittävän tuotekehitysprojektin toimintamalli

Merkittävät tuotekehitysprojektit viedään läpi erillisen toimintamallin pohjalta /7/. Ohjeistettu projektin läpivienti varmistaa sen, että kaikki projektille tärkeät asiat tulevat huomioiduksi ja riittävä määrä arviointeja tehdään projektin eri vaiheissa. Tämä tarkoittaa mm. tuotekehityskatselmusten paikkojen ja projektissa käytettävien apuvälineiden määrittämistä. Tässä työssä keskitytään luomaan kyseinen toimintamalli tuoteryhmien kehitysprojektille.

Projektipäällikkö vastaa siitä, että vaaditut toimenpiteet tehdään ja kutsuu seuranta- / arviointipalaveriin ja – katselmuksiin tarvittavat henkilöt eri sidosryhmistä (myynti, hankinta, jne.). Tätä pitäisi painottaa mahdollisimman usein.

4.2 Kokemukset aiemmasta projektista

Sammet Dampers on tehnyt aikaisemmin divertterien tuoteryhmän tuotteistamisprojektin. Projektin läpiviennissä ja tuloksissa löytyy parannettavaa.

Vaatimustenmäärittelyssä voidaan löytää parannettavaa. Asiakkaille lähetettyjen kysymyslistojen vastausten perusteella laadittiin yhteenveto asiakkaiden vaatimuksista ja mielipiteistä, jota käytettiin vaatimustenmäärittelyn työkaluna vaatimustenmäärittely-prosessissa. Kysymyslistojen kohderyhmiksi valittiin yksittäisiä projektipäälliköitä. Heidän oma-aloitteisuuden ja harkinnan varaan jäi jokoivatko he lomakkeen eteenpäin parhaaksi katsomalleen henkilölle vai täyttivätkö he sen itse. Tulevaisuudessa kohdehenkilöiden valintaan tulee kiinnittää enemmän huomiota ja valita heitä joka tasolta lähtien projektipäälliköistä ja päättyen kunnossapitohenkilöihin. Alemman tason henkilöiden yhteystietoja on vaikea saada, jolloin projektipäälliköitä voidaan ohjeistaa lähettämään lomake talon sisäisesti myös suorittavalle tasolle.

Aiemmasta diverterteri- projektista koottu yhteenveto osoittautui hyödylliseksi. Yhteenvetoon listattiin kaikkien toimitettujen divertterien koot, käyttökohteet, käyttölämpötilat, suunnittelupaineet, vaaditut toimiajat, käytetyt materiaalit jne. Näitä tietoja käytettiin apuna kerätessä tarvittavia lähtötietoja kehitysprojektia varten.

Tutustuminen olosuhteisiin käyttöpaikoilta jäi vähäiseksi. Käyttöolosuhteisiin tutustuminen tapahtui pääosin tutkimalla vanhoja projekteja ja tiedustelemalla asiakkailta tarvittavia lisätietoja heille lähetetyillä kyselylomakkeilla.

Valmistustekniseen puoleen pystyttiin tutustumaan pajalla tehtävän työn ohella. Projektin aikana tutustuminen oli helppoa valmistusyksikön sijaitessa toimiston vieressä. Tutustuminen tuotteen valmistukseen tapahtui pääosin vain tällä yhdellä pajalla. Kuitenkin näin saatiin arvokasta ensikäden tietoa valmistusteknisistä näkökohdista.

Projektin vetäjäksi valittiin uusi työntekijä, jolla ei ollut syvällistä tietämystä tuotteesta. Tämä vaikeutti projektin tehokasta läpiviemistä. Jos tulevaisuudessa halutaan panostaa projektin nopeaan läpiviemiseen, kannattaa harkita kokeneen suunnittelijan käyttöä.

Tuotteen mallien ja työkuvien tuottamisessa tehtiin virheitä. Pyrittiin mallintamaan ja tekemään jokaisesta mahdollisesta kokoluokasta valmiit työkuvat, jolloin tuotekirjaston hallinta ja päivittäminen on osoittautunut myöhemmin haasteelliseksi.

5 Prosessin kehityskohteita

Sammet Dampersin teollisuuspellit ovat kustomoituja tuotteita, joiden perustoiminto ja -rakenne säilyvät projektista toiseen samoina. Projektikohtaisesti tuotteet ovat hieman muunneltuja edellisistä tuotteista. Tämä tuotteiden samanlaisuus sallii suoraviivaisen ja hyvin jäsenneilyn tuotekehitysmallin /11/.

Kuten edellisessä kappaleessa jo todettiin, Sammet Dampersilta puuttuu dokumentoitu tuoteryhmien kehitysprojektin toimintamalli. Jos sovittuja toimintatapoja ei ole ja tuotekehitysprojektit tehdään joka kerta eri tavalla, voi olla vaikeaa tunnistaa tehokkaita toimintatapoja. Kun kehitysprosessimalli on kirjattu, on sen kehittäminenkin helpompaa. /9/.

Kirjatun prosessimallin puuttuessa toimintatavat ovat aina sidoksissa sitä tekevään henkilöön. Ongelmana nykyisessä kehitystoiminnassa on pyrkimys nopeaan ongelmanratkaisuun vähimmän vastuksen periaatteella. Usein ratkaisu valitaan ensimmäiseksi esiin nousevan ratkaisumallin pohjalta, eikä ongelmaa aina pyritä analysoimaan. Systemaattinen ja monivaiheinen kehitysprojektiprosessi on mahdotonta ilman kirjallisia välineitä. Käsiteltävän tiedon määrä ja sen kuvaamisen ja analysoinnin vaatimukset ovat niin suuria, että muistinvarainen käsittely tai satunnainen dokumentointi ei riitä /9/.

Systemaattisuus tuo esimerkiksi vaatimustenmäärittelyssä seuraavia etuja. Ensimmäkin tapauksen määrittely ongelman perustuu systemaattiseen seurantaan, eikä sormituntumaan, ”mutu”-tietoon. Ongelmat kirjataan, eikä niitä tuoda esiin pelkkänä puheena. Tällöin vaarana ei ole, että ongelmiksi määritellään vain erityisesti tapauksia, jotka ovat sattuneet lähiaikoina ja määrittelijälle itselleen. Myös yksittäiset suuret ja näkyvät ongelmat voisivat jättää varjoonsa ongelmia, joiden kokonaisvaikutus voi olla suurempi, mutta ei yhtä näkyvä. Sammet Dampersin käyttämä poikkeamakäytäntö on osoittanut kuinka poikkeamien systemaattinen seuranta auttaa ongelmakohtien määrittelyssä.

Ongelman määrittelyyn tulee liittää niiden merkityksen systemaattista arviointia. Ilman ongelman merkityksen arviointia toimenpiteiden käynnistäminen jää riippumaan ongelman

esiin nostaneen henkilön tai ryhmän aktiivisuudesta, ei niinkään ongelman kokonaisvaikutuksista ja sen ratkaisemisen kokonaisuudesta /9/.

Selkeällä systemaattisella kehitysprosessimallille voidaan siis löytää kiistattomia hyötyjä. Haasteena on, ettei tämä systeemi voi olla liian kankea ja resursseja vievä.

Hyvin määritellyn kehitysprojektin etuja /8/:

- Laadun takaaminen. Kehitysprojekti koostuu vaiheista, jotka käydään läpi ja tarkastuspisteistä niiden välillä. Kun nämä vaiheet ja pisteet mietitään huolella prosessia seuraamalla, voidaan vaikuttaa itse tuotteen laadukkuuteen.
- Kehitys. Hyvin dokumentoitu kehitysprosessi usein auttaa huomaamaan prosessin parannusmahdollisuudet.

Yrityksen nykyisessä toimintamallissa yksittäisen tuoteryhmän tuotetiedon keräämiselle ja tallentamiselle ei ole määrätty formaattia. Tiedonkeruu on liitetty osaksi myynnin ja muiden henkilöiden asiakaskontaktien hoitamista. Tarvittavat tiedot kerätään asiakkaiden kanssa käytävän yhteydenpidon tuloksena. Tietoa tuotteista kertyy lähinnä tuoteryhmävastaavalle, jolle osoitetaan reklamaatiot ja usein myös asiakaskäynnit. Tällöin tieto kasautuu yhdelle henkilölle ja tämä tieto säilyy usein ainoastaan henkilön omana tietona. Yrityksellä ei ole tuoteryhmittäin jaoteltua tietopankkia, johon on kerätty kaikki asiakkailta saatu palaute ja tieto ko. tuoteryhmästä. Tieto on hajallaan ja lisäksi vaikeasti koottavissa, jos tuoteryhmävastaava ei voi osallistua projektiin.

Tuotteen suunnitteluprosessissa on kehitettävää. Tuotteiden revisiointi on nykyisellä järjestelmällä hankalaa. Edellinen divertterien kehitysprojektissa jokaisen kokoluokan tuote mallinnettiin ja samoin osakuvat laadittiin valmiiksi. Myöhemmin on huomattu, kuinka mahdoton tehtävä tällaisen kirjaston ajan tasalla pitäminen tuotteita päivitettäessä on. Uudessa prosessimallissa tullaan siirtymään parametriin tuotemalleihin tilanteen korjaamiseksi.

Valmistustekninen puoli on hioutunut vuosien varrella. Valmistavilla pajoilla alkaa olla vakiintuneet käytännöt, joita he käyttävät peltien kokoonpanossa. Pajojen tarjoamaan kilohintaan vaikuttaminen on vaikeaa, vaikka valmistustekniset näkökohdat huomioitaisiin ja konstruktiota muutetaan helpommin valmistettaviksi. Usein rakenteeseen tehtävät muutokset eivät näy ostohinnassa, mikä laimentaa konstruktion kehityksintä valmistusystävällisemmäksi. Tärkeimmäksi kriteeriksi yrityksen kannalta muodostuu

konstruktion keveys. Tämä ei tarkoita, että valmistusystävällisyyttä ei tule huomioida. Konstruktion tulee olla mahdollisimman ”helppo”. Esimerkiksi kellopellin kokoonpanovaiheessa on muutamia kohtia, joissa varsinkin kokemattomat pajat tekevät virheitä. Näitä kohtia voidaan kehittää käyttämällä mm. DFMA- menetelmää. Tulevaisuudessa on myös todennäköistä, että yrityksellä tulee olemaan oma valmistusyksikkö, jolloin valmistuskustannusten hallinnan tärkeys tulee korostumaan.

Peltien tuotemalleissa osien ja kokoonpanojen nimiin sisällytetään nykyisin numerointi. Tämän poistaminen helpottaisi piirustusten linkittämistä.

Yrityksellä on käytössä standardiosakansio, johon on lueteltu tuotteissa käytettävät standardiosat valmistuskuvineen ja tunnistetietoineen. Näiden osien avulla tuotteissa käytettävät komponentit ovat vähentyneet ja variaatioiden määrää on tarkoituksella pyritty vähentämään. Vaikutukset näkyvät tuotteen suunnittelun nopeutumisenä ja osien hankintahinnan laskuna. Pajoille toimitettavien valmistuskuvien määrää on pystytty vähentämään. Alihankkijat pystyvät myös tekemään osia halutessaan varastoon tai yritys voi valmistuttaa ko. osia suurina erinä, jolloin kustannukset pienenevät. Standardiosien käyttö on siis kaikin puolin suositeltavaa. Kellopellissä käytetään muutamia standardiosia, jotka ovat käytössä myös kaikissa muissa peltimalleissa. Tarkoituksena onkin standardoida tuoteryhmän sisällä käytettäviä osia, jolloin voidaan kehittää kellopeltien standardiosien kansio. Samalla selvitetään epäselvyydet käytettävien materiaalien osalta. Myös kellopeltien modulaarisuutta tulee parantaa. Tarkoituksena on pystyä valmistamaan alikokoonpanot eri pajoilla ja toteuttamaan kokoonpano erillisessä kokoonpanoyksikössä. Tämä pitää pystyä tekemään kustannustehokkaasti sekä tuotteen korkea laatutaso säilyttäen. Tuotteen modulaarisuuden parantaminen auttaa näiden tavoitteiden saavuttamisessa.

6 Kehitysprosesseissa käytettäviä työkaluja ja menetelmiä

Tässä kappaleessa perehdytään käytettävissä oleviin menetelmiin ja työkaluihin, joilla Sammet Dampersin tämän hetkistä tuoteryhmien kehitysprosessia voidaan tehostaa. Osa työkaluista on jo käytössä joidenkin muitten tuoteryhmien kuin kellopeltien osalta. Myös ne tullaan käymään tässä kappaleessa läpi.

Näitä menetelmiä tullaan käyttämään tuoteryhmän kehitysohjelmassa. Välineiden käyttö ohjelmassa on samalla niiden testaamista. Mahdolliset puutteet tulevat ilmi ensimmäisen ohjelmassa, jolloin havaittuja kohtia voidaan edelleen kehittää seuraavaa ohjelmaa varten.

6.1 QFD- menetelmä

QFD on eräänlainen matriisitekniikka, jolla kerättyjä asiakastarpeita hyödynnetään tarpeita vastaavien ratkaisujen luomiseen. Sen avulla voidaan varmistaa, että kaikkien asiakassegmenttien vaatimuksiin pystytään vastaamaan. Asiakastarpeiden selvityksen jälkeen ne on muutettava suunnitteluvaatimuksiksi tai tuoteominaisuuksiksi, joille on mahdollista löytää mitattavissa olevat tavoitearvot. Tässä käytetään apuna QFD- menetelmää. QFD:llä voidaan myös analysoida nykyisiä tuotteita tutkimalla, mitkä tuoteominaisuudet ovat keskeisiä asiakkaille, mitä ominaisuuksia puuttuu ja mitkä ominaisuudet ovat mahdollisesti turhia /10/.

QFD:n peruseräkkeisiin kuuluu seuraavat kolme kohtaa /11/:

1. Asiakastarvevetoinen tuotekehitysohmä. Tällä pyritään varmistamaan, että yritys pystyy todella tarjoamaan asiakkaille sitä mitä he haluavat.
2. Yli funktionaalisten rajojen ulottuva yhteistyö. Matriisityökalua työstettäessä ryhmän jäsenet törmäävät erilaisiin yksityiskohtiin, jotka vaativat keskustelua ja kompromisseja. Kun ongelmat havaitaan aikaisessa vaiheessa, vähennetään tuotekehityskustannuksia. Muutosten kustannusvaikutukset nousevat tuotantoketjun

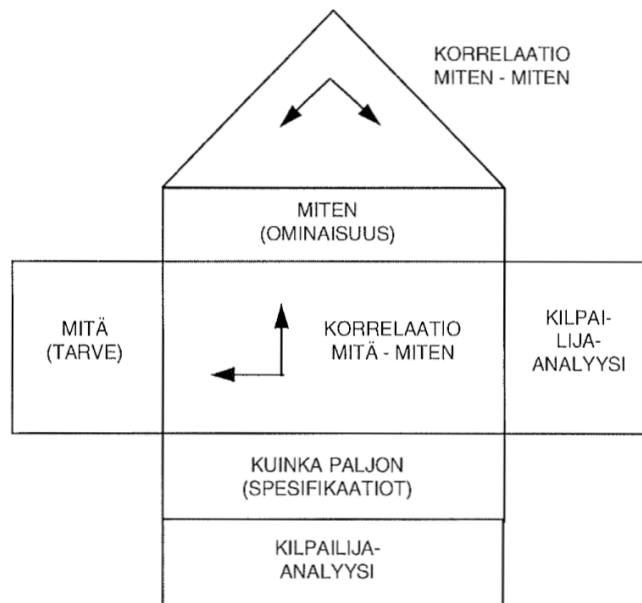
loppua kohti. QFD ei säästä vain rahaa, se säästää myös aikaa. Käytäntö on osoittanut, että QFD säästää kehitysaikaa 30 – 50 % /12/.

3. Järjestelmällisyys. Matriisien avulla on helpompi varmistua, ettei jotakin tiettyä piirrettä ole jätetty huomioimatta. Niiden avulla voidaan systemaattisesti tunnistaa ja käsitellä ongelmakohtia sekä mahdollisia myyntiargumentteja. Ne toimivat myös dokumentteina tulevia jatkokehitystoimenpiteitä varten.

QFD:n pullonkaula on suuri työmäärä. On vaikea saada tuotekehitysryhmää innostumaan matriisiin, jossa on jopa tuhansia soluja. QFD:tä ei yleensä kannatakaan käyttää koko tuotteen kehittämiseen, vaan kriittisten moduulien tai toimintojen kehittämiseen /13/.

QFD:n ensimmäisessä vaiheessa annetaan lähtötietoina kartoitetut asiakkaiden tarpeet ja niiden tärkeysjärjestys. Vertaamalla omaa tasoa kilpailijoihin voidaan luonnostella tuotteen tekniset ominaisuudet ja ratkaisut. Tarkastelemalla teknisten ratkaisujen keskinäisvaikutusta (laatutalon katto), voidaan optimoida tuote pitäen mielessä ratkaisujen vaikutus toisiin ratkaisuihin /10/. Ristiintaulukoimalla asiakastarpeen tekijät ja tuuteominaisuudet nähdään, mitkä ominaisuudet ovat tärkeitä asiakkaan kannalta ja mitkä vähemmän merkityksellisiä. Selvittämällä kilpailevien tuotteiden ominaisuuksien arvot valitaan lopuksi kehitettävälle tuotteelle tavoitearvot /13/.

Laatutalo sisältää monenlaista informaatiota asiakastarpeista, tuuteominaisuuksista, niiden keskinäisistä korrelaatioista ja painoarvoista. Usein taloon liitetään kilpailija-analyyseja, kustannustietoja jne. Laatutalo onkin dokumentointitekniikkana hyvä ja antaa ryhmätyölle tukea ”esityslistan muodossa”. Tuloksena on muistilista spesifikaatiosta, jolloin asiat eivät pääse unohtumaan. Talon avulla on helppo tehdä iteraatiokierroksia ja tutkia muutosten vaikutuksia kokonaisuuteen. Kuvassa 3 on esitetty peruskaavio QFD- menetelmän laatutalosta /13/. Liitteenä 1 on esitetty tarkka malli samasta laatutalosta.



Kuva 3. Peruskaavio QFD- menetelmän laatutalosta /13/.

QFD:llä voidaan analysoida myös nykyisiä tuotteita tutkimalla, mitkä tuoteominaisuudet ovat keskeisiä asiakastarpeen kannalta, mitä ominaisuuksia puuttuu ja mitkä ominaisuudet ovat mahdollisesti turhia. Vahvimmillaan QFD on kuitenkin uusien tuotteiden kehityksessä /10/.

QFD:n avulla ei välttämättä saada aikaan innovaatioita ja uusia ideoita, vaan menetelmä saattaa johtaa jopa keskinkertaisiin, tasapaksuihin tuotteisiin. Tuotekehitysryhmän tuleekin ainakin projektin alkuvaiheessa säilyttää luovuutensa systemaattisista menetelmistä huolimatta /13/.

Nykyisellään Sammet Dampersille on kertynyt paljon tietoa aktiivisen asiakkaiden kanssa pidetyn kanssakäymisen seurauksena ja tuote onkin hioutunut pikkuhiljaa nykyiseen muotoonsa. Suuria kehitysaskelia kyseisen tuotteen kohdalla ei voida tehdä, mutta muutamia kehityskohteita tullaan varmasti löytämään. Työssä laaditaankin QFD:tä apuna käyttäen lopputulema tärkeimpien kehityskohteiden löytämiseksi.

6.2 Valmistuksen alihankintaprosessin huomioiminen tuotteissa

Sammet Dampersin toiminta-ajatuksen mukaisesti tuotteiden valmistus ostetaan kustannustehokkaasti alihankintana pitkäaikaisilta kumppaneilta. Toisaalta Sammet Dampers ei halua sitoutua vain muutamaankin alihankkijaan. Tällä halutaan hallita riskejä.

Valmistusaliyhankinnalle löytyy seuraava määritelmä, joka määrittelee täydellisesti Sammet Dampersin ja alihankkijoiden välisen suhteen /26/:

”Valmistusaliyhankinta on prosessi, jossa alihankkija (on organisaatio, jolla on päämiehestä riippumattomat tavoitteet) suorittaa kaikki tai osan päämiehen tuotteen valmistusvaiheista häneltä saamiensa spesifikaatioiden mukaisesti. Valmistukseen liittyvät aktiviteetit, kuten materiaaliyhankinta, tuotannonsuunnittelu jne. voivat olla kumman tahansa vastuulla sopimuksen mukaan.”

Valmistuksen ja suunnittelun yhteistyötä pidetään yleisesti yhtenä tärkeimmistä keinoista taloudellisiin tuotekonstruktiioihin pyrittäessä /10/. Valmistusmenetelmien huomioiminen konstruktiossa on kuitenkin erityisen haastavaa, kun tuotteen valmistaa alihankkija. Kaikilla alihankkijoilla ei välttämättä ole käytettävissä samaa teknologiaa. Tuote on suunniteltava valmistettavaksi myös matalan teknologian maissa. Valmistusmenetelmissä pyritään yleiskoneiden ja – menetelmien käyttöön, jotta varmistetaan vaihtoehtoisten alihankkijoiden käyttö. Koska tuotanto on muutenkin piensarjatuotantoa, tulisi pärjätä yleiskoneilla, koska alihankkijalla ei välttämättä ole halua investoida erikoiskoneisiin. Useimmiten ongelmana on myös se, että alihankkija sijaitsee maantieteellisesti etäällä päähankkijasta, jolloin suunnittelija ei luonnostaan käy keskustelua valmistajan kanssa menetelmäkysymyksistä. Lisäksi vastuu tuotteen hankinnasta on usein annettu osto-osastolle, joka tarjouskyselyttää tuotteen useilla alihankkijoilla ja valitsee saatujen hintojen perusteella edullisimman valmistajan, ottaen huomioon myös muita tekijöitä kuten toimitusajan, pajan resurssit ja logistiset kysymykset. Nämä asiat ratkaisevat tuotteen valmistuspaikan. Suunnittelija ei voi vaikuttaa näihin ratkaisuihin.

Valmistuksen ja suunnittelun välisen yhteistyön tavoitteena on saada mahdollisimman pitkälle moduloitu ja standardoitu tuote. Pyritään liikkumaan kustomoiduista kokoonpanoista

standardisoituihin kokoonpanoihin. Kuvassa 4 on esitetty komponenttien standardointitasot erityyppisissä tuotteissa /26/.

TUOTE				
KOKOONPANO				
OSAKOKOONPANO				
OSAT				
KIINTEÄ R-AINE				
MUODOTON R-AINE				
KATEGORIA	RÄÄTÄLÖITY	HYBRIDI	KUSTOMOITU	STANDARDI
OMINAISUUDET	MÄÄRITTELE- MÄTTÖMÄT MUODOT JA VIIMEISTELY	MUUTTUVAT MUODOT JA VIIMEISTELY	VAIHTO- EHTOISET MUODOT JA VIIMEISTELY	KIINTEÄT MUODOT JA VIIMEISTELY

Kuva 4. Komponenttien standardointitasot erityyppisissä tuotteissa /26/.

Logistiikka pyritään ottamaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Tästä esimerkkinä on kellopellin jaettavuus moduuleihin merikuljetuksia varten. Peltien osien valmistus ja kokoonpano voidaan myös suorittaa eri pajoilla. Tämä tulee huomioida moduuleja suunniteltaessa. Valmistus eri pajoilla voi muuten aiheuttaa ongelmia kokoonpanovaiheessa.

6.3 Tuotearkkitehtuuri- MFD

Tuotearkkitehtuuri kertoo, kuinka tuote on koostettu fyysisistä moduuleista. Rakenne on yleensä jaettu moduuleihin sen mukaan mitä toimintoja tuotteeseen sisältyy ja millaisia rajapintoja eri moduulien välille on muodostettava. Moduloinnilla tarkoitetaan siis tuotteen jakamista itsenäisiin yksiköihin eli moduuleihin, joilla on määritellyt ja vakioidut rajapinnat, jotka mahdollistavat moduuleiden yhdistämisen ja vaihdettavuuden. Näin moduuleista voidaan yhdistellä erilaisia tuotekokonaisuuksia. Erona standardointiin moduloinnilla ei kuitenkaan pyritä asiakkaille tarjottavan lopputuotevalikoiman pienentämiseen, vaan tuoteperhettä moduloitaessa pyritään tunnistamaan eri asiakasryhmien tuotteille asettamat

erityisvaatimukset ja rajaamaan tuotteiden variointi strategisesti tärkeisiin ominaisuuksiin /15/.

Modulaarisessa tuotteessa moduulien tulisi siis toteuttaa yhtä tai useampaa toimintoa siten, että toimintoja ei ole jaettu useiden moduulien kesken. Modulaarinen tuoterakenne mahdollistaa myös moduulien varsin itsenäisen suunnittelun ja suunnittelun rinnakkaisuuden, koska moduulien väliset riippuvuudet on minimoitu /15/.

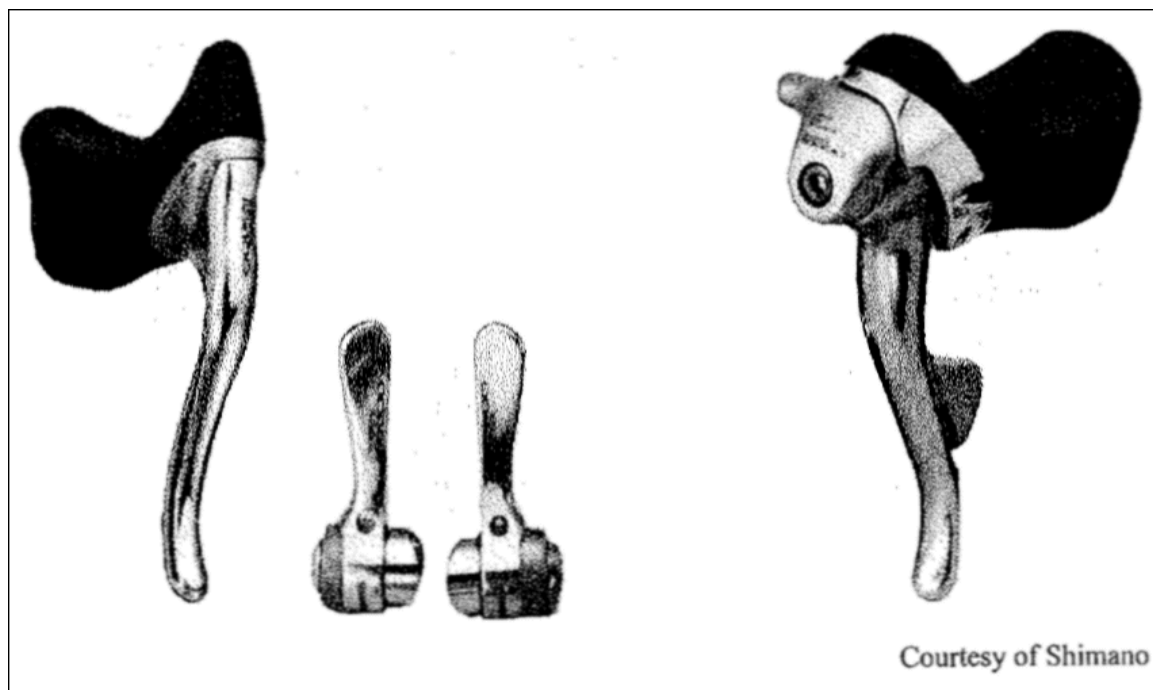
Modulaarisella tuoterakenteella on siis kaksi ominaispiirrettä /8/:

- Yksi fyysinen moduuli toteuttaa yhtä tai useampaa toimintoa.
- Fyysisten moduulien väliset vuorovaikutukset on tarkasti määritelty.

Vastakohta modulaariselle tuoterakenteelle on integroitu tuoterakenne. Siinä toteutuvat yksi tai useampi seuraavista kohdista /8/:

- Tuotteen toiminnot tarvitsisivat enemmän kuin yhden fyysisen moduulin per toiminto.
- Yksi fyysinen moduuli toteuttaa useita toimintoja.
- Vuorovaikutukset eri fyysisten moduulien kanssa on vaikeasti määritettävissä.

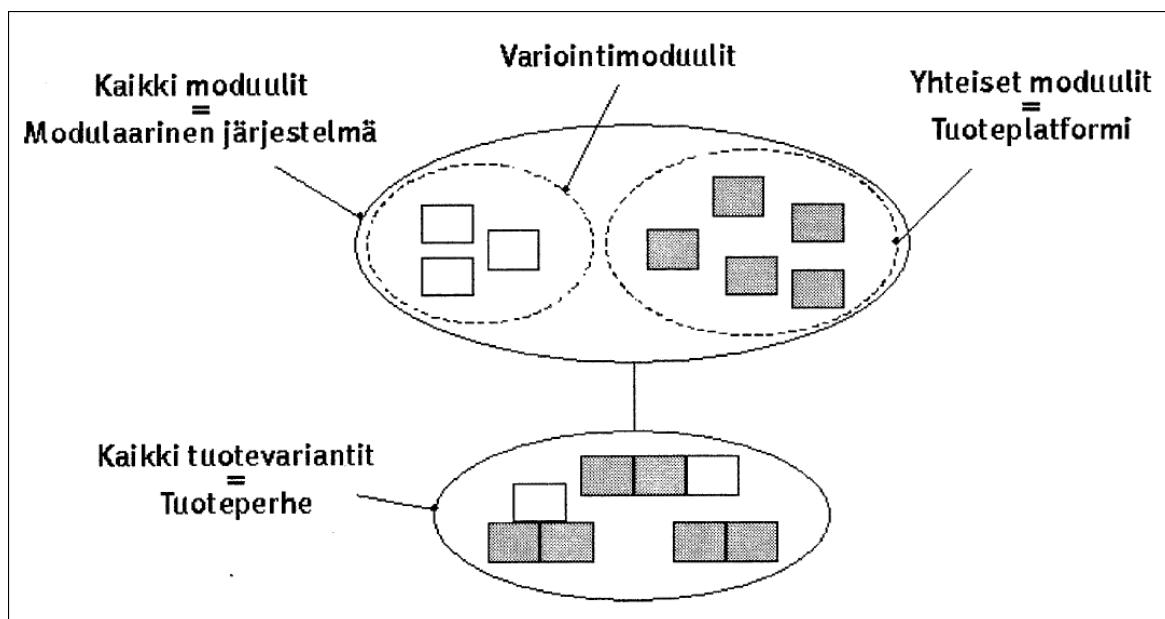
Kuvassa 5 on esitetty integroidun ja modulaarisen tuoterakenteen ero. Modulaarinen ratkaisu polkupyörän jarru- ja vaihdevivuille on kuvassa vasemmalla. Molempia toimintoja varten on omat vipunsa. Integroitu ratkaisu on kuvassa oikealla. Siinä yhteen vipuun on integroitu sekä jarru- että vaihtenvaihtotoiminnot.



Kuva 5. Vertailu modulaarisen ja integroidun tuoterakenteen eroista /8/.

Yleensä ottaen tuotteiden tulisi perustua tuoteperheisiin, joissa moduloinnin avulla pystytään tuottamaan suuri määrä räätälöityjä tuotteita rajatusta määrästä moduuleja. Tämä huomioidaan tuotteen suunnitteluvaiheessa. Tällöin monia johdannaistuotteita voidaan luoda tehokkaasti perustuen ydinteknologiaan, jota kutsutaan tuoteplatformiksi, koska tuoteplatformeja kehittämällä yksittäisten tuotevarianttien sijasta kyky tarjota kaikille asiakkaille oikeanlaisia taloudellisesti tuotettavissa olevia tuotteita paranee.

Tuoteplatformeilla tarkoitetaan niitä moduuleja, jotka ovat yhteisiä kaikille tuoteperheen tuotteille ja joista yhdessä variointimoduulien kanssa muodostetaan kaikki tuoteperheen tuotteet. Kuvassa 6 esitetään modulaarisen järjestelmän, tuoteplatformin ja tuoteperheen välistä suhdetta /15/.



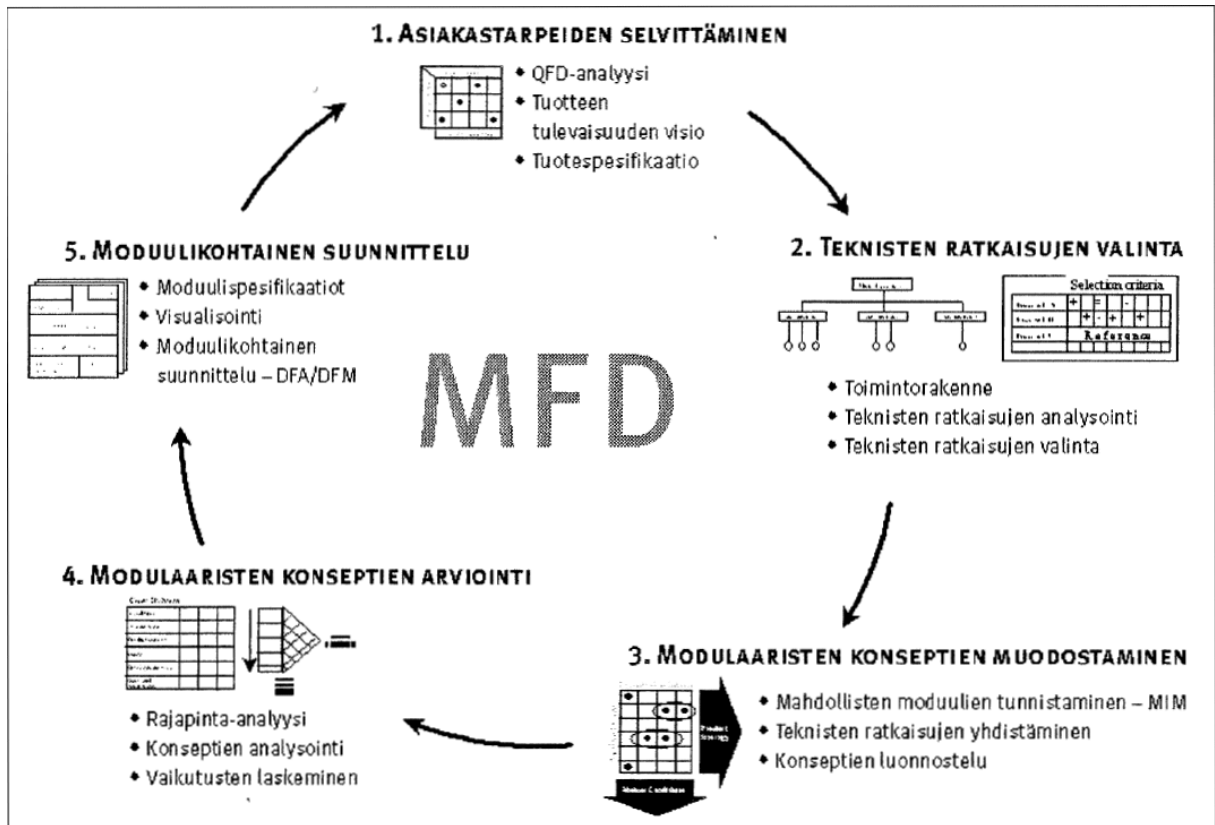
Kuva 6. Modulaarinen järjestelmä, tuoteplatformi ja tuoteperhe /15/.

Modulointia suunniteltaessa käytetään hyväksi erilaisia menetelmiä, joista tunnetuin lienee ruotsalainen MFD (Modular Function Deployment). Se on systemaattinen prosessi modulaaristen tuotteiden kehittämiseksi. Se koostuu seuraavista viidestä päävaiheesta, jotka ovat seuraavat /15/:

- Vaihe 1: Asiakastarpeiden selvittäminen
- Vaihe 2: Teknisten ratkaisujen valinta
- Vaihe 3: Modulaaristen tuotekonseptien muodostaminen
- Vaihe 4: Modulaaristen konseptien arviointi
- Vaihe 5: Moduulikohtainen suunnittelu

Menetelmä alkaa ensimmäisen vaiheen asiakastarpeiden ja niihin liittyvien tärkeimpien tuoteominaisuuksien selvittämisellä QFD- analyysin avulla. Sitä seuraa tuotteen toimintovaatimusten analysointi ja teknisten ratkaisujen valinta. Kolmas vaihe on keskeinen osa tätä prosessia. Siinä muodostetaan modulaarinen konsepti käyttäen niin kutsuttua moduulin osoitusmatriisia (MIM- Module Indication Matrix). Siinä valittuja teknisiä ratkaisuja verrataan yrityksen strategiaan perustuviin modulointia ohjaaviin tekijöihin. Liite 2:ssä on lueteltu ns. yleiset modulointia ohjaavat tekijät eli moduulidraiverit jaoteltuna tuotteen elinkaaren liittyviin eri vaiheisiin. Päämääränä on etsiä moduulikandidaatteja, joista voidaan muodostaa yhdessä teknisten ratkaisujen kanssa moduuli. Neljännessä vaiheessa suoritetaan modulaaristen konseptien arviointi. Viidennessä vaiheessa moduulin

osoitusmatriisia (MIM) voidaan käyttää uudelleen DFA (Design for Assembly) ja muiden DFX- menetelmien käyttämättömyyden selvittämiseksi. Kuvassa 7 on esitetty nämä viisi MFD- menetelmän vaihetta.



Kuva 7. MFD- menetelmän viisi päävaihetta /15/.

Suunnittelun työmäärä esim. moduulisysteemiä perustettaessa on suuri, mutta pienenee oleellisesti, kun systeemi on luotu. Tämä johtuu siitä, että suunnittelu kohdistuu rajalliseen määrään moduuleita, joista suunnittelutyön päätyttyä voidaan valmistaa moninkertainen määrä lopputuotteita. Käytettäessä samoja rakenneosia (moduuleita) useissa tuotteissa voidaan vähentää erilaisten nimikkeiden määrää /15/.

Aina ei ole kuitenkaan edullista soveltaa esim. modulointisystematiikkaa. Tuotteet, joissa pitkälle optimoidaan ominaisuuksia, esim. painoa tai vastaavaa eivät sovellu moduloitaviksi (esim. laivat, lentokoneet, turbiinit yms.) Myös tuotetyypit, joiden eräsuuruus on hyvin pieni (koko varianttivalikoimalla vain muutamia kappaleita), ovat yleensä epäedullisia toteuttaa modulointiperiaatteella. On mietittävä, missä laajuudessa modulointi yleensä soveltuu /16/.

Modulointisystematiikka aiheuttaa valmistajan ja käyttäjän kannalta joitakin rajoituksia. Ensinnäkin erikoistoivomusten huomioonottaminen on vaikeampaa kuin yksittäisvalmistuksessa. Mitoitus on järeämpää kuin yksittäiskonstruoinnissa, koska tuotestandardisoinnissa pyritään optimoimaan koko tuotteisto. Koko moduulisysteemin muuttaminen on työlästä, koska muutosten vaikutukset kohdistuvat koko tuotteistoon. Muutosten teko yksittäisiin moduuleihin on sen sijaan helppoa, mutta liitospinnat on luonnollisesti pidettävä samoina /15/.

Eräs lähestymistapa moduulien valitsemiseksi on jakaa tuote toimintoihin ja tätä kautta toimintomoduuleihin /15/. Pellistä voidaan löytää esimerkiksi seuraavat toimintomoduulit:

- Runko
- Vivusto
- Tiivistys
- Akselien tiivistys
- Toimilaiteteline

Nämä moduulit muodostavat selkeät itsenäiset toiminnalliset rakenteet, jotka kuitenkin ovat liitettävissä toisiinsa standardoiduilla liitospinnoilla. Toinen lähestymistapa on jakaa tuote fyysisiin moduuleihin /8/. Fyysisiä moduuleja ovat osat, komponentit ja alikokoonpanot.

Moduloitavalla tuotteella asiakkaalle saadaan syntymään mielikuva laajasta ja monipuolisesta tuotevalikoimasta, vaikka hän tosiasiaassa yhdistelee vain hallitusti olemassa olevia moduuleja. Moduuleja suunniteltaessa on huomioitava, että virhe tai ongelma uudessa moduulissa kertautuu nopeasti käytön myötä, ellei todellista syytä selvitetä ja korjata.

6.4 Design for X

Design for X (missä X osoittaa tärkeää suunnittelusyytä) periaatteiden avulla tuotteet pyritään suunnittelemaan niin, että kaikki tavoittelemisen arvoiset ominaisuudet pystytään maksimoimaan. Näitä ovat mm. valmistettavuus, kokoonpanoystävällisyys, huollettavuus, laadukkuus, kierrätettävyys, ympäristöystävällisyys ja luotettavuus.

Periaatteessa Design for X kattaa koko tuotteen elinkaaren, kaikki sen vaiheet ja ominaisuudet. Tarkoituksena on kiinnittää suunnittelijan huomio näihin jo kehitysprojektin alussa. Tällä säästetään aikaa ja rahaa /17/.

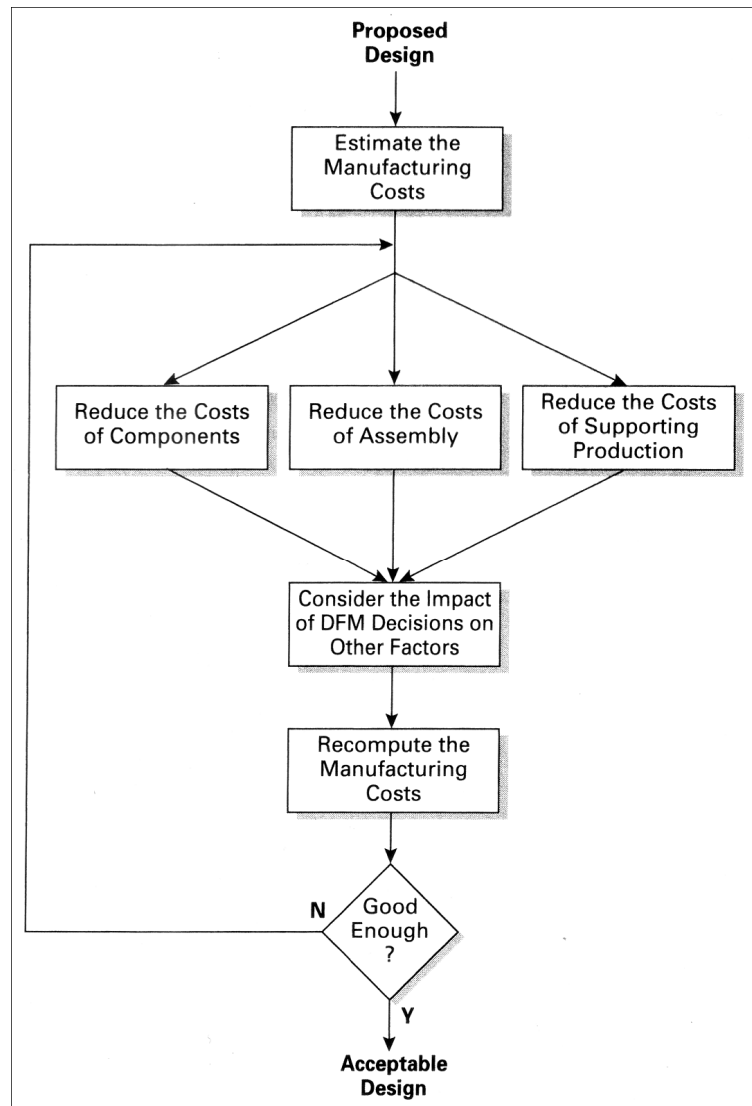
Tässä kappaleessa lyhyesti esiteltävien menetelmien tavoitteena on saada suunnittelija miettimään tuotteen valmistettavuutta ja kokoonpanoystävällisyyttä.

6.4.1 Design for Manufacturability (DFM) / Assembly (DFA)

DFM (Design For Manufacturing) ja DFA (Design For Assembly) ovat menetelmiä, joiden avulla voidaan pienentää tuotannon kustannuksia. DFA kuuluu DFM:n menetelmän yhdeksi osatekijäksi, jota käytetään yhtenä DFM:n työkaluna. Nämä menetelmät yhdistetään usein Design for Manufacturing and Assembly:ksi (DFMA), jolloin tuotteen suunnittelussa huomioidaan molempien menetelmien näkökohdat.

DFM on tarkoitettu valmistuskulujen pienentämiseen samalla parantaen tuotteen laatua, kehitysnopeutta ja hintaa. Se koostuu seuraavista viidestä vaiheesta, jotka on myös esitetty kuvassa 8 /8/:

1. Valmistuskustannusten arviointi.
2. Pienennetään komponenttien kustannuksia.
3. Alennetaan tuotteen kokoonpanon kustannuksia. Tässä käytetään DFA- menetelmää.
4. Alennetaan valmistuksen oheistoimintojen kustannuksia. Näihin kuuluu mm. materiaalien käsittely, laadun valvonta, ostotoiminta, tilojen vuokrat jne.
5. Pohditaan DFM:n vaikutusta muihin tekijöihin. Näitä ovat mm. vaikutus tuotekehitysprojektin läpimenoaikaan ja kustannuksiin, sekä vaikutukset tuotteen laatuun.



Kuva 8. DFM- menetelmän suunnitelma /8/.

DFM:n käytännön periaatteita, joita voidaan soveltaa Sammet Dampersilla /8/:

- Materiaalivalinnoissa pyritään huomioimaan paikallinen saatavuus ja pyritään standardisoimaan käytettävät materiaalit.
- Tuote suunnitellaan ottamalla huomioon paikallinen valmistusteknologian taso.
- Tuotteen rakenteen yksinkertaistaminen ja osien määrän vähentäminen.
- Ei käytetä liian tiukkoja toleranssi- ja pinnankarheusvaatimuksia.
- Kulujen vähentäminen vaatii asiantuntemusta käytettävistä tuotantoprosesseista. Toimittajat ja valmistusasiantuntijat tulee ottaa mukaan tässä kohtaa prosessia.

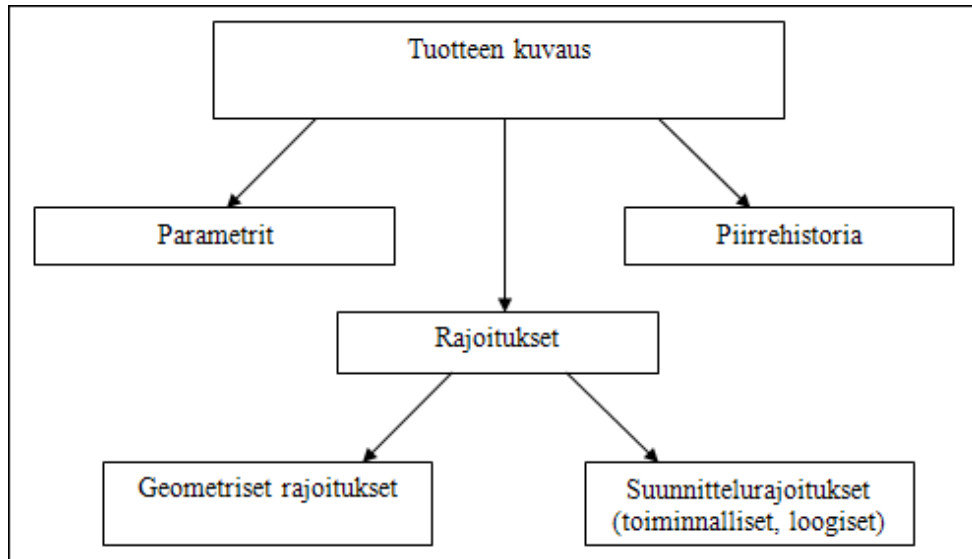
Design for Assembly (DFA) on tarkoitettu saavuttamaan tuotteelle pienimmät mahdolliset kokoonpanokustannukset. DFA:n periaatteet ovat seuraavat /17/:

1. Monien toimintojen yhdistäminen yhteen osaan.
2. Yksinkertaisesti vähennetään turhia osia.
3. Käytetään standardisoituja osia ja kiinnikkeitä.
4. Minimoidaan kokoonpanon kohdistusten tarve.
5. Käytetään apuna alikokoonpanoja, erityisesti modulaarisia alikokoonpanoja.
6. Osien suunnittelu siten, ettei niitä voi asentaa väärin.
7. Osan käsittely tehdään mahdollisimman helpoksi.
8. Osan kääntelytarve eliminoidaan asennuksessa.
9. Tarvittaessa tehdään lisäosia asennuksen helpottamiseksi.

6.5 Parametrisointi

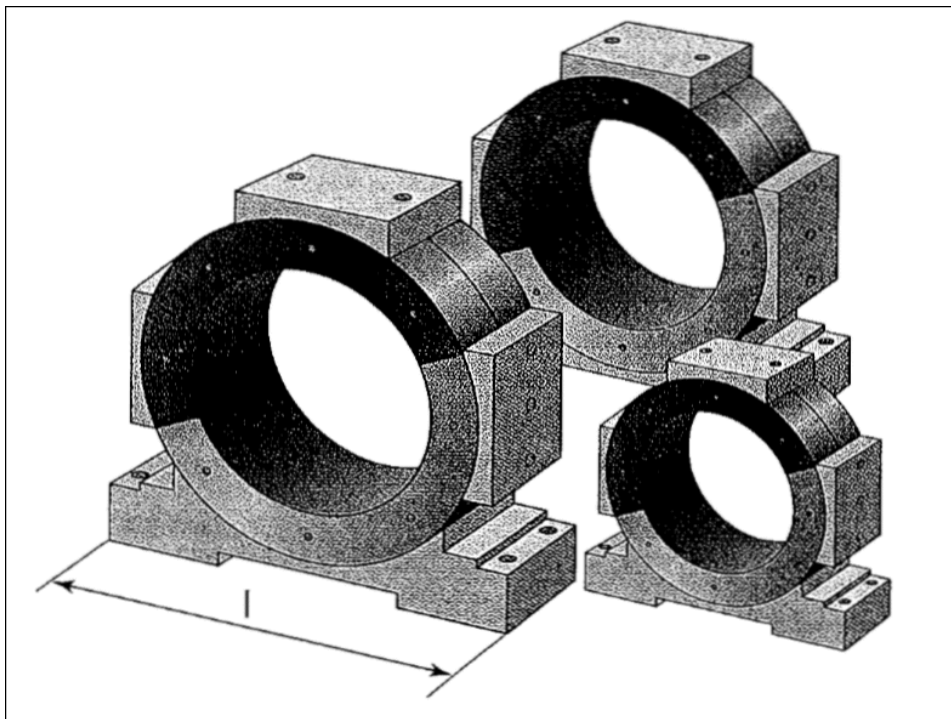
Yrityksen käyttämä 3D CAD- mallinnusjärjestelmä tallentaa tuotteen mallintamisen aikana malliin määritetyt relaatiot ja niiden määritysprosessit. Käytännössä puhutaan kuinka mallin osat ovat määritelty kokoonpanoissa toistensa suhteen. Tämä tukee mallin muokattavuutta ja käyttäjän on helpompi tutkia eri suunnitteluvaihtoehtoja. Mallia on helppo muokata muokkaamalla relaatioita /18/.

Parametrinen mallintaminen liittyy suunnittelutietämyksen tuotemallin geometriaan ja topologiaan rajoituksilla. Kuvassa 9 on esitetty parametrisen tuotteen kuvaus.



Kuva 9. Parametrisen tuotteen kuvaus /18/.

Parametrisuudella voidaan helpottaa muutosten tekoa tuotteen 3D- malliin. Parametrisoinnin hyöty tulee parhaiten esille, kun suunniteltavien tuotteiden tai tuotevarianttien päämuodot ovat pitkälti yhteneväisiä keskenään, mutta tuotteiden kokoa on muutettava tarkasti niiden eri käyttökohteisiin. Parametrisoinnissa valitut mitat voidaan valita vapaasti tuotteen muiden mittojen säilyessä ennallaan. Kuvassa 10 on esitetty parametrisen tuotemallin käyttöperiaate /16/.



Kuva 10. Parametrin arvoa muuttamalla tuotettuja kappaleita /18/.

Parametrisointi on tehtävä yksinkertaiseksi, jolloin tuotemallin käyttö on mahdollisimman helppoa. Parametrisuuden etuna pidetään sen ratkaisunopeutta. Ei ole tarkoituksenmukaista, että parametrimallin käyttö on hitaampaa kuin kokonaan uuden mallin luominen ilman parametrisuutta.

Pellin tuotemalli sisältää kaiken tuotteeseen rakennetun tietotaidon. Tuotemalli sopii parhaiten tuotteille, jotka kokevat muutoksia elinkaarensa aikana. Pelteihin kohdistuu jatkuvaa kehitystyötä, jolloin myös niiden tekniset ratkaisut muuttuvat ajan myötä. Kaikki tuotteeseen liittyvä kehitys ja palaute viedään suoraan tuotemalliin. Tämän menettelyn avulla voidaan varmistua, että tulevaisuudessa on käytössä aina uusin kehitysversio tuotteesta ja välttää aikaisemmissa tuotemalleissa toistuvat virheet. Tämän edellytyksenä on, että projektia varten käytetään aina tuotemallia, eikä vanhoja projektimalleja.

6.6 Standardisointi

Tuotestandardoinnilla yhdistetään asiakastarpeiden ja kustannustehokkuuden vaatimukset. Valtaosa asiakkaiden tarpeista tulisi pyrkiä täyttämään jo olemassa olevilla standardiratkaisuilla. Tällöin vain pieneen osaan toimituksista tarvitaan ainutkertaista työtä /10/.

Variaatioiden määrä kasvaa yleensä yrityksen pyrkiessä vastaamaan asiakkaan tarpeisiin suunnitteleamalla yksilöllisiä tuotteita kullekin asiakkaalle. Tällöin tuotteen valmistamiseen tarvittavien osien lukumäärä kasvaa yleensä räjähdysmäisesti, eikä näin syntyviä osia voida käyttää saman tuotteen eri tyypeissä optimaalisesti hyväksi /16/. Sammet Dampersilla on standardikokotaulukot asiakkaiden ostotoiminnan tukena. Tällä pyritään vähentämään projektikohtaisten varianttien määrää ohjaamalla asiakkaita standardikokojen käyttöön.

Tuote kannattaa standardisoida/moduloida, jolloin tuotteen kannattavuus paranee, koska /16/:

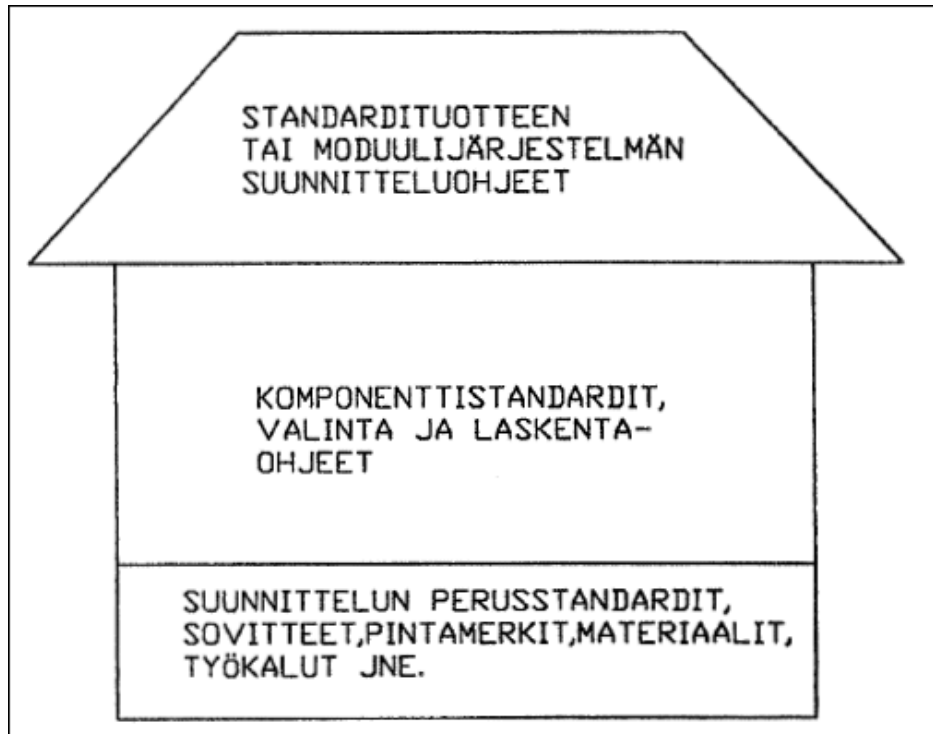
- asiakastarpeet voidaan täyttää hallitusti
- laatu paranee
- suunnittelun läpäisy aika lyhenee

- valmistuksen läpäisy aika lyhenee ja ohjattavuus paranee
- materiaalihallinto tehostuu
- rutiinityön määrä vähenee ja informaation kulku tehostuu

Edellytyksenä tuotteen menestyksekkäälle standardoinnille on kuitenkin, että tuote on standardisointiin sopiva, toiminnallisesti ja valmistusteknisesti kypsä tuotteisto, jolla on riittävä volyymi. Työn määrä saattaa standardisoinnin alussa olla melkoinen, mutta uhrattu työpanos on kertainvestointi, jonka takaisinmaksuaika on lyhyt.

Yrityksissä käytettävä standardointi jakautuu monille tasoille. Ne on esitetty kuvassa 11:

1. Yleisin ja helpoin taso on materiaalien ja tarvikkeiden standardisointi esim. teräslaadut, ruuvit, mutterit jne. Tämän tason rinnalla ovat suunnittelun perusstandardit, esimerkiksi sovitestandardit, työvälinestandardit jne.
2. Seuraavana vaativampana tasona voidaan pitää komponenttistandardisointia. Komponentti on yleensä valmiina ostettava kokonaisuus, johon ei liity paljoa omaa työtä, esim. vaihde, hydraulikoneikko jne. Tälle tasolle kuuluvat komponenttien valinta- ja laskentaohjeet.
3. Yritysstandardoinnin vaativin taso on tuotestandardisointi. Tuotestandardisoinnin tuloksena syntyy esim. standardituotteen tai moduulijärjestelmän suunnitteluohjeisto /16/.



Kuva 11. Standardoinnin tasot /14/.

Standardikomponenttikirjaston käyttöönotto säästää paljon suunnittelijan aikaa karsimalla turhaa ja toistuvaa piirustusten tekemistä pois. Tämä toistuvien toimintojen karsiminen vähentää virheiden määrää ja luo edellytyksiä suunnittelun nopeuttamiselle, laadulle ja automatisoinnille. Kaikki nämä edistävät kustannustehokkuutta.

6.7 Kokemuspankki

Usein suunnittelija suunnittelee tuotteita pääasiassa koulutuksensa pohjalta käyttäen yrityksessä kehitettyjä suunnittelusääntöjä sekä henkilökohtaisia kokemuksia. Olisi kuitenkin erittäin hyödyllistä, jos lisäksi yrityksen muun henkilöstön kokemukset, tuotteissa aikaisemmin esiintyneet viat, suunnitelmien virheet ym. olisivat kaikkien käytettävissä, jotta niistä voi oppia. Tämä vaatii, että koko henkilöstö on yhteistyöhaluinen ja että tiedot kerätään systemaattisesti useiden vuosien aikana. Tämä voi olla vaikeaa, koska järjestelmästä tulee hyötyä vasta myöhemmin ja usein sellaisille henkilöille, jotka eivät ole olleet mukana sitä kehittämässä, eli nuorille uusille työntekijöille. Ne, jotka ovat itse olleet mukana tekemässä määrättyjä virheitä, ovat jo oppineet niistä. Järjestelmä voi auttaa niin, ettei uusien suunnittelijoiden enää tarvitse henkilökohtaisesti tehdä samoja virheitä.

Eräs ratkaisu tähän on perustaa ”kokemuspankki”, johon kerätään kaikki tuotteisiin liittyvät poikkeamat. Sen luomiseksi tarvitaan /19/:

- tuotteiden luokittelu
- palautejärjestelmä

Tavoitteena on, että aina kun suunnittelija aloittaa jonkin tuotteen kehittämisen, hän voi tästä kansiosta nähdä kaikki ne poikkeamat, jotka ovat esiintyneet vastaavissa tuotteissa. Näin suunnittelija ei ainoastaan tutustu sääntöihin, miten pitää suunnitella hyviä tuotteita, vaan myös näkee, miten suunnitelmat ovat aikaisemmin epäonnistuneet. Jokaiselle tuotteelle luodaan oma tiedosto. Näitä tiedostoja käytetään hyväksi tuoteryhmän kehitysprojektissa. Erityisesti vaatimustenmäärittelyyn ja kehitysvaiheeseen kokemuspankista löytyy hyvää tietoa.

Palautteita pitää saada tuotteesta kaikilta, joilla on tekemistä tuotteen kanssa mm. /19/:

- asiakkaat
- markkinointi
- valmistus
- suunnittelu

Jotta palautejärjestelmä toimisi, sen on oltava niin yksinkertainen kuin mahdollista. Se ei saa tuoda turhaa byrokratiaa yritykseen.

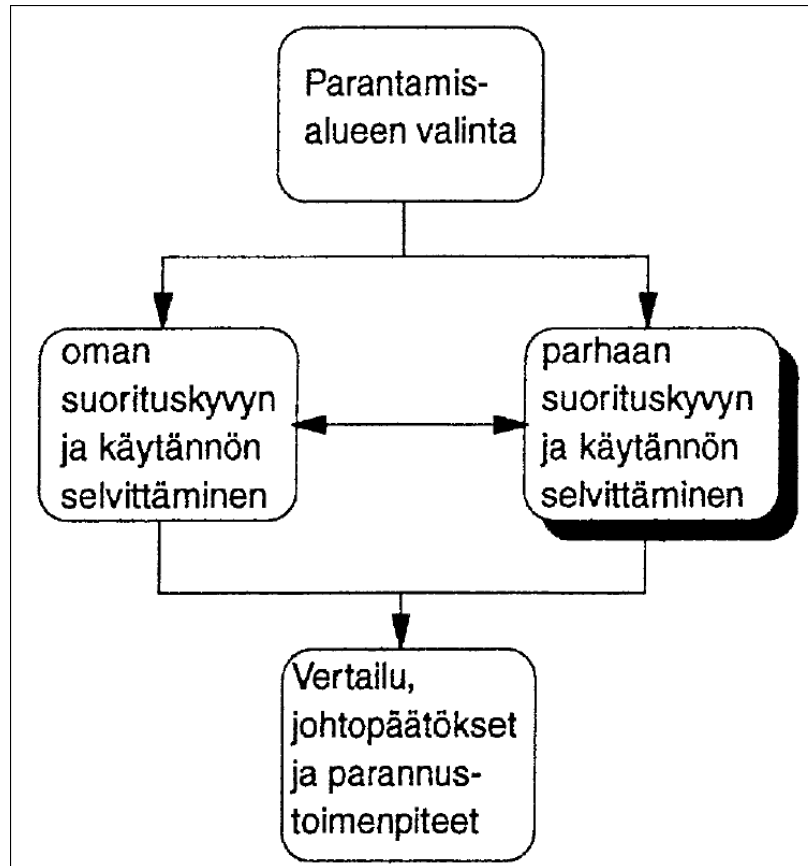
Poikkeama voidaan kokea myös epämiellyttävänä asiana, jolloin helposti unohdetaan kirjata tapahtuneita virheitä. Näin voi myös tapahtua, jos katsotaan, etteivät tapahtuneet virheet ole oleellisia. Kuitenkin kaikki poikkeamat tulisi kirjata ylös, koska ne voivat antaa arvokkaita vihjeitä siitä, kuinka tuotteita ja toimintaa pitää kehittää. Myös tuotekehitysryhmän sisällä voidaan tehdä sellaisia virheitä, jotka huomataan ennen kuin tuote on kehitetty valmiiksi. Nämä virheet olisi erittäin arvokasta kerätä, jotta tuotekehitysprosessia pystyttäisiin kehittämään. Usein omien virheiden kirjaaminen on erittäin vaikeaa. Tähän motivoimiseksi on pyrittävä sisäistämään, että virhe on luonnollinen asia: virheiden toistamista pitää välttää. Parasta on, jos virheet voidaan dokumentoida niin, ettei toisten tarvitse tehdä samoja virheitä.

Myös Sammet Dampersilla kokemusperäinen tieto jää usein elämään ainoastaan vanhojen tuotemallien kautta, joista kuitenkin voi olla vaikeaa jälkikäteen löytää syy-seuraus suhteita käytettyjen teknisten ratkaisujen suhteen. Tuotemalli tai piirustus ei perustele suunnittelijan ratkaisuja eikä selitä suunnitteluprosessin kulkua sellaiselle henkilölle, joka ei ole ollut projektissa mukana. Jos projektikohtaisessa suunnittelussa poiketaan luotujen tuotemallien ja suunnitteluohjeiden käytöstä, tulisi kirjata muistiin ainakin tärkeimmät päätökset perusteluineen. Nämä tiedot voi tallentaa projektihakemistoon, jolloin ne ovat kaikkien käytössä.

Huomion arvoista tässä on, että Sammet Dampersilla ei ole tuoteryhmäkohtaisia suunnitteluohjeita. Tuoteryhmän kehitysprojektille yhdeksi tavoitteeksi asetetaan alustavan suunnitteluohjeen tekeminen kehitettävälle kellopeltien tuoteryhmällä. Tämä suunnitteluohje on arvokas lisä kokemuspankkiin.

6.8 Benchmarking

Käsitteelle benchmarking ei löydy hyvää suomenkielistä vastinetta, joten siitä käytetään lainasanaa. Benchmarking tarkoittaa oman organisaation toiminnan vertailua ulkopuolisiin parhaisiin käytäntöihin ja tämän tiedon hyödyntämistä oman liiketoiminnan kehittämisessä. Tämä on esitetty kuvassa 12 /20/. Arvioinnin tekeminen on järkevää ainoastaan, kun se täyttää tekijänsä tiedostamistarpeet ja toiminnan kehittämistarpeet. Arviointi ei voi olla itsetarkoituksellista toimintaa.



Kuva 12. Vertailu parhaisiin käytäntöihin /20/.

Benchmarkingin voidaan katsoa kattavan laajimmassa muodossaan kaiken vertailun ulkopuolisiin kohteisiin, esim. kilpailijavertailut. Kehittämistyö voi kohdistua mm. strategiaan, prosesseihin tai tuotteisiin. Benchmarkingilla ymmärretään usein kuitenkin järjestelmällistä oman organisaation ja ulkopuolisten suorituskyvyn ja siihen johtavien menestystekijöiden selvittämistä, analysointia ja parantamista /20/. Erilaisia menetelmiä luonnehtivia laatusanoja ja alaluokkia on kymmeniä. Alla on muutamia luokitteluja, jollaisia benchmarking- arviointi voi olla /21/:

- suoritteita vertaavaa: tutkitaan oman toiminnan tasoa vertaamalla sitä yleisiin standardeihin tai benchmarkkeihin
- parhaita käytänteitä omaksuvaa: identifioidaan toisten laadukkaita toimintatapoja ja sovelletaan niitä omaan organisaatioon tai toimintayksikköön
- kilpailullista: etsitään itselle markkinaetua tai etulyöntiasemaa
- yhteistyöhakuista: pyritään pidempikestoiseen yhteistyöhön kumppanin kanssa
- yhteistoiminnallista: kootaan useampi organisaatio arvioinnin kotiryhmäksi

- riippumatonta: ei luoda kontakteja kumppaniin, vaan etsitään vertailutieto yleisistä lähteistä
- implisiittistä: arviointi tapahtuu muun toiminnan ohessa ilman suunnitelmaa.
- eksplisiittistä: tietoisesti suunniteltua ja organisoitua
- sisäistä: oman organisaation eri osien välillä tapahtuvaa
- ulkoista: haetaan kumppani tai kohde oman organisaation ulkopuolelta
- panoksiin, tuotoksiin tai prosessiin tai näiden yhdistelmään keskittyvää
- laadullista: pyritään nimeämään ja luokittelemaan havaintoja sanallisesti
- määrällistä: pyritään ilmaisemaan havainnot ja tulokset numeerisesti
- tutkimuksellista: pyritään tieteellisyyden kriteerit täyttävään vertailutietoon
- seikkailevaa ja kokemuksellista: ystävyysvierailuja ja tutustumiskäyntejä ilman tiukkaa tavoitetta
- vertikaalista: tietyn organisaation eri tasojen toimintaprosessit kohteena
- horisontaalista: tietty toimintaprosessi eri organisaatioissa kohteena
- dialogista: pyritään tasavertaiseen tiedonvaihtoon ja keskusteluprosessiin
- byrokraattista: vuorovaikutteisuus rajattua, tiukka virallinen protokolla
- generistä: etsitään parhaita käytänteitä eri toimialan organisaatioista ja halutaan selvittää parhaiden käytäntöjen synnyn syyt
- funktionaalista: etsitään parhaita käytänteitä saman toimialan organisaatioista.

Tuoteryhmän kehitysprojektissa käytetään tuotoksiin eli tuotteisiin keskittyvää tarkastelua, jolla etsitään itselle sopivia ideoita tuotteen tekniikan kehittämiseen.

Benchmarking- arvioinnin tulee täyttää tiettyjä tunnusmerkkejä. Siinä tulee olla mukana edustus seuraaville kohdille /21/:

1. Arvioija (arvioinnin subjekti, kuka arviointipäätöksen tekee ja arvioinnin suorittaa)
2. Arvioitava toimija (joka voi olla yksilö, tiimi tai organisaatio)
3. Arvioinnin kohde (joka voi olla arvioitavan toimijan toiminnan tuotos, siihen johtava prosessi tai jokin muu arvioijaa kiinnostava asia)
4. Arvioinnin intressi (joka kertoo, miksi arviointia tehdään ja miksi sitä tehdään juuri tietyllä tavalla, mikä on arvioinnin tavoite ja käyttövoima)

5. Arvioinnin välineet (joihin sisältyvät kaikki ne toimenpiteet, säännöt ja työkalut, joilla arviointia toteutetaan)

Taulukossa 1 on esitetty benchmarking- arvioinnin rakenneanalyysi, joka perustuu edellä lueteltuihin kohtiin /21/.

Taulukko 1. Benchmarking- arvioinnin rakenneanalyysi /21/.

BENCHMARKING-ARVIOINTI				
ARVIOIJA	ARVIOITAVA	KOHDE	INTRESSI	VÄLINEET
<i>Kollektiivinen toimija.</i>	<i>Kollektiivinen toimija.</i>	<i>Kehitymisen ja menestyksen kannalta keskeinen prosessi, asiantila tai muu arvioijan tärkeäksi kokema tekijä.</i>	<i>Oman toiminnan tason tarkistaminen ja toiminnan kehittäminen.</i>	<i>Vertailutiedon keruu itseltä ja arvioitavalta ja vertailun suorittaminen.</i>
<i>Yleensä organisaatio tai jokin organisaation osa: tiimi tai projekti.</i>	<i>Voi olla organisaatio itse, tai jokin ulkoinen organisaatio samalla toimialalla tai jollakin aivan muulla toimialalla. Toimija voi olla kilpailevassa suhteessa tai täysin riippumaton.</i>		<i>Arvioinnin intressi on sisäsyntyinen, aloitteentekijän omaan aktiivisuuteen pohjautuva.</i>	<i>Intressistä riippuen vertailu voi olla vuorovaikutuksen avulla toteutettua. Toteutus voi olla tutkimuksellista ja käyttää niin laadullisia kuin määrällisiäkin tekniikoita. Välineitä voivat olla myös viralliset tai epäviralliset tapaamiset jne.</i>
			<i>Käyttövoimana on myös uteliaisuus ja halu nähdä, kuinka toiset käytännössä tekevät asioita. Intressi voi olla hyvin itsekäs, mutta se voi olla myös molemminpuoliseen hyötymiseen ja jopa jatkuvaan yhteistyöhön pyrkivä.</i>	

Benchmarkingia käyttämällä saavutetaan etua sen tekeväälle yritykselle. Oman toiminnan vertaaminen toisten toimintaan edistää kilpailuasemaa monella tavalla /21/:

- Oman toiminnan taso selkiytyy.
- Kilpailijoiden innovaatiot nopeuttavat omaa kehitystä. Kilpailijoista saataviin tietoihin tulee kuitenkin suhtautua kriittisesti. Tieto voi olla tarkoituksellisesti harhauttavaa, jolla arvioinnin kohteena oleva suojaa omaa tekniikkaa ja toimintaansa.
- Tietoisuus kilpailijoiden olemassaolosta kiihdyttää sekä yksilöiden että organisaation sykettä.

Kilpailija-analyysin tekeminen liittyy tärkeänä osan vaatimustenmäärittelyprosessiin ja se onkin liitetty osaksi QFD- menetelmää.

6.9 Rinnakkaissuunnittelu

Tuoteryhmän kehitysprojekti viedään läpi käyttämällä rinnakkaissuunnittelun periaatetta, jossa suunnittelun toteuttaa tiimi, johon kuuluu jäseniä jokaisesta tuotteen elinkaaren vaiheesta. Tuotekehitysprosessi suunnitellaan siten, että pystytään ottamaan huomioon esim. asiakasvaatimus-, markkinointi-, suunnittelu- ja valmistusnäkökohdat jo projektin alkutaipaleella. Jokaisesta toiminnosta käytetään oman alan asiantuntijoita. Rinnakkaisessa työskentelytavassa työvaiheet pyritään siis suorittamaan ajallisesti mahdollisimman paljon päällekkäin. Esimerkiksi DFMA- ja QFD- menetelmissä käytetään rinnakkaissuunnittelun periaatteita.

Rinnakkaissuunnittelu edellyttää tehokasta kommunikointia tiimin jäsenten välillä. Tiimin jäsenille on myös järjestettävä pääsy projektiin liittyvään tietoon. Tämä asettaa vaatimuksia tiedon varastoinnille ja jakamiselle. Tarvittavan tiedon jakaminen tulee varmistaa, mutta vain tarpeellinen määrä tietoa jaetaan valituille henkilöille talon sisäpiirin ulkopuolelle /18/.

6.10 S-diagrammi

Tätä menetelmää käytetään tuotteen kehitysprosessin kehittelyvaiheessa, joka käsitellään kappaleessa 8.3.2. Kun konstruktion ratkaisuvaihtoehtojen kehittely on edennyt riittävän pitkälle, voidaan vaihtoehtojen teknisistä ja taloudellisista ominaisuuksista laskea konkreettisia numeroarvoja. Näitä teknisiä ja taloudellisia arvoja verrataan toisiinsa ns. s-diagrammin avulla /25/.

Teknisen ja taloudellisen arvon laskemiseksi arvostelukriteerit jaetaan teknisiä ominaisuuksia ja valmistuskustannuksia käsittäviin kriteereihin. Taloudelliseen arvosteluun otetaan mukaan vain valmistuskustannukset. Tässä mielessä käsite taloudellinen on rajoitettu. Taloudellista hyötyä kuvaavat muut arvosteluperusteet kuten hyvä hyötysuhde, alhaiset käyttökustannukset, vähäinen huolto, pitkä elinikä jne. otetaan huomioon niin pitkälle kuin on mahdollista teknisissä ominaisuuksissa. Tulevaisuudessa, Sammet Dampersin mahdollisesti valmistaessa tuotteita omassa valmistusyksikössä, taloudellinen tarkastelu tulee yhä tärkeämmäksi.

Ratkaisuvaihtoehdot arvostellaan painoarvotaulukkona pistein 0...4. Ratkaisun tekninen arvo on

$$x = \frac{g_1 p_1 + g_2 p_2 + \dots + g_n p_n}{(g_1 + g_2 + \dots + g_n) p_{\max}}, \quad (1)$$

missä p_1, p_2, \dots, p_n ovat teknisten ominaisuuksien saamat pisteet, g_1, g_2, \dots, g_n vastaavat painoarvot ja p_{\max} suurin pistearvo (tavallisesti $p_{\max} = 4$). Jos painoarvoja ei käytetä, on

$$x = \frac{p_1 + p_2 + \dots + p_n}{n p_{\max}} = \frac{\bar{p}}{p_{\max}}, \quad (2)$$

missä n on kriteerien lukumäärä ja \bar{p} arvostelupisteiden keskiarvo.

Ratkaisu, jonka tekninen arvo on yli 0,8, on yleensä erittäin hyvä. Arvoa 0,7 pidetään hyvänä ja arvoa alle 0,6 epätydyttävänä. Ideaaliratkaisun tekninen arvo on $x = x_i = 1$.

Päinvastoin kuin teknisten ominaisuuksien arvostelussa kustannusten arvostelussa voidaan käyttää yhtä ainoata mittayksikköä, rahaa. Taloudellinen arvo y määritellään ratkaisuvaihtoehdon valmistushinnan ja kuvitellun ideaaliratkaisun valmistushinnan suhteeksi.

Idealiratkaisun valmistushinta lasketaan seuraavasti. Tuotteen myyntihinta M_h muodostuu valmistushinnasta V_H ja yrityksen hallinnosta, tuotekehitys- ja tutkimustoiminnoista johtuvista yleiskuluista, veroista ja laskennallisesta voitosta. Myyntihinnan ja valmistushinnan suhde tunnetaan yrityksissä ja se lasketaan kertoimena

$$\beta = \frac{M_H}{V_H}, \quad (3)$$

missä β on kerroin, M_h on myyntihinta ja V_H on valmistushinta.

Tuotteen markkinointi on helppoa, jos sen myyntihinta on markkinoiden halvimman tuotteen suuruinen. Näin ollen sallittu valmistushinta saisi olla

$$V_{Hsall} = \frac{M_{Hmin}}{\beta} , \quad (4)$$

missä V_{Hsall} on sallittu myyntihinta, M_{Hmin} on markkinoilla olevan vastaavan tuotteen halvin myyntihinta ja β on kerroin myyntihinnan ja valmistushinnan suhteesta. M_{Hmin} selvitetään markkinatutkimuksella.

Ideaaliratkaisun valmistushinnaksi V_{Hi} määritellään 70 % sallitusta valmistushinnasta

$$V_{Hi} = 0,7V_{Hsall} , \quad (5)$$

missä V_{Hi} on ideaaliratkaisun valmistushinta ja V_{Hsall} on sallittu myyntihinta.

Tuotteen tai sen osan valmistushinta V_H muodostuu materiaali-, palkka- ja valmistuksen yleiskustannuksista. Materiaalikustannuksiin M lasketaan raaka-aineiden ostohinta sekä hankinnasta, kuljetuksesta, vastaanottokokeista, varastoinnista ym. johtuvat yleiskustannukset. Käytännössä materiaalien yleiskustannukset tunnetaan prosentuaalisena raaka-aineiden ostohinnasta.

Palkkakustannukset P muodostuvat työntekijöiden palkoista ja niihin liittyvistä sosiaali-, eläke- ja vakuutusmaksukuluista. Palkkamenoja laskettaessa on otettava huomioon kyseiseen tuotteeseen menneet kaikki työtunnit mukaan lukien työn edellyttämä kommunikointi ja henkilökohtaiset lepoajat.

Valmistuksen yleiskustannukset Y voidaan jakaa välittömiin ja välillisiin kustannuksiin. Välittömiä kustannuksia ovat mm. energiakustannukset, työkalu- ja kunnossapitokustannukset sekä aputyökustannukset. Välittömät kustannukset ovat suoraan verrannollisia valmistettaviin määriin. Välillisiä kustannuksia syntyy tuotannon laajuudesta riippumatta. Näitä ovat mm.

koneiden kuoletus- ja korkomenot, tehdastilojen vuokrat, lämmitys-, valaistus- ja siivoukustannukset.

Valmistushinta on materiaali-, palkka- ja yleiskustannusten summa

$$V_H = M + P + Y, \quad (6)$$

missä V_H on valmistushinta, M on materiaalikustannus, P on palkkakustannus ja Y on yleiskustannus.

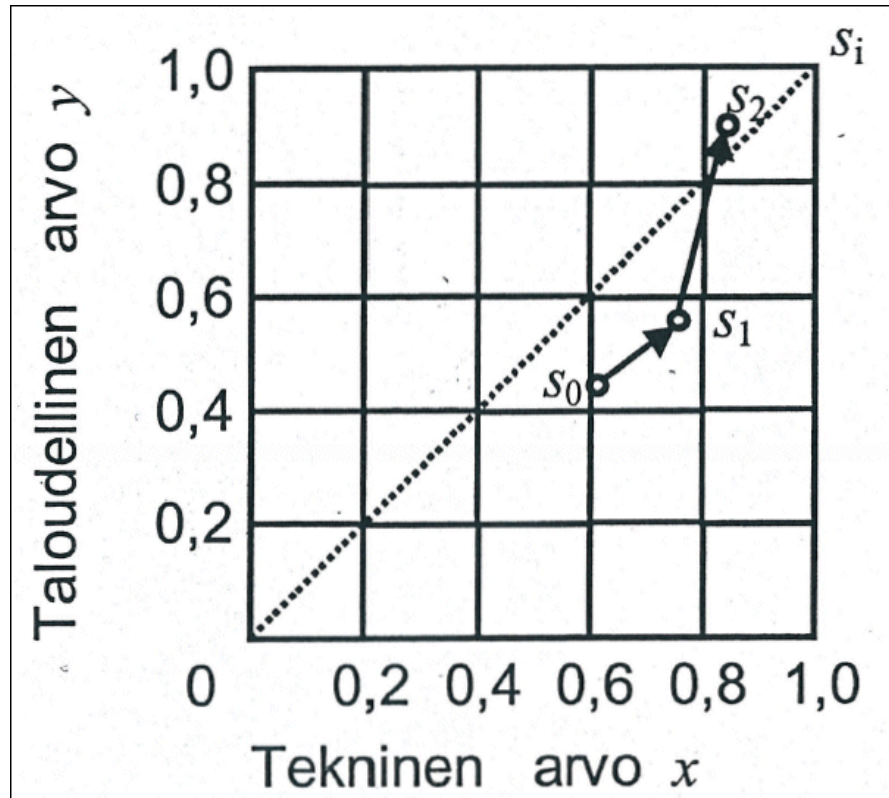
Tuotteen tai sen osan taloudellinen arvo y on

$$y = \frac{V_{Hi}}{V_H} = \frac{0,7V_{Hsall}}{V_H} = 0,7 \frac{M_{Hmin}}{\beta V_H}, \quad (7)$$

missä y on taloudellinen arvo, V_{Hi} on ideaaliratkaisun valmistushinta, V_H on valmistushinta, V_{Hsall} on sallittu myyntihinta, M_{Hmin} on markkinoilla olevan vastaavan tuotteen halvin myyntihinta ja β on kerroin myyntihinnan ja valmistushinnan suhteesta.

Taloudellisen arvon $y = 0,7$ saavuttaminen merkitsee, että $V_H = V_{Hsall}$ ja tulosta voidaan pitää hyvänä, mutta tavoite tulisi olla korkeammalla. Alhaisen taloudellisen arvon voi kompensoida korkea tekninen arvo. Näin taloudellista ja teknistä arvoa ei voida käsitellä erillisinä, vaan ne vaikuttavat toisiinsa.

Konstruktion teknis-taloudellinen hyvyyden arvostelu tapahtuu havainnollisesti ns. s -diagrammin avulla, kuva 13. Diagrammin abskissana on tekninen arvo x ja ordinaattana taloudellinen arvo y . Ratkaisun hyvyttä kuvaa piste s , jonka koordinaatit x ja y määrittävät. Ideaaliratkaisulla s_i on $x = y = 1$. Origin ja pisteen s_i kautta kulkevaa suoraa (kuvassa 13 piirrettynä katkoviivana) kutsutaan kehityssuoraksi. Piste s siirtyessä lähemmäksi pistettä s_i ratkaisun hyvyys kasvaa.



Kuva 13. Ratkaisuvaihtoehtojen arvostelu s-diagrammin avulla /25/.

Jos kyseessä on olemassa olevan konstruktion parantaminen, lasketaan myös vanhalle konstruktiolle tekninen ja taloudellinen arvo samoilla perusteilla kuin uusille konstruktioille. Esimerkiksi kuvassa 13 vanhan konstruktion hyvyttä kuvaa piste s_0 . Ensimmäinen uusi ratkaisuvaihtoehto on s_1 . Sen tekninen arvo on vanhaa selvästi parempi, mutta taloudellinen arvo ei ole paljoakaan parantunut. Kehitettäessä konstruktiota ja erityisesti sen valmistustekniikkaa saadaan taloudellista arvoa nostettua ja päädytään pisteeseen s_2 , joka on oleellisesti lähempänä ideaalipistettä s_i . Ratkaisu s_2 on ilman suurta riskiä viimeisteltävissä lopulliseksi tuotteeksi, sillä sen $x > 0,8$ ja $y > 0,8$.

6.11 Arvoanalyysi

Tätä menetelmää käytetään tuotteen kehitysprosessin kehittelyvaiheessa, joka käsitellään kappaleessa 8.3.2. Tällä menetelmällä etsitään vaihtoehtoisia ratkaisuja heikkojen kohtien poistamiseksi /25/.

Menetelmällä selvitetään, mitä mikin toiminto maksaa. Kustannusten jaottelu ei tapahdu tuotteen osien mukaan, vaan toimintojen pohjalta. Jonkin ratkaisun arvo on sitä suurempi, mitä enemmän haluttuja toimintoja saadaan kustannuksiin verrattuna. Arvo määritellään suhteena

$$\text{Arvo} = \text{Toiminnot} / \text{Kustannukset}$$

mistä seuraa, että

- kustannusten pienentäminen tai toimintojen parantaminen lisäävät tuotteen arvoa
- kustannusten pienentäminen ja toimintojen samanaikainen parantaminen lisäävät arvoa vielä jyrkemmin.

Arvoanalyysi tapahtuu ryhmätyönä. Ryhmätyön tavoitteena on, että ryhmän asiantuntemus on laaja ja että ongelmia käsitellään monesta kustannuksiin vaikuttavasta näkökulmasta kuten suunnittelun, valmistuksen, myynnin, huollon jne. näkökulmasta. Näin ollen ryhmä kootaan oman erikoisalansa hyvin tuntevista henkilöistä, organisaation eri osastoilta. Työryhmän johtajaksi valitaan henkilö, joka tuntee arvoanalyysin vaiheet ja jonka tehtävänä on koordinoida ryhmän toimintaa.

Arvoanalyysi seuraa työsuunnitelmaa, joka voidaan jakaa seitsemään vaiheeseen /26/:

- asiatietojen hankinta
- tehtävän analysointi
- ratkaisuvaihtoehtojen ideointi
- ratkaisuvaihtoehtojen arvostelu
- suunnittelu
- toteutus
- valvonta

Koska kyseessä on tuotteen kehittämissä vaiheissa suoritettava arvoanalyysi, suurin osa taustatiedoista on jo olemassa. Arvoanalyysiin pyritään saamaan mukaan asiantuntijoita, jotka eivät ole olleet aikaisemmin kyseisessä tuotekehitystehtävässä mukana. Näin ryhmään saadaan uusien jäsenien mukana lisää kokemusta ja tietoa.

Ideoinnissa etsitään vaihtoehtoisia, aikaisempaa korkeamman arvon antavia ratkaisuja. Eniten käytetty ideointimenetelmä on nimeltään aivoriihi. Ideointia ohjataan tehtävän analysoinnin antamien lähtökohtien mukaan.

Arvostelu tapahtuu erityyppisiä menetelmiä käyttäen, alkaen karkealla karsinnalla ja päätyen tarkempaan kustannuslaskentaan. Pari esimerkkiä näistä menetelmistä on esitelty kappaleessa 8.3.1. Arvostelussa selvitetään, mitä kunkin toiminnon aikaansaaminen maksaa.

Arvostelun 1-3 parasta ideaa etenee suunnitteluvaiheeseen, jossa niitä kehitetään konkreettisemmaksi tuotteeksi. Ideoinnin tulokset eivät yleensä ole sellaisenaan toteutettavissa, vaan niitä on edelleen kehitettävä luonnoksia piirtämällä ja laskemalla sekä uusilla ideointikierröksillä. Suunnitteluvaiheen lopussa laaditaan lopullinen päätösehdotus ratkaisusta.

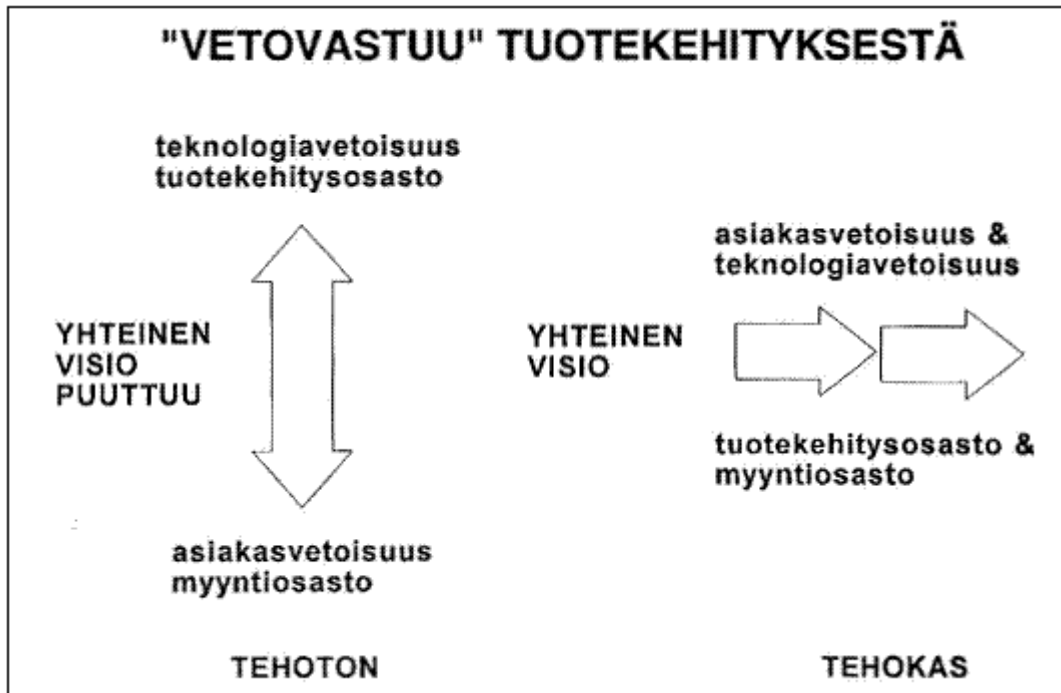
Suunnitteluvaihetta seuraa jossain määrin erillisinä toteutus ja valvonta. Toteutusvaiheessa koordinaattorin tehtävänä on seurata projektin edistymistä sekä kerätä tietoa ja kokemusta siitä, saavutetaanko suunnitellut säästöt ja toimintojen parannukset. Koordinaattori pitää myös arvoanalyysiryhmän ajan tasalla ja kutsuu tarvittaessa ryhmän koolle, mikäli ilmenee ongelmia, joissa ryhmän asiantuntemus on tarpeen. Toteutusvaiheelle laaditaan toimintasuunnitelma aikatauluineen. Kullekin työvaiheelle määrätään vastuuhenkilö, joka huolehtii, että työvaihe suoritetaan oikein ja aikataulun mukaisesti.

Toteutusvaiheeseen liittyy kiinteästi valvonta, jonka tarkoituksena on selvittää, miten projekti taloudellisesti, ajallisesti ja teknisesti on toteutunut sekä edelleen muokata saadut kokemukset ja tiedot projektin ohjausta varten.

7 Tuoteryhmän kehitysprosessin uusi malli

Uudessa tuoteryhmän kehitysprojektimallissa tullaan kirjamaan prosessimalli, jonka mukaan kehitysprojekti viedään läpi. Kun määritellään kehitysprosessi noudattamaan tiettyä ennalta määrättyä mallia, luodaan hyvä perusta, jolla huolehditaan, että kaikki tärkeät näkökohdat käydään läpi. Samalla tulee muistaa, että itse prosessissa tarvitaan liikkumatilaa tuloksiin pääsemiseksi. Joustavuus ja luovuuden salliminen ei saa unohtua. Tuotekehitysprosessia varten kehitetyt menetelmät eivät ole aina käytännössä toimineet, koska niissä on pyritty sitomaan prosessia tiettyyn kaavan, mikä taas puolestaan on rajoittanut liikaa projektin joustavuutta ja luovuutta. Ainoa oikea tapa lähestyä ongelmaa on tiedostaa sen monimuotoisuus ja tilannekohtaisuus ja varautua kohtaamaan monenlaisia uusia ongelmatilanteita. Tämä onkin hyvä muistaa käytettäessä uutta mallia.

Sammet Dampersin tuotekehitys on yhdistelmä teknologiavetoisuutta ja asiakkaan tarpeista lähtevää työtä eli asiakasvetoisuutta /22/. Teknologiavetoisessa strategiassa yritys pyrkii hyödyntämään tekniikan kehittymisen mahdollisimman nopeasti ja laajasti ohjaten siten asiakkaiden tarpeita. Asiakasvetoisessa strategiassa asiakkaiden tarpeet sanelevat lopullisen tuotteen ja näiden vaatimusten selvittämiseksi tehdään asiakastarvehaastatteluja sekä asiakastyytyväisyys- ja markkinatutkimuksia. Tuoteryhmän kehitysprosessin lähtökohtana on asiakkaita palvelevan osaamisen kehittäminen tuotteiden ja palvelun parantamisen kautta. Nämä strategiat kannattaa yhdistää, jotta pystytään tasapainoisesti ottamaan huomioon sekä tekniikan kehitys että asiakkaiden tarpeet. Kuvassa 14 tämä on esitetty selkeästi /22/.



Kuva 14. Vetovastuu tuotekehityksessä /22/.

Uudessa kehitysprojektimallissa otetaan käyttöön luvussa 6 luetellut työkalut ja -menetelmät. Ne testataan käytännössä kellopeltien kehitysprojektissa. Uuden kehitysprosessin prosessimalli on käyty läpi luvussa 8.

Projektiorganisaatiomalliin ei tule muutoksia. Projektin vastuuhenkilöksi nimetty vastaa projektin sujuvuudesta ja käyttää tarpeen mukaan asiantuntijoita. Eri henkilöitä käytetään heidän asiantuntemuksensa mukaan. Rinnakkaissuunnittelulle ominainen vuorovaikutteisuus onkin kantava tekijä mallin tehokkaassa käytössä. Projektipäällikkö vastaa siitä, että vaaditut toimenpiteet tehdään ja kutsuu seuranta- / arviointipalaveriin ja – katselmuksiin tarvittavat henkilöt eri sidosryhmistä (myynti, hankinta, jne).

8 Tuoteryhmän kehitysprojektin osaprosessit

Tuoteryhmän kehitysprojekti noudattaa prosessimaista toimintamallia. Se sisältää seuraavat osaprosessit:

- Projektin käynnistysprosessi. Tuotekehityskatselmus numero 1.
- Tuoteryhmän vaatimustenmäärittelyprosessi, joka sisältää seuraavat vaiheet:
 - Lähtötiedot / vaatimuslistan laatiminen
 - Yrityksen sisäisen tiedon läpikäynti
 - Asiakastiedonkeruuprosessi
 - Sisäiset asiakkaat
 - Ulkoiset asiakkaat
 - Asiakastarpeet tuoteominaisuuksiksi
- Toteutussuunnitelma, joka sisältää:
 - Tuotekehityskatselmuksen numero 2, jossa hyväksytään tehty vaatimustenmäärittely ennen siirtymistä tuoteryhmän kehitysprosessiin.
- Tuoteryhmän kehitysprosessi
 - Luonnosteluvaihe, tuotekehityskatselmus numero 3.
 - Kehittelyvaihe, tuotekehityskatselmus numero 4.
 - Viimeistelyvaihe, tuotekehityskatselmus numero 5.
- Projektin päättäminen. Viimeinen tuotekehityskatselmus numero 6.

Tässä kappaleessa käydään läpi mitä kyseiset osaprosessit pitävät sisällään.

8.1 Projektin käynnistysprosessi

Ensimmäinen vaihe on määrittellä kehitysprojektin sisältö. Tässä vaiheessa määritellään kehityskohteeksi tuleva tuoteryhmä ja luodaan projektille selkeät reunaehdot ja tavoitteet. Tällä varmistetaan, että jokainen kehitysprojektiin osallistuva tietää mihin pyritään ja miten sinne pyritään. Tärkeää tässä vaiheessa on mahdollistaa järkevä toiminta kehitystyölle. Kehitysprojektin laajuuden määrittelevät käytettävissä olevat resurssit eli aika, raha, henkilökunta jne.

Suuri merkitys kehitystyössä tarvittavien resurssien määrään on sillä, mihin taulukossa 2 esitetystä tuote-markkina matriisistä tuote ja sen kehitystavoitteet sijoittuvat.

Taulukko 2. Tuote-markkina- matriisi, jonka avulla määritetään kehitystyössä käytettävä resurssitarve /23/.

Uudet markkinat	C. <i>Uusien markkinoiden hakeminen</i> Asiakkaiden kartoittaminen Nykyisten tarpeiden tarkistaminen	D. <i>Merkittävä laajentuminen, diversifikaatio,</i> <i>uusille markkinoille uudella tuotteella</i> B + C
Nykyiset markkinat	A. <i>Tuoteparannukset,</i> <i>markkinaosuuden kasvattaminen</i> Asiakastytyväisyyden parantaminen Ongelmien kartoittaminen	B. <i>Uusien tuotteiden ja merkittävien</i> <i>lisäominaisuuksien kehittäminen</i> Uusien tarpeiden kartoittaminen Toimintaympäristöön tutustuminen Taustatietojen ymmärtäminen
	Nykyinen tuote	Uusi tuote

Markkinaosuuden kasvattamiselle tarkoitetaan vanhaan tuotteeseen tehtäviä tuoteparannuksia. Tällöin tavoitteena on kasvattaa markkinaosuutta niillä markkinoilla, joilla jo toimitaan. Toiminnan lähtökohtana on asiakastytyväisyyden parantaminen ja ongelmien kartoittaminen. Nykyisellä tuotteella on mahdollista pyrkiä myös uusille markkinoille. Tämä vaatii uusien asiakkaiden kartoitusta sekä nykyisten asiakastarpeiden tarkastamista /23/.

Uusien tuotteiden ja merkittävien lisäominaisuuksien kehittämiseksi nykyisille markkinoille tarvitaan asiakkaiden uusien tarpeiden kartoittamista. Uuden tuotteen kehittäminen uusille

markkinoille vaatii yritykseltä eniten. Se vaatii markkinoiden tutkimisen sekä uusien ratkaisujen kehittämisen. Uusi tuote uusille markkinoille vaatii huomattavan panostuksen verrattuna muihin strategioihin /23/.

Tuoteryhmän kehitysprojektissa on usein kyse nykyisten tuotteiden parantamisesta. Sen tavoitteena voi olla esimerkiksi valmistuskustannusten alentaminen, tuotteiden parantaminen palautteen perusteella, ominaisuuksien lisääminen tuotteeseen ja laadun parantaminen. Projektin läpäisyajan tulisi olla lyhyt /22/.

Projektin käynnistysprosessi sisältää seuraavat kohdat /14/:

- Kehityskohteen valinta
- Projektiryhmän ja resurssien määrittely
- Aikataulun laadinta
- Budjetin laadinta
- Tavoitteiden asettaminen

Kehityskohteen valintaan vaikuttavat mm. yrityksen strategia ja kilpailutilanne. Päätöksen valittavasta kehityskohteesta tekee toimitusjohtaja. Johto valvoo, että yrityksen strategia ohjaa tuotekehitysprojektien valintaa. Ilman projektien priorisointia ei resursseja riitä tärkeimpiin projekteihin /22/.

Projektille määrätään vastuuhenkilö, joka organisoii ja hoitaa projektin läpiviennin, laatii aikataulun ja ottaa vetovastuun projektista.

Tuotekehitysprojektin budjetin laatii johto. Budjetin laadinnassa johto käyttää tarvittaessa apuna projektin vastuuhenkilöä.

Asetettaessa kehitystavoitteita voidaan tuotteiden hyvyys jaotella esimerkiksi seuraavasti:

1. Minimivaatimukset, joilla saadaan tilauksia. Tuotteiden kehittäminen vastaamaan minimivaatimuksia on pakon sanelema puolustautumistoimenpide.
2. Lisäominaisuudet, joita asiakkaat odottavat ja joita kilpailijat tarjoavat. Nämä parantavat yrityksen asemaa kilpailijoihin verrattuna.

3. Uudet ominaisuudet, joita kilpailijat eivät vielä tarjoa ja joita asiakkaat eivät vielä osaa vaatia. Niiden saaminen tuo yritykselle merkittävän kilpailuedun, mutta hinnan on oltava oikeassa suhteessa asiakkaan saamaan lisäarvoon /10/.

Projektille asetettavien tavoitteiden tulee olla selkeästi mitattavia. Projektin onnistuneisuuden arviointi suoritetaan näiden tavoitteiden toteutumisen arvioinnilla. Esimerkiksi seuraavia kohtia voidaan käyttää projektin onnistumisen arvioinnissa /8/:

- Tuotteen laatu.
 - Onko tuote riittävän laadukas täyttämään asiakkaan vaatimukset?
- Tuotteen hinta.
 - Tuotteen valmistuskustannukset.
- Kehitysaika
 - Kuinka nopeasti tuotekehitysprojekti pystytään toteuttamaan?
- Kehityskulut (€).
- Kehityskapasiteetti.
 - Opitaanko vanhoista projekteista? Tulevaisuudessa on pystyttävä luomaan tuotteita tehokkaammin ja taloudellisemmin.

Käynnistysprosessi- vaiheen lopussa tehdään ensimmäinen tuotekehityskatselmus, jossa tehdään päätös, onko projekti valmis käynnistettäväksi. Katselmus toteutetaan kutsumalla tuotekehitysryhmän jäsenet yhteen. Katselmuksissa käydään projektia ja sen edistymistä läpi. Suunnittelukatselmuksissa pyritään pääasiallisesti saamaan selville, onko vaiheen aikana saavutettu sille asetetut tavoitteet. Lisäksi saavutettuja tuloksia tarkastellaan virheiden sekä puutteiden löytämiseksi, sillä on aina edullisempaa mitä aikaisemmin ne havaitaan ja voidaan poistaa.

8.2 Tuotteen vaatimustenmäärittelyprosessi

Projektisuunnitelman laadinnan jälkeen siirrytään projektin toiseen vaiheeseen, tuotteen vaatimustenmäärittelyprosessiin. Tässä vaiheessa laaditaan vaatimuslista/vaatimusmäärittely kehitettävälle tuoteryhmälle. Vaatimuslistaan haetaan asiakkaiden näkökulmaa. Ulkoisten

asiakkaiden lisäksi huomioidaan myös yrityksen sisäiset asiakkaat. Nämä huomioimalla saadaan mukaan myös tuotanto-, tuote- ja myyntilähtöisyyttä.

Asiakkaiden tarpeiden selvittämisestä saatava hyöty on kiistaton. Jos asiakkaiden vaatimukset onnistutaan huomioimaan oikein, asiakkaat saavat tuotteen, joka vastaa heidän tarpeitaan, eikä yritys tuhlaa resursseja asioihin, joilla ei ole merkitystä asiakkaalle. Resurssien tuhlaaminen väärin asioihin asiakastyytyväisyyden kannalta syö kehitysprojektista saatavaa hyötyä ja saattaa johtaa jopa tilanteeseen, jossa kauppa hävitään kilpailijalle, jotka selvittävät asiakkaiden vaatimukset perusteellisesti. Eri asiakkaiden mahdollisesti erilaiset vaatimukset huomioidaan tarvittaessa lopputuotteessa asiakasprojektikohtaiselle varioinnilla.

Kaikkien toiveiden perässä ei pidä juosta, vaan on keskityttävä ainakin pidemmällä aikavälillä niihin asioihin, joista asiakkaat ovat valmiita maksamaan enemmän kuin mitä niiden aikaansaaminen maksaa /13/. Esimerkiksi materiaalivalintoja säätelevät jossain määrin asiakkaan maksukyky.

Koska tuoteryhmän kehitysprojektissa on usein kyseessä jo markkinoilla olevan tuotteen parantelu ja jonka markkinat ovat tuttuja, asiakastarvekartoituksessa keskitytään selvittämään talon sisäinen tieto sekä ulkoisten ja sisäisten asiakkaiden tarpeet/kokemukset tuotteesta ja käyttämään tätä tietoa vaatimustenmäärittelyprosessissa. Pitkään jatkunut asiakkuussuhde on usein saattanut johtaa rutiineihin, jolloin myös kehitys on pysähtynyt. Usein penkominen herättääkin molemminpuolista keskustelua ja saa aikaan liikkeelle kehitysimpulsseja.

Kehitysprosessin alkuvaiheet ovat tärkeitä, koska ne rajaavat kaikkia seuraavia toimenpiteitä. Mitä myöhemmässä vaiheessa suunnitelmia joudutaan muuttamaan, sen kalliimmaksi ja vaikeammaksi se tulee.

Virhe asiakaskartoituksessa ja tuotekehityksessä tehdään silloin, kun luullaan asioita. Yleisimmin tämä on syy kehitysprojektin epäonnistumisiin /23/. Tämä sudenkuoppa pyritään välttämään tukeutumalla systemaattiseen ja asiakaslähtöiseen tapaan suorittaa vaatimustenmäärittely.

8.2.1 Lähtötiedot (vaatimuslistan laatiminen)

Tämä työvaihe sisältää yrityksen sisäisten ja ulkoisten asiakkaiden vaatimusten kirjaamisen. Vuosien aikana yritykselle on jo kertynyt mittava määrä tietoa kehitettävästä tuoteryhmästä. Nyt kaikki kertynyt tieto otetaan käyttöön ja tarkasteltavaksi. Tarvittaessa hankitaan lisäksi uutta tietoa.

Tämän työvaiheen lopputuloksena syntyy vaatimuslista, johon on listattu tuoteryhmälle osoitettuja vaatimuksia /10/. Vaatimuslistaan voidaan haluta näkökohtia mm. seuraaviin alakohtiin:

1. Tuotteen käytettävyys.
2. Toiminnalliset vaatimukset, joihin haetaan asiakkailta tarkennuksia. Huolehditaan vaatimusten ja lupauksen mukaisesta suorituskykytasosta.
3. Hintavaatimukset.
4. Laatuvaatimukset. Tuotteen tulee täyttää meidän ja asiakkaan kriteerit.
5. Kestävyys ja elinikä.
6. Huollettavuus ja kunnossapito.
7. Käyttöturvallisuus.
8. Lisäominaisuudet ja mahdollisuudet valita niitä.
9. Mitoitus ja standardit. Pyrkimys standardikokoihin ja osien standardoiminen muiden tuotteiden kanssa.
10. Viranomaismääräykset.
11. Dokumentit –myynnille -asiakkaalle
12. Vienti ja sen aiheuttamat vaatimukset.
13. Valmistettavuuteen liittyvät ongelmat. Pyritään yksinkertaistamaan ja yhdenmukaistamaan tuoteryhmää.
14. Tuotteen modulaarisuus.
15. Tarpeettomien osien ja toimintojen karsiminen. Joidenkin lisäosien ja toimintojen kehittäminen.
16. Ympäristövaatimukset.
17. Tuotetiedonhallinta.

Luetteloa voi jatkaa yksityiskohtaisilla reunaehdoilla ja tuotteelle asetettavilla vaatimuksilla.

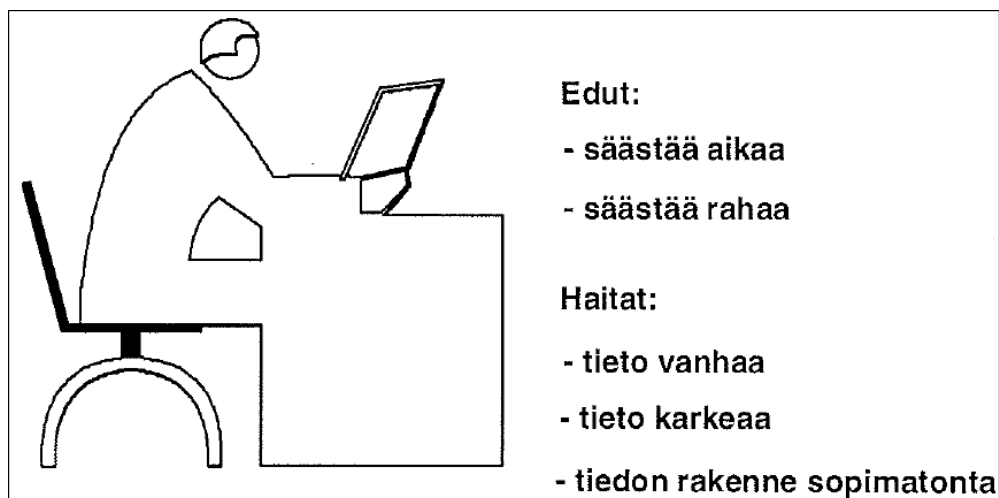
8.2.1.1 Kirjoituspöytä tutkimus

Tämän vaiheen tarkoituksena on kerätä kaikki yritykselle vuosien varrella kertynyt tieto kehitettävänä olevasta tuoteryhmästä. Tietoa on tullut mm. reklamaatioiden, neuvottelujen ja asiakaspalautteen muodossa. Myös oman henkilöstön ns. hiljainen tieto pyritään saamaan käyttöön. Tähän vaiheeseen kuuluu myös uuden tiedon hankinta ulkopuolisista lähteistä.

Tässä työvaiheessa voi apuna käyttää ns. kokemuspankkia, johon on kerätty kaikki materiaali koskien kyseistä tuoteryhmää. Tämä tieto tai tiedon sijaintipaikka kirjataan projektikansioon.

Tässä vaiheessa käytetään tiedon kartoitusmenetelmänä ns. kirjoituspöytä tutkimusta. Kirjoituspöytä tutkimuksella kerätään tietoa yrityksen sisältä sekä ulkopuolisista lähteistä. Yrityksen sisältä tietoa löytyy asiakaspalautteista, reklamaatioista, omalta henkilöstöltä, dokumenteista sekä aikaisemmista tutkimuksista. Ulkoisia lähteitä ovat mm. alan lehdistö, messut ja seminaarit, alan organisaatiot ja tietopankit. Tiedon määrä on valtava, joten varsinainen tehtävä on ymmärtää, mistä löytää itselleen tärkeää tietoa. Usein kirjoituspöytä tutkimuksia varten informaatio onkin sekundäärisessä muodossa. Tieto on olemassa, mutta sitä ei ole jalostettu haluttua tarkoitusta varten eli primääriseen muotoon. Kirjoituspöytä tutkimuksen etuina voidaan mainita menetelmän nopeus ja halpuus /13/.

Kuvassa 15 on esitetty kirjoituspöytä tutkimuksen edut ja haitat.



Kuva 15. Kirjoituspöytä tutkimuksen edut ja haitat /13/

8.2.1.2 Asiakastiedonkeruuprosessi

Tämä prosessi alkaa selvittämällä yrityksen ulkoiset ja sisäiset asiakkaat. Ulkoisilla asiakkailla tarkoitetaan tuotteen kohderyhmiä eli asiakkaita ja loppukäyttäjiä. Sisäisiin asiakkaisiin katsotaan kuuluvaksi yrityksen sidosryhmistä alihankintavalmistus ja yrityksen toiminnoista myynti, markkinointi, tarkastus ja huolinta.

Myynniltä ja markkinoinnilta saadaan tietoa koskien hintatasoa, markkinointimateriaalia, markkinatilannetta, vaadittavia toimitusaikoja, tuotteiden tekniikkaan liittyviä asiakastoiveita jne.

Valmistukselta kootaan tietoa koskien tuotteen valmistettavuutta, materiaalien saatavuutta sekä tietoa käytettävissä olevista valmistustekniikoista. Tarkastajilta saadaan arvokasta tietoa ongelmakohdista tuotteessa koskien rakennetta, tarkastettavuutta jne.

Huolinnalta saadaan tietoa esim. kuljetusliikkeiden asettamille reunaehdoille koskien esim. kuljetusmittoja.

Ulkoisilta asiakkailta kerätään lisää tietoa halutuista asioista. Heiltä etsitään vastauksia mm. seuraaviin kysymyksiin /10/:

- keskeiset tuoteominaisuudet
- tuoteominaisuuksien vaadittavat arvot
- tuoteominaisuuksien keskinäinen painoarvo
- tuotteen toimittamiseen liittyvät seikat (toimitusaika, toimitusvarmuus jne.)
- oheispalvelujen tarve (esim. koulutus, ylläpito, huolto jne.)

Lähtökohtana on, että asiakas on omien tarpeidensa paras tuntija ja tämän hyödyntäminen vaatii suoraa, avointa ja jatkuvaa keskusteluyhteyttä asiakkaaseen /23/.

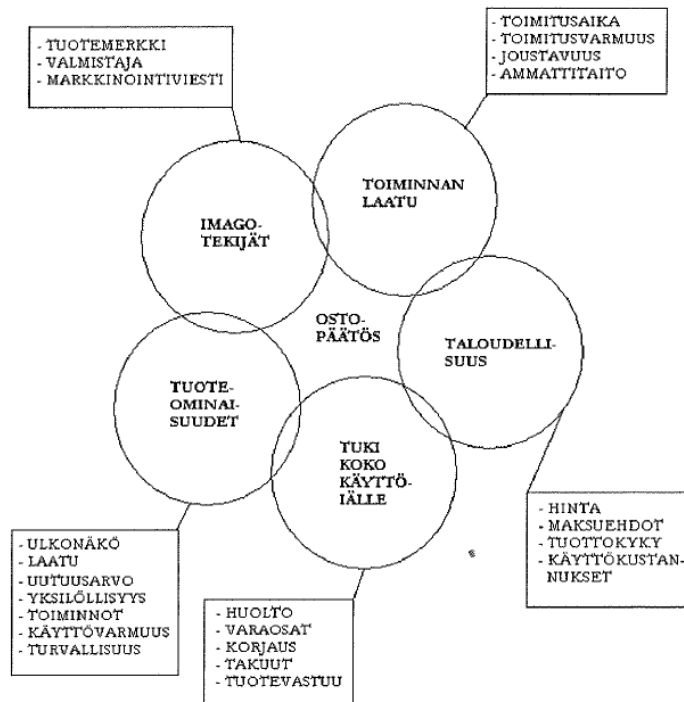
Tarvittavan tiedon keräämiselle laaditaan suunnitelma, aikataulu ja valitaan tiedon keräämisen välineet. Välineitä on useita ja niiden valintaan vaikuttavat etsittävän tiedon laatu ja etsintään käytettävät resurssit. Tehokkaimmat menetelmät ovat kuitenkin aina niitä, jotka tapahtuvat kontaktissa asiakkaisiin.

Käytettäviä tutkimusmenetelmiä tässä vaiheessa ovat haastattelu- ja kyselytutkimukset /13/:

- Henkilökohtaiset haastattelut
- Itsetäytettävät lomakkeet
- Puhelinhaastattelut

Kokemusperäisesti paras tapa kerätä tietoa on mennä tuotteiden käyttökohteeseen ja puhua loppukäyttäjien ja asiakkaiden edustajien kanssa. Asiakkaan edustaja toisi myös hyvän lisän kehitystiimiin. Tällä voisi olla lisäksi kumppanuutta syventävä vaikutus.

Valittaessa ulkoisista asiakkaista sopivia henkilöitä asiakastietojen keräämiseen on muistettava, että teollisuustuotteissa on tuotteen menestyttävä usean ihmisen päätöksentekoketjussa. Kun halutaan myydä peltejä erilaisiin teollisuuskohteisiin, on päästävä ensiksi ostajien hyväksytyjen toimittajien listoille. Tässä korostuu teollisessa ostamisessa tyypillinen riskin minimoimiseen ja kokonaiskustannuksien pienentämiseen pyrkiminen. Projektipäälliköille tärkeää on varmistaa hinnan ja toimitusaikojen lisäksi myös tuotteen toimintavarmuus. Tuotteen on usein myös läpäistävä teknisten asiantuntijoiden seulat, joissa tuotetta arvioidaan hyvinkin yksityiskohtaisilla muistilistoilla. Kuvassa 16 on esitetty yleisellä tasolla asiakkaan ostopäätöskriteerien malli /13/.



Kuva 16. Asiakkaan ostopäätöskriteerien malli /13/.

Oleellista on selvittää, kuinka asiakkaat mittaavat toimittajiaan. Näin tuotetta ja palvelua voidaan kehittää entistä paremmiksi. Riittävän otoksen saamiseksi on tämä näkökohta selvitettävä tiedonhankinnassa /13/.

Kehitettäessä täysin uusia tuotteita on vaikeutena, etteivät asiakkaat tietenkään voi kertoa tarkkaan minkälaisia tuotteita yrityksen pitäisi kehittää. He eivät osaa kertoa millaisia ominaisuuksia tuotteella pitäisi olla tai miltä sen pitäisi näyttää. Sen sijaan asiakkaat kykenevät antamaan tarkkaa informaatiota asioista, jotka he tuntevat tai joista heillä on kokemuksia. He osaavat kuvailla ongelmia ja tarpeita, joihin he ovat törmänneet edellisiä tuotteita käyttäessään. Tämä antaa hyvät lähtökohdat kerättäessä tietoa jo markkinoilla olevista tuotteista.

Tyypillinen haastattelu kerättäessä tietoa asiakkailta sisältää ainakin seuraavat kysymykset /8/:

- Voisitko kuvailla tyypillisen tuotteen käyttötilanteen kaikkine vaiheineen?
- Mitä pidät nykyisistä tuotteista?

- Mistä ominaisuuksista et pidä nykyisissä tuotteissa?
- Mihin asioihin kiinnität huomiota tuotetta ostaessasi?
- Mitä parannuksia tekisit tuotteisiin?

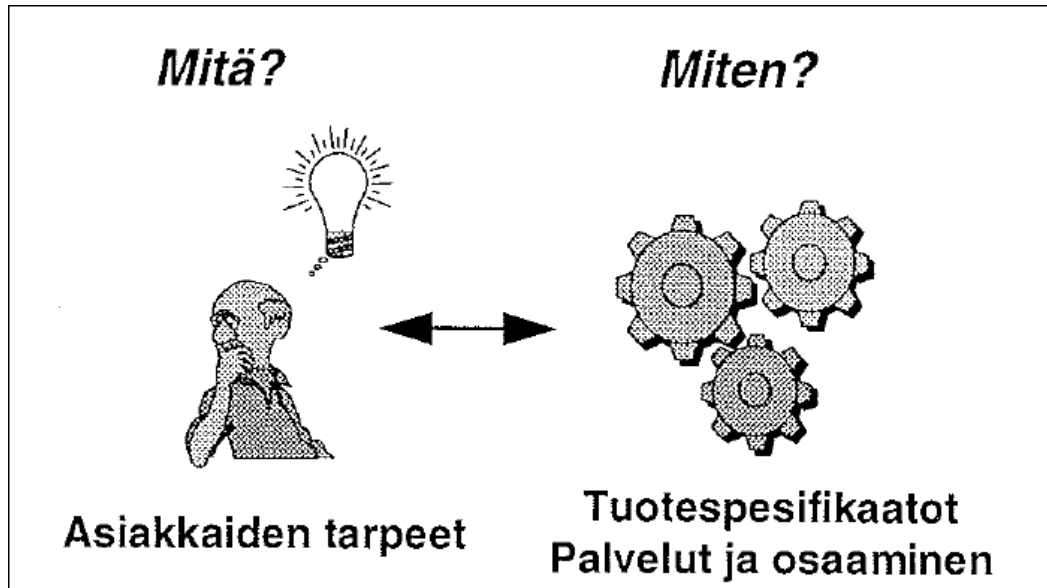
Haastattelun aikana on voitava myös poiketa suunnitelmasta, jos asiakas ryhtyy tuottamaan mielenkiintoista informaatiota. Tavoitteenahan on juuri saada kerättyä tärkeää tietoa eikä pysytellä mahdollisimman tarkasti suunnitellussa kaavassa. Kun esim. mahdollinen ongelma-kohta nousee keskustelussa esiin, ne pyritään käymään asiakkaan kanssa hyvinkin yksityiskohtaisesti läpi.

Haastatteluvaiheen tulokset ovat yleensä kirjallisenä materiaalina, josta on selvitettävä varsinaiset asiakastarpeet. Tähän työvaiheeseen kuuluu tarvittaessa myös viranomaissäädösten ja tuotetta koskevan lainsäädännön tutkiminen.

8.2.2 Asiakastarpeet tuoteominaisuksiksi

Tämän vaiheen tavoitteena on asettaa edellisessä vaiheessa laaditun vaatimuslistan vaatimukset tärkeysjärjestykseen selvittämällä niiden painoarvot sekä muuttaa asiakastarpeet mitattaviksi tuoteominaisuksiksi, eli tässä vaiheessa luodaan tuotespesifikaatiot asettamalla tavoitteet tuotteelle ja tuoteominaisuuksille. Tärkeänä apuvälineenä tässä toimii QFD-menetelmä.

Asiakastarpeet ilmaistaan yleensä ns. "asiakkaan kielellä". Ne ovat usein varsin epämääräisiä ja niitä on vaikea asettaa mitattavan tavoitteen muotoon. Tilanne esitetään kuvassa 17. Asiakastarpeet on sen vuoksi muutettava spesifikaatioiksi, jotka ilmaisevat tarkan ja mitattavissa olevan tavoitteen asiakkaan tarpeesta. Spesifikaatiot vastaavat kysymykseen mitä tuotteen on tehtävä tai mihin sen on kyettävä. Esimerkiksi asiakkaan tarve "pellin avautuminen tulee olla riittävän nopea", voidaan muuttaa spesifikaatioksi, "pellin toimiaika saa olla korkeintaan 75 sekuntia". Spesifikaation on siis muodostuttava mittayksiköstä ja arvosta. Esimerkissä mittayksikkö on "toimiaika" ja arvo "korkeintaan 75 sekuntia". Arvon ei siis tarvitse olla tarkkaan määrätty. Se voi olla myös esimerkiksi vaihteluväli tai raja-arvo. Tuotespesifikaatio muodostuu sitten yksinkertaisesti joukosta yksittäisiä tavoitteita.



Kuva 17. Asiakkaiden tarpeet ja tuotespesifikaatiot /13/.

Tämän vaiheen tuloksena syntyvät tuotespesifikaatiot, joiden perusteella tuotetta käydään muokkaamaan asiakkaalle sopivaksi.

Tuotteiden suunnittelussa voidaan käyttää QFD- tekniikkaa, jolla asiakastarpeet muunnetaan tuoteominaisuuksiksi. Tämä vaihe sisältää myös kilpailija-analyysin eli benchmarkingin, jossa pyritään arvioimaan kilpailijoiden tuotteiden suoritustasoa.

8.2.3 Toteutussuunnitelma

Tämä on ennen luonnostelua tehtävä päätöksentekoaskel. Sen tarkoitus on tarkistuttaa tähän mennessä tehty vaatimustenmäärittely vielä seuraavien kysymysten avulla /24/:

- Onko tehtävänasettelu selvitetty niin pitkälle, että konstruktiiivisen ratkaisun kehittäminen voidaan aloittaa?
- Onko tehtävää koskevaa tietoa hankittava vielä lisää?
- Nähdäänkö jo etukäteen, että asetettua tavoitetta ei voida saavuttaa siedettävillä uhrauksilla?
- Onko luonnosteluvaihe välttämätön, vai voidaanko jo tunnettuja ratkaisuja pitää suoraan pohjana kehittä- tai viimeistelytyölle?

- Jos luonnosteluvaihe on käytävä läpi, niin miten ja missä laajuudessa se on tehtävä?

QFD- analyysin avulla laadittujen spesifikaatioiden perusteella luodaan toteutussuunnitelma kehitettävistä kohteista. Lisäksi päätös projektissa käytettävistä työkaluista, mm. parametrisoinnin ja standardoinnin käytön perustelut, arvioidaan toteutussuunnitelmassa.

Vaiheen lopussa pidetään tuotekehityskatselmus, joka sisältää koko vaatimusmäärittelyprosessin onnistuneisuuden arvioinnin. Jos tuloksiin ollaan tyytyväisiä, voidaan siirtyä ensimmäiseen kehitysvaiheeseen.

8.3 Tuotteen kehitysprosessi

Tuotekehitysprosessia voidaan kuvata seuraavilla viidellä päävaiheella /24/:

- Tehtävänasettelu
- Ideointi & luonnostelu
- Kehittely
- Viimeistely
- Markkinointi

Osa-alueita on projektista riippuen neljä tai viisi. Mikäli kyseessä on vanhan tuotteen parannus olemassa oleville markkinoille, voidaan viides eli markkinointiaskelma jättää käyttämättä. Liitteessä 3. on esitetty tuotekehitysprosessin kulku, jonka eri vaiheet tullaan käymään tulevissa kappaleissa läpi /24/.

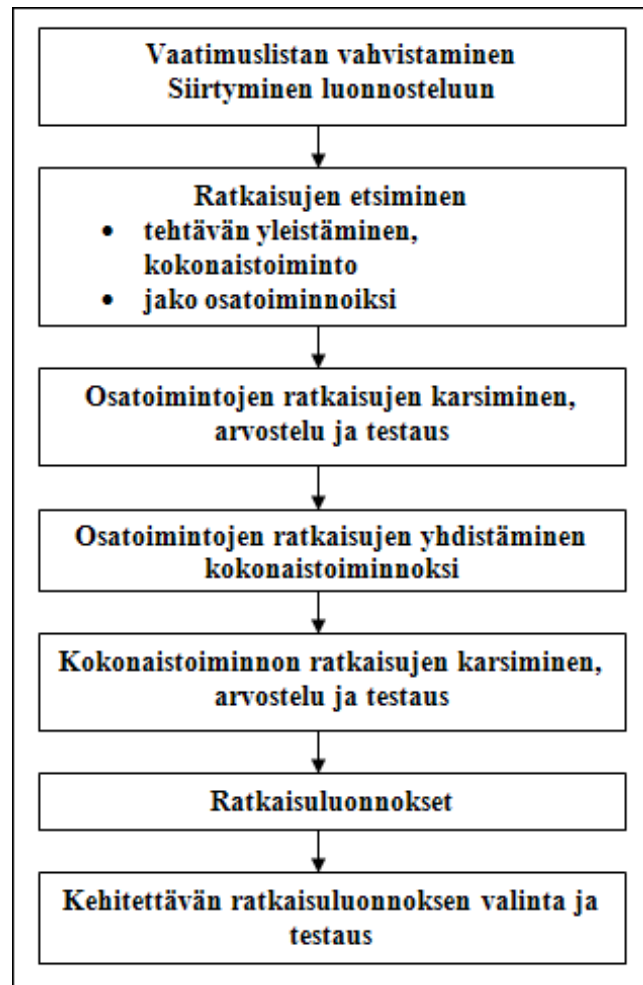
Ensimmäiset vaiheet, tehtävänasettelu ja vaatimuslistan vahvistaminen, on jo läpikäyty projektin käynnistys- ja tuoteryhmän vaatimusmäärittelyprosessissa, jonka perusteella tuotespesifikaatiot on laadittu. Varsinainen tuoteryhmän kehittämisprosessi alkaa luonnosteluvaiheella. Tämän jälkeen seuraa kehittely- ja viimeistelyosiot.

Suunnittelukatselmuksat toteutetaan jokaisen vaiheen jälkeen. Tuoteryhmän kehitysprojekti myös päätetään tuotekehityskatselmukseen, joka sisältää projektin onnistumisen arvioinnin.

8.3.1 Tuotteen luonnosteluvaihe

Luonnostelutyö aloitetaan vaatimustenmäärittelyprosessissa laaditun vaatimuslistan hyväksymisen jälkeen. Tuotekehitysprosessin luonnosteluvaiheessa määritetään kehitettävään kohteeseen periaatteellinen ratkaisu (ratkaisuperiaate). Tarkoituksena ei kuitenkaan ole tehdä tarkkoja mittapiirustuksia tai suunnitelmia, vaan enemmänkin ratkaisuperiaatteen karkeita hahmotelmia. Luonnosteluvaiheen tärkeimmät työmenetelmät ovat erilaiset luovaan insinööriyön tekemiseen soveltuvat ideointimenetelmät /25/.

Luonnosteluvaihe jaetaan useampaan työaskeleeseen. Nämä askeleet pitää läpikäydä sen vuoksi, että jo ennakolta varmistettaisiin parhaaksi mahdolliseksi osoittautuvan ratkaisun ottaminen kehittelyyn. Seuraavien vaiheiden, kehittelyn ja viimeistelyn aikana, luonnoksen perustavaa laatua olevia heikkouksia on vaikeaa enää poistaa. Kestävä ja menestyksellinen ratkaisu perustuu tarkoituksenmukaisimman periaatteen valintaan. Luonnosteluvaihe jaetaan useampaan työaskeleeseen, jotka on esitetty kuvassa 18 /25/.



Kuva 18. Luonnostelun työvaiheet /25/.

Luonnosteluvaihe aloitetaan yleensä tehtävän analysoinnilla ja yleistämisellä. Analysointi on tarpeellinen, koska useimmat luonnosteluun osallistuvat eivät ole välttämättä osallistuneet vaatimusmäärittelyn tekemiseen. Näin varmistetaan, että kaikilla projektin jäsenillä on tarvittavat pohjatiedot projektista. Analysoinnissa käydään huolella läpi vaatustenmäärittelyssä laaditut tuotespesifikaatiot. Tällöin pyritään löytämään vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Mikä on ongelman ydin?
- Mitä usein kirjoittamattomia toiveita ja odotuksia on olemassa?
- Sisältyykö tehtävänasetteluun etukäteen asetettuja rajoituksia?
- Mitkä tiedot ovat kehitykselle avoimia?

Vaativuusmäärittelyssä tehdyn tuotespesifikaation tulisi olla muodoltaan sellainen, että ongelman ratkaisulle ei asetettaisi ahtaita rajoja ja siten mahdollisesti estettäisi optimiratkaisun löytämistä /25/.

Ongelman ytimen löytämiseksi käytetään apuvälineenä abstrahointia. Abstrahoinnissa yritetään korostaa yleispätevyyttä ja oleellista. Yleistäminen, joka korostaa oleellista, johtaa samalla tehtävän ydinolemukseen. Vasta tehtävän ydinolemuksen ja sen toiminnollisten yhteyksien ja vaatimusten löytäminen tuo esiin sen ongelman, jolle on löydettävä ratkaisu /24/.

Luonnostelu jatkuu jakamalla tarkasteltava ongelma tarvittaessa pienempiin osatoimintoihin. Esimerkiksi teknisiin kehityskohteisiin keskittyttäessä on hyödyllistä pyrkiä jakamaan tuotteen toiminnot erillisiin osatoimintoihin, joihin etsitään mahdollisimman systemaattisesti kaikkia ratkaisumahdollisuuksia. Suunnittelija etsii ja löytää ratkaisunsa vaikeisiin ongelmiin usein intuitiivisesti. Oivallus perustuu melkein aina ammattitietoihin ja kokemukseen.

Suunnittelijoiden ei pitäisi kuitenkaan jättää luovuuttaan yksinomaan oivalluksen varaan.

Puhtaasti intuitiivisella työskentelytavalla voidaankin löytää seuraavat epäkohdat /24/ :

- Oikea oivallus ei tule oikeaan aikaan, sillä sitä ei voida pakottaa.
- Omien lukkiutuneiden mielikuvien vuoksi ei huomata uusia mahdollisuuksia.
- Puuttuvan informaation takia uusi teknologia tai uudet mahdolliset menettelytavat eivät tule suunnittelijoiden tietoon.

Nämä vaarat ovat sitä suuremmat, mitä pidemmälle erikoistumien edistyy, työn tekijöiden tehtävien jako vahvistuu ja ajan paine kasvaa. Apuna tässä voidaan käyttää erilaisia ideointitekniikoita, kuten aivorihtä, morfologiaa ja ongelman analysointia. Nämä menetelmät tukevat intuitiivista ongelmanratkaisua. Näillä saadaankin usein aikaan paljon ideoita, jotka kuitenkin usein tarvitsevat kypsyttelyä, ennen kuin ne jalostuvat lopulliseen käyttökelpoiseen muotoon. Eri ideointitekniikoita ei tässä käydä läpi, sillä niistä löytyy monia hyviä teoksia, joissa ne käydään yksityiskohtaisesti läpi.

Löydettyjä ratkaisuperiaatteita kehitetään edelleen ratkaisuluonnoksiksi. Suunnittelutyö muuttuu nyt aikaisempaa laskennallisemmaksi ja kokeita sisältävämmäksi. Tässä vaiheessa suoritetaan usein seuraavia työvaiheita ja tehtäviä /25/:

- Tehdään suuntaa-antavia laskuja yksinkertaistavia olettamuksia käyttäen.
- Laaditaan luonnoksia, usein karkeassa mittakaavassa ja määritetään likimääräinen tilantarve, paino, mahdolliset muodot jne.
- Tehdään esikokeita perusominaisuuksien määrittämiseksi ja likimääräisten kvantitatiivisten suoritusarvojen selvittämiseksi.
- Tehdään ideoita koskeva patenti- ja kirjallisuustutkimus.
- Selvitetään valmistusteknologiaa, raaka-ainevaihtoehtoja, alihankintamahdollisuuksia jne.

Tässä vaiheessa määrä luo laatua. Pahin virhe mitä voidaan tehdä, on rynnistää ensimmäisen tai muutaman luonnoksen kanssa prosessissa eteenpäin. Hyvän luonnosteluvaiheen jälkeen kehitystiimillä tulee olla tunne, että kaikki vaihtoehdot on käyty läpi.

Ratkaisuperiaatteita (ratkaisuluonnoksia) konkretisoidaan niin pitkälle, että niiden hyvät ja huonot puolet ovat riittävän luotettavasti laskettavissa ja arvioitavissa sekä teknisesti että taloudellisesti. Tämän jälkeen ne pitää arvostella. Ideoiden asettaminen paremmuusjärjestykseen on usein vaikea tehtävä. Arvostelun perusvaikeutena on se, että koskaan ei voi täysin varmuudella tietää ratkaisun onnistuneisuutta, ennen kuin idea on toteutettu. Epävarmuutta luo myös, onko kaikki lopputulokseen vaikuttavat näkökohdat osattu ottaa arvostelussa huomioon.

Ensimmäinen vaihe on karkea arvostelu, jossa tervettä järkeä käyttäen hylätään täysin toteutuskelvottomat ratkaisut. Jos ratkaisuvaihtoehtoja on runsaasti, voidaan apuvälineenä karkeassa arvostelussa käyttää valintataulukkoa. Arvostelu tapahtuu kyllä – ei - periaatteella. Taulukkoon on kirjoitettu tavanomaiset arvosteluperusteet. Niitä täydennetään ongelma- ja yrityskohtaisilla kriteereillä. Valintataulukon läpikäymisellä saadaan karsittua pois selvästi epäsoveltavat ratkaisuehdotukset. Taulukossa 3 käytettyjen merkkien selitykset ovat /25/:

- Arvostelun tulos kyllä (+)
- Arvostelun tulos ei (-)
- Informaation puute (?)
- Vaatimuslista tarkistettava (!)
- Tehty päätös
 - Ratkaisua kehitetään edelleen (+)
 - Ratkaisu hylätään (-)
 - Hankitaan lisää informaatiota (?)
 - Vaatimuslista tarkistetaan (!)

Taulukko 3. Karkean arvostelun taulukko /25/.

	Arvosteluperusteet							Huomautuksia (ohjeita, perusteluja)	Päätös
	Ratkaisuvalhtoehdot	A Vastaa tehtävän asetusta	B Täyttää vaatimuslistan	C Toteuttamiskelpoisuus hyvä	D Kustannukset kohtuulliset	E Täyttää välittömät turvallisuus vaatimukset	F Soveltuu omaan alaan		
1	+	+	+	?	+	+		D: Lukuisat anturit nostavat hintaa	?
2	+	-						B: Hyötysuhde liian pieni	-
3	+	+	+	+	+	+			+
4	-	-							-
5	+	!	+	+	+	+		B: Vaatimuslista tasapainoton ?	!
6	+	+	+	-					-
7	-	-							-
8	+	+	-						-
9	+	+	+	+	+	?		F: Tekninen tieto riittämätön ?	?
10	-	-							-
11	+	+	+	+	+				+
12	+	+	+	-					-

Tässä vaiheessa arvostelu suoritetaan lähinnä teknisten näkökohtien mukaan, mutta myös taloudelliset näkökohdat otetaan jo karkeasti huomioon. Ne ratkaisuluonnokset, jotka eivät

täytä vaatimuslistan vaatimuksia, hylätään ja muut arvostellaan sovitun menetelmän kriteerien mukaisesti. Tässä vaiheessa ratkaisuvaihtoehdot pyritään rajamaan muutamaaan parhaaseen.

Luonnostelun loppuvaiheessa, jolloin ratkaisuluonnoksia on jäljellä enää muutama, arvostelu tapahtuu yksityiskohtaisemmin kuin edellä on esitetty. Myös ratkaisujen taloudelliset näkökohdat huomioidaan tarkemmin. Arvostelussa selvitetään kunkin ratkaisun ”hyvyys” aikaisemmin asetettuihin vaatimuksiin ja tavoitteisiin nähden.

Asetetut vaatimukset ja tavoitteet eroavat yleensä toisistaan huomattavasti, eräiden ollessa lopputuloksen kannalta hyvinkin tärkeitä ja toisten vähämerkityksellisiä. Tällöin on tarkoituksenmukaista painottaa kriteerit keskenään. Painoarvot kuvaavat ominaisuuksien keskinäistä tärkeysjärjestystä. Ne valitaan usein niin, että niiden summa on yksi.

Painotuksen jälkeen ratkaisut arvostellaan pisteillä jokaisen vaatimuksen ja tavoitteen suhteen. Tarkoituksenmukaiseksi pisteasteikoksi on osoittautunut taulukon 4 mukainen asteikko, jossa ideaaliominaisuus saa 4 pistettä ja hylättävä ominaisuus 0 pistettä, muiden ollessa näiden väliltä /25/.

Taulukko 4. Arvosteluasteikko.

Merkitys	Pisteet
erittäin hyvä (ideaalinen)	4
hyvä	3
riittävä	2
juuri hyväksyttävä	1
hylättävä	0

Taulukossa 5 on esitetty kellopellin lavan konstruktioita koskevien ideoiden arvostelu. Tässä tapauksessa tärkeimpinä ominaisuutena on pidetty vaikutusta pellin tiiveyteen, jolle on annettu painokerroin 0,30. Tähän verrattuna kokoonpanon helppous, suunnittelun kuorma ja konstruktion paino saavat painoarvo 0,20. Osien lukumäärä on arvioitu painoarvolla 0,05. Seuraavaksi ratkaisuvaihtoehtojen ominaisuudet on arvosteltu keskenään käyttäen taulukon 4 pisteytysasteikkoa. Esimerkiksi vaihtoehdon 2 osien lukumäärä on 6 kappaletta. Tätä pidetään hyvänä tasona. Heikot ominaisuudet on alleviivattu. Yksikin huono ominaisuus saattaa aiheuttaa idean hylkäämisen, vaikka idea muussa suhteessa olisi hyvä. Nämä kohdat olisi katsottava läpi erikseen. Lopullisen ratkaisun valinta tapahtuu vertaamalla painotettuja pisteitä.

Taulukko 5. Painoarvotaulukko ratkaisujen arvostelua varten.

Arvostelukriteeri	Painoarvo	Ratkaisu 1			Ratkaisu 2		
		Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet	Ominaisuus	Pisteet	Painotetut pisteet
Kokoonpano	0,20	Helppo	3	0,60	Keskivaikea	2	0,40
Paino	0,20	300	3	0,60	315	3	0,60
Osien lukumäärä	0,10	6	3	0,40	10	2	0,30
Suunnittelu	0,20	Ei kuormaa	4	0,80	Paljon kuormaa	2	0,40
Vaikutus tiiveyteen	0,30	Aiheuttaa vuotoa	0	0,00	Ei vaikutusta	4	1,20
Yhteensä	1,00		13	2,30		13	2,80

Taulukoimalla ratkaisuvaihtoehdot ne voidaan asettaa arvosteluperusteiden mukaiseen paremmuusjärjestykseen. Tällä arvostelulla löydetty paras ratkaisu ei kuitenkaan ole välttämättä se vaihtoehto, joka valitaan lopullisesti kehitettäväksi ratkaisuksi. Ennen lopullisen päätöksen tekemistä ratkaisu testataan seuraavista kolmesta näkökulmasta:

- Haittavaikutusten kannalta
- Herkkyyden kannalta
- Potentiaalisten ongelmien kannalta

Haittavaikutusanalyysi on tärkeä erityisesti silloin, kun päätöksen ajatellaan perustuvan ”pienimmän pahan valitsemiseen”. Haittavaikutusanalyysissä käydään arvosteluperusteet läpi huomioiden seuraavat näkökohdat /25/:

- Harkitaan, voiko ehdotettu ratkaisu sisältää joitakin negatiivisia, mahdollisesti myös positiivisia seuraamuksia, joita ei ole arvostelussa otettu lainkaan tai vain vähäisessä määrin huomioon.
- Onko mahdollista, että tehtävää on jouduttu alkuvaiheessa rajoittamaan ja kaikkea ei ole näin voitu arvostelussa ottaa huomioon.

Herkkyyksanalyysi tehdään, jotta saadaan selville, kuinka herkästi ratkaisuehdotusten järjestys muuttuisi, jos arvostelupisteet tai painoarvot olisivat arvioitu toisin. Herkkyyksanalyysi on välttämätön, sillä arvostelun epävarmuustekijät ovat tavallisesti suuret. Erityisesti päätökset, jotka perustuvat yksinomaan vaihtoehtojen arvostelupisteiden pieneen eroon, ovat vaarallisia.

Herkkyysanalyysillä saadaan selville seuraavat näkökohdat /25/:

- Saadaan kuva arvostelupisteiden raja-arvoista, joiden välissä vaihtoehtojen järjestys ei muutu.
- Löydetään tekijät, joiden ennusteista poikkeava toteutuminen vaikuttaa herkimmin paremmuusjärjestykseen.

Potentiaalisten ongelmien analyysissä etsitään tekijöitä, jotka eivät päätöksentekotilanteessa omaa suurta esiintymistodennäköisyyttä, mutta jotka olosuhteiden muuttuessa aiheuttavat sen, että tehty päätös muuttuu virheelliseksi. Näiden potentiaalisten ongelmien kartoituksessa voidaan käyttää apuna seuraavia ennusteita /25/:

- Taloudellisia ennusteita
- Tekniikan kehittymisen ennusteita
- Poliittisten olojen muuttumisen ennusteita

Edullisinta potentiaaliin ongelmiin on varautua ennen kuin ne ilmenevät. Niihin voidaankin varautua etukäteen noudattamalla seuraavia toimenpiteitä /25/:

- Harkitaan, mitä potentiaalisia ongelmia ratkaisu aiheuttaa, jos kaikki ei toteudu niin kuin on kuviteltu.
- Pyritään varmistamaan, ettei ratkaisevaa muutosta kuviteltuun tilanteeseen pääse syntymään, eli pyritään estämään ongelmien syntyminen.
- Yritetään keksiä kuviteltavissa oleville huonoille tilanteille indikaattorit, jotka varoittavat tilanteen muuttumisesta riittävän ajoissa.
- Laaditaan toimintasuunnitelma potentiaalisten ongelmien varalta. Tavoitteena on saada potentiaalisten ongelmien vaikutukset mahdollisimman pieniksi.

On luonnollista, että ratkaisun testaus tulee suorittaa sitä huolellisemmin mitä laajalaisemmasta ja pitkävaikutteisemmasta ratkaisusta on kyse. Kun ratkaisuvaihtoehdot on arvosteltu ja testattu, päätös jatkokehitykseen valittavan ratkaisun suhteen voidaan tehdä. Päätös voi olla myös, että tiedon tasoa on nostettava ja ratkaisuja tai muutamaa lupaavinta niistä tulee kehittää pidemmälle ennen lopullisen päätöksen tekemistä, koska usein saattaa käydä niin, että monet ratkaisuluonnokset näyttävät lähes samanarvoisilta, ja lopullinen

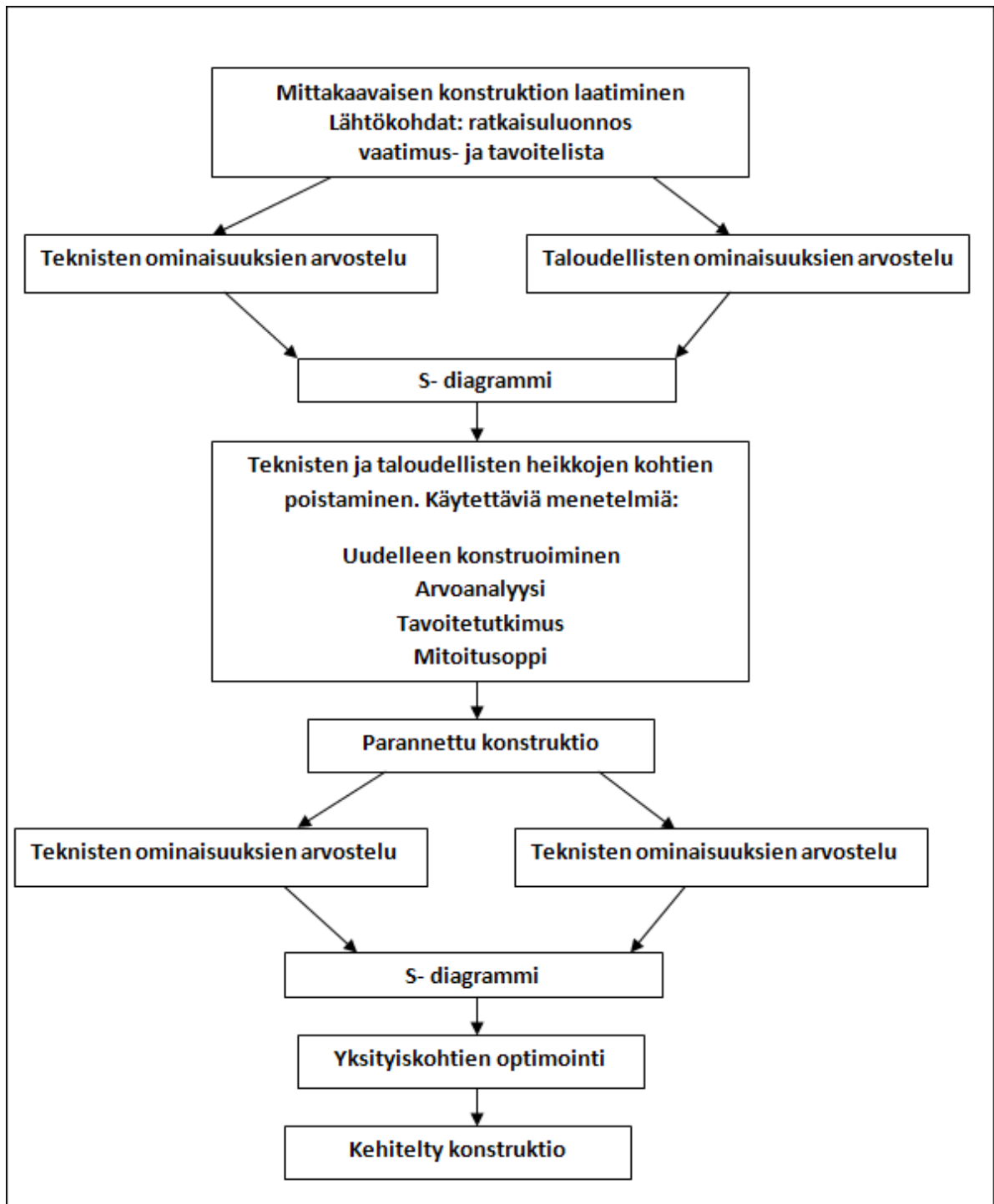
ratkaisu on mahdollinen vasta pidemmälle viedyn konkretisoinnin jälkeen. Myös tietyn ratkaisuperiaatteen toteuttamiseksi voi olla tarjolla useita rakennemuunnelmia. Päätös näistä toimenpiteistä tehdään tässä vaiheessa pidettävässä tuotekehityskatselmuksessa. Kun päätös jatkokehitykseen menevästä ratkaisusta on saatu aikaan, konstruktiossessia jatketaan kehittälyvaiheen konkreettisella tasolla /25/.

8.3.2 Kehittälyvaihe

Luonnosteluvaihe päättyi ratkaisuluonnosten arvosteluun ja testaukseen sekä lopuksi lupaavimman luonnoksen valintaan. Ratkaisuluonnokset olivat vielä luonnosteluvaiheessa periaatteellisia. Mitään mittakaavaisia kokoonpano- ja osapiirustuksia ei vielä laadittu.

Kehittälyvaiheessa tuotteen kokoonpanorakenne suunnitellaan täydellisesti ja yksikäsitteisesti teknisten ja taloudellisten näkökohtien mukaan. Voidaan sanoa, että kehittäly on ratkaisun rakennemuodon vahvistamista. Kehittälyvaiheessa muodostetaan mahdollisesti tarvittava moduulijako, jotta tuotevarianttien rakentaminen on helpompaa /25/.

Kehittälyn työvaiheet on esitetty kuvassa 19 /25/.



Kuva 19. Kehittelyn työvaiheet /25/.

Kehittely alkaa mittakaavaan laadittavan konstruktion tekemisellä valitun ratkaisuluonnoksen pohjalta. Aluksi käydään vielä läpi tuotteelle asetetut vaatimukset ja tavoitteet, joista selviää mm. /26/:

- Mittavaatimukset kuten mm. liitäntämitat.
- Toiminnalliset vaatimukset kuten tiiveysvaatimukset, käyttöasento, toimiaika jne.
- Raaka-ainevaatimukset kuten korroosiokestävyys, lujuus, hitsattavuus jne.

Mittakaavaan laadittu suunnittelun tulos arvostellaan seuraavaksi teknisten ja taloudellisten kriteerien mukaan laskemalla tekninen ja taloudellinen arvo. Tässä apuna käytetään samaa painoarvotaulukkoa kuin luonnosteluvaiheessa. Jos vastaava vanha tuote on olemassa, voidaan laskea myös vanhan tuotteen tekninen ja taloudellinen arvo. Uuden ja vanhan konstruktion vertailu tapahtuu s-diagrammin avulla. Arvosteluvaihe tuo ilmi mahdolliset tekniset ja taloudelliset heikot kohdat, jotka on pyrittävä poistamaan /25/.

Heikot kohdat poistetaan ideoimalla uusia ratkaisumahdollisuuksia ja suunnittelemalla kyseiset kohdat uudestaan. Tässä vaiheessa usein käytetty menetelmä on arvoanalyysi. On myös mahdollista, että joudutaan käynnistämään tutkimushankkeita lisätiedon saamiseksi tai perehtymään teoriaan syvällisemmin ja luomaan esimerkiksi uusia, kyseisen ongelman ratkaisuun tarvittavia mitoitusohjelmia. Kuitenkin lopulta päädytään parannettuun konstruktion, jolle määritellään jälleen tekninen ja taloudellinen arvo. Tulosta verrataan uudelleen aikaisempiin konstruktiioihin s-diagrammilla. Jos tulos ei ole tyydyttävä, heikoille kohdille etsitään edelleen uusia ratkaisumahdollisuuksia. Kehittelyvaiheessa konstruktiota muokataan tällä tavalla toistuvien synteesi-analyysi-ketjujen kautta /25/.

Koska heikkojen kohtien poistamiskierroksia voidaan joutua tekemään useita, konkretisointi tehdään vain niin pitkälle kuin se on välttämätöntä teknis-taloudellista arvostelu varten. Tärkeää on kuitenkin, että vertailtavien vaihtoehtojen konkreettisuusaste on sama, jotta arvostelu olisi tasapuolinen ja oikea. Usein arvostelun jälkeen joku muunnos näyttää selvästi edullisemmalta, mutta sitä voidaan kuitenkin vielä ilmeisesti parantaa muiden, kokonaisuudessaan huonommilla vaikuttavien ehdotusten osaratkaisujen ideoilla. Sellaisten ratkaisujen ja niiden yhdistelmien soveltamisella ja arvostelujen paljastamien heikkouksien poistamisella voidaan päästä lopulliseen ratkaisuun /24/.

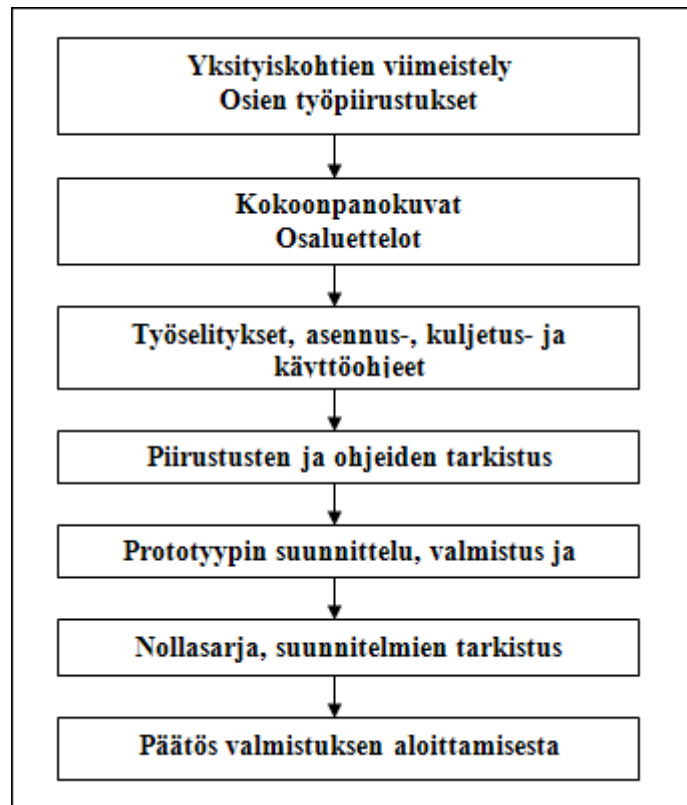
Joskus tilanne ajautuu pisteeseen, että valittu ratkaisuluonnos päätetään hylätä ja kehitystyön pohjaksi valitaan kokonaan toinen ratkaisuluonnos. Kuvassa 19 ei ole kuitenkaan esitetty näitä kaikkia mahdollisia silmukoita, joita käytännössä saattaa esiintyä. Nämä silmukat on merkitty liitteenä 3 olevaan tuotteen kehitysprosessin työvaiheet esittävään kaavioon.

Kun konstruktion heikot kohdat on saatu riittävän hyvin poistetuksi, työ jatkuu yksityiskohtien optimoinnilla. Optimointi tulee kohdistaa kohteisiin, joiden optimoinnilla voidaan vielä oleellisesti parantaa konstruktion arvoa. Myös tuotteen tuotannon onnistumiseen ja tehokkuuteen voidaan ottaa jo kehittelyvaiheessa kantaa. Jos prototyyppi rakennetaan, on sen teko aloitettava kehittelyvaiheen aikana. Kehittelyvaihe päätetään kehitetyn konstruktion vahvistuspäätökseen /25/.

8.3.3 Tuotteen viimeistelyvaihe

Viimeistelyvaiheessa kehitellystä konstruktiosta laaditaan mm. työpiirustukset, työselitykset, käyttäjädokumentaatio, joita tarvitaan tuotteen valmistamiseen ja käyttämiseen. Tässä vaiheessa päätetään lopullisesti käytettävistä raaka-aineista, valmistustavoista, toleransseista, pintakäsittelystä jne. Tuotteen suunnittelua pyritään yhdenmukaistamaan ja sille laaditaan ohjeistus. Myynnin tueksi luodaan materiaali- ja tuotetiedot, jolloin tarjousten tekeminen helpottuu. Halvoista tuotteista ja sarjavalmistukseen tulevista tuotteista tehdään prototyyppi. Kalliista laitteista prototyyppiä ei ole mahdollista valmistaa, mutta tehtyjen ratkaisujen oikeellisuuden todentamiseksi viimeistelyvaiheessa tehdään pienoismalleja tai kriittisimmistä osista täysmittakaavaisia koekappaleita. 3D- malleilla sekä lujuus- ja virtauslaskennalla pystytään nykyään korvaamaan osa prototyypeistä /25/.

Viimeistely voidaan jakaa kuvan 20 mukaisiin työvaiheisiin:



Kuva 20. Viimeistelyn työvaiheet /25/.

Ensimmäisen vaiheen muodostaa tuotteen yksityiskohtien viimeistely. Tällöin ratkaistaan, miten osat valmistetaan, ottaen samalla huomioon markkinoilta saatavat tai omassa tuotannossa olevat standardiosat, käytettävissä olevat raaka-aineet ja työkoneet, tarvittavat ja saavutettavissa olevat toleranssit ja sovitteet jne. Ensimmäisessä vaiheessa laaditaan myös osien työpiirustukset. On luonnollista, että tärkeät valmistusnäkökohdat (esim. suurin valmistettavissa oleva koko, poissuljettu valmistutapa tai valmistusmateriaalien asettamat rajoitukset) voivat jo periaatteen määrittelyssä esittää ratkaisevaa osaa tietyn ratkaisuperiaatteen puolesta. Kuitenkin tämä valmistustekninen optimointi tulee viimeistelyn edetessä yhä tärkeämmäksi.

Seuraavaksi osista kootaan ali- ja pääkoonpanot. Näitä varten laaditaan kokoonpanokuvat ja vastaavat osaluettelot. Osa- ja kokoonpanopiirustuksia täydentävät tarvittavat kirjalliset työselitykset esimerkiksi pintakäsittely varten. Tuotteelle laaditaan myös asennus-, kuljetus- ja käyttöohjeet.

Jos tuotteesta valmistetaan prototyyppi, edellä olleita työvaiheita ei tehdä täydellisesti, vaan niitä täydennetään ja tarkistetaan prototyypin testauksesta saatujen tietojen pohjalta.

Prototyypivaihe sisältää prototyypin suunnittelun, valmistuksen, testauksen sekä tulosten analysoinnin ja suunnitelmien tarkistamisen. Prototyyppi voidaan tehdä tuotteen teknisten ja taloudellisten ominaisuuksien selvittämiseksi ja/tai edullisimpien valmistusmenetelmien löytämiseksi. Vaikka prototyypivaihe on kuvassa 20 sijoitettu viimeistelyn loppuun, ei näin käytännössä läheskään aina tapahdu. Tehtävästä riippuen prototyyppi voidaan valmistaa jo ennen varsinaisten työpiirustusten tekemistä. Prototyyppejä saatetaan tehdä myös luonnosteluvaiheen yhteydessä, kun on selvitettävä perustavaa laatua olevia kysymyksiä. Prototyyppien valmistus ei olekaan sidottu kehitysprosessin vaiheisiin, koska siinä on kysymys informaation hankinnasta, joka on käynnistettävä aina silloin, kun se on tarpeellista. Sarjavalmisteteisten tuotteiden valmistettavuuden parantamiseksi voidaan tehdä nollasarjoja, joilla optimoidaan valmistusprosessia ja eliminoidaan häiriöitä tuotannosta /25/.

Tuotannon alkaminen ei merkitse tuotekehitystyön täydellistä päättymistä. Jotta tuote eläisi kilpailukykyisenä mahdollisimman kauan, on sitä jatkuvasti kehitettävä. Tässä mielessä on tuotteen vioista, esiin tulevista käyttöhäiriöistä ja asiakkaiden valituksista pidettävä tilastoa. Nämä kokemustiedot ovat erittäin arvokkaita myös muita tuotekehitysprojekteja toteutettaessa.

8.4 Projektin päättäminen

Kehitysprosessin päävaiheita ei voida aina tarkasti rajata. Pikemminkin on olemassa myös ylimenovaiheita esimerkiksi silloin, kun luonnoksesta päätettäessä tarvitaan mittakaavaista tutkielmaa tavoitteena olevasta rakenteesta. Toisaalta voi olla, että kehittämissä vaiheiden alussa ratkaisumalleja voidaan hahmotella vasta alustavien, mittakaavaan piirrettävien luonnosten jälkeen. Edelleen voivat sellaiset optimoinnit, jotka rajoittuvat yksittäisiin osa-alueisiin eivätkä aiheuta laajemmalti palautevaikutuksia, siirtyä kehittämissä vaiheesta viimeistelyvaiheeseen. Viimeistelyvaiheessa alkaa usein uudestaan virheiden korjailu, joka johtaa aikaisemmin mainittujen työaskeleiden uudelleen läpikäyntiin, ei niinkään kokonaisratkaisun, vaan yksityiskohtien vuoksi. Tällaiset poikkeamat ovat tehtävänasettelusta ja tuotelajista riippuen hyvin mahdollisia ilman ristiriitaa esitetyn yleisen menettelytavan kanssa /25/.

Projektin päättäminen toteutetaan, kun viimeistelyvaihe on lopullisesti käyty päätökseen. Tällöin pidetään viimeinen tuotekehityskatselmus. Tässä katselmuksessa käydään läpi projektin tulokset. Tämä vaihe sisältää myös projektin onnistuneisuuden arvioinnin. Kriteereinä toimivat projektin alussa asetetut tavoitteet. Arvioinnin pohjalta tehdään yhteenveto ja päätetään mahdollisista jatkotoimenpiteistä koskien tuotetta ja/tai itse tuotekehitysprojektin muokkaamisesta.

9 Case: Kellopellien tuoteryhmän kehitysprojekti

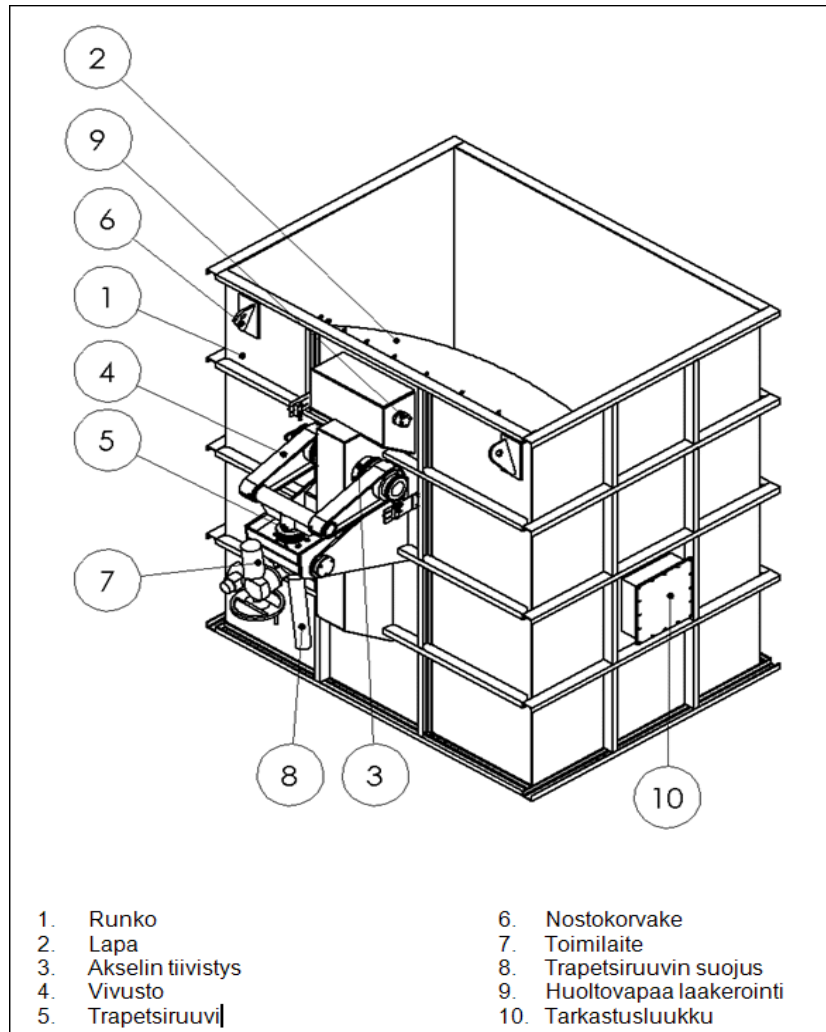
Kehitettäväksi tuoteryhmäksi on valittu kellopellit. Tälle tuoteryhmälle tullaan tekemään tämän diplomityön puitteissa vaatimustenmäärittely uuden luodun kehitysprojektimallin mukaisesti. Kellopellin tuoteryhmän kehitysprosessi jätetään aikataulullisista syistä johtuen tämän työn ulkopuolelle. Kehitysprosessi tullaan kuitenkin käymään läpi luodun mallin mukaisesti tulevaisuudessa.

9.1 Kellopellin rakenne ja toiminta

Sammet Dampersin laaja peltivalikoima palvelee mitä erilaisimpia käyttöympäristöjä ja vaatimuksia, mutta tuotevalikoiman järeimmästä päästä ovat kellopellit, jotka edustavat Sammet Dampersin osaamista parhaimmillaan. Kellopelti on suunniteltu kestäväksi erityisen pölyisiä ja likaisia olosuhteita, joissa vaaditaan ehdotonta tiiveyttä. Tavallisia käyttökohteita ovat mm. sellu-, metallinjalostus- ja sementtiteollisuus sekä öljy- ja hiilivoimalat. Kellopellit on usein sijoitettu sähkösuotimien (ESP) yhteyteen ja niitä käytetään eristämään suotimet prosessista mm. huoltotöiden ajaksi. Peltien korkea tiiveystaso näissä vaativissa olosuhteissa mahdollistaa huoltotyöt ilman ylimääräisiä laitoksen alasajoja. Kellopellin käyttökohteet säilyvät muuttumattomana markkinoilta markkinoille, mutta olosuhteet, joissa pellit toimivat, saattavat vaihdella tapauskohtaisesti.

Yrityksen kokemukset kellopellien suunnittelusta ja valmistuksesta ulottuu jo 1980-luvulle ja Sammet Danpers onkin toimittanut satoja kellopeltejä mm. Intiaan, Portugaliin, Suomeen, Ruotsiin, Kiinaan, Venäjälle ja Indonesiaan - hyvin vaativiin käyttöolosuhteisiin.

Kellopellin rakenne on esitetty kuvassa 21. Kellopelti koostuu runko-osasta, voimansiirrosta (vivusto, trapetsiruuvi ja toimilaite) sekä tiivistyksestä (pääty ja tiivistyssysteemi). Pellin ollessa auki- asennossa asettuu pääty rungon myötäisesti, mikä mahdollistaa voimakkaan läpivirtauksen, pienet painehäviöt ja siten pellin kapasiteetin täyden hyödyntämisen. Samalla pääty suojaa tehokkaasti käyttömekanismia pölyn kertymiseltä ja kulumiselta. Pellin etu on myös sen erittäin pieni tilantarve kaasukanavan ulkopuolella ja sen helppo ja nopea asentaminen kanavaan laippaliitoksella.



Kuva 21. Suorakaiteen muotoisen kellopellin rakenne.

Kellopellin lukuisat patentoidut rakenneselköt ja yksityiskohdat tarjoavat huippuominaisuuksia ja luotettavuutta sekä ylläpidon ja huollon helppoutta. Sammet Dampersin kellopeltejä on saatavilla standardikokoina suorakaiteenmuotoisiin kanaviin, mutta tarjolla on myös pyöreiden kanavien kellopeltejä. Peltien koko voidaan myös aina räätälöidä tarkasti asiakkaan vaatimusten mukaiseksi. Kellopellien koot vaihtelevat esim. pyöreissä pelleissä halkaisijaltaan 500 – 3000 millimetrin välillä. Suorakaiteenmuotoiset pellit voivat olla kooltaan 3200 x 3200 millimetriä. Tämän kokoluokan pelti voi painaa yli 6000 kiloa.

Toimilaittevalikoima on laaja ja vaihtoehtoja on asiakkaan toiveista riippuen sähköisistä pneumaattisiin, hydraulisiin ja käsikäyttöisiin laitteisiin.

9.2 Projektin käynnistysprosessi

Tämä on tuoteryhmän kehitysprojektin ensimmäinen vaihe. Vaihe sisälsi kehitettävän tuoteryhmän valinnan, projektissa käytettävien resurssien määrittämisen, projektiryhmän määrittämisen, aikataulun laadinnan, budjetin laadinnan, tavoitteiden asettamisen sekä päätösesityksen esittämisen. Seuraavassa käydään näiden kohtien sisältö läpi.

9.2.1 Kehitettävän tuoteryhmän valinta

Kehitettävän tuoteryhmän valinta suoritettiin yrityksen johdon toimesta. Tuoteryhmän kehitysprojektiin lähtöön vaikuttivat yrityksen noudattama tuotestrategia ja kokemukset edellisestä tuotteistamisprojektista. Kehitettäväksi tuoteryhmäksi on valittu kellopellit, koska tämä tuoteryhmä on globaalisti suuren markkinapotentiaalin omaava ryhmä. Lisäksi nähdään, että tuotteessa ja siihen liittyvissä prosesseissa löytyy parannettavaa.

9.2.2 Projektiryhmän ja resurssien määrittäminen

Kellopeltien kohdalla kyseessä on nykyisen tuotteen markkinaosuuden kasvattaminen sekä pyrkiminen myös uusille markkinoille. Uusilla markkinoilla tarkoitetaan tunkeutumista Aasian markkinoille. Tältä osin kellopellit sijoittuvat Tuote-markkina- matriisissa C ja A soluihin, taulukko 6.

Taulukko 6. Tuote-markkina- matriisi, jonka avulla määritetään kehitystyössä käytettävä resurssitarve /23/.

Uudet markkinat	C. <i>Uusien markkinoiden hakeminen</i> Asiakkaiden kartoittaminen Nykyisten tarpeiden tarkistaminen	D. <i>Merkittävä laajentuminen, diversifikaatio,</i> <i>uusille markkinoille uudella tuotteella</i> B + C
Nykyiset markkinat	A. <i>Tuoteparannukset,</i> <i>markkinaosuuden kasvattaminen</i> Asiakastyytyväisyyden parantaminen Ongelmien kartoittaminen	B. <i>Uusien tuotteiden ja merkittävien</i> <i>lisäominaisuuksien kehittäminen</i> Uusien tarpeiden kartoittaminen Toimintaympäristöön tutustuminen Taustatietojen ymmärtäminen
	Nykyinen tuote	Uusi tuote

Kyseessä ei siis ole uusi tuote, joka vaatii suuren panostuksen resurssien suhteen. Tämä on otettu huomioon resurssien määrittelyssä. Suunnitelman mukaisesti käydään läpi tuoteryhmän kehitysprojekti uudella prosessimallilla. Projektin vetäjä käyttää apunaan yrityksen muita henkilöitä prosessin eri vaiheissa oman alansa asiantuntijoina. Nämä projektiin osallistuvat henkilöt eivät osallistu projektin eteenpäinviemiseen kuin asiantuntijan ominaisuudessa. Työn tekee projektin vastuhenkilö. Tarvittaessa mahdollisena lisäresurssina käytetään projektin viimeistelyvaiheessa insinööriyöntekijää dokumenttien ja tuotemallien viimeistelyssä.

9.2.3 Aikataulun laadinta

Projektille määrätty vastuhenkilö on laatinut aikataulun, jonka mukaisesti projekti viedään läpi. Aikataulua laadittaessa on huomioitu taantumasta johtuva yrityksen muuttunut tilanne, jonka johdosta alkuperäistä aikataulua on jouduttu muuttamaan. Projektin valmistumisajankohtaa on siirretty myöhäisemmäksi, josta johtuen tuoteryhmän kehitysprosessi jää tämän työn ulkopuolelle. Projekti viedään kuitenkin loppuun suunnitelman mukaisesti.

9.2.4 Budjetin laadinta

Budjetin laadinnan on suorittanut yrityksen johto käyttäen apuna tarvittaessa projektin vastuuhenkilöä. Budjetissa huomioidaan mm. tuntikehys, joka menee projektin läpiviemiseen, vierailut asiakkaiden ja loppukäyttäjien luona ja mahdolliset kehitysvaiheessa laadittavat prototyypit.

9.2.5 Tavoitteiden asettaminen

Projektille asetettiin seuraavia tavoitteita:

- Tuotetta kehitetään kilpailukykyisemmäksi laadullisesti ja hinnallisesti. Projektin vaikutusta tuotteen hintaan ja tekniseen kehitykseen tullaan vertaamaan nykyiseen tuotteeseen. Toimenpiteitä tavoitteiden saavuttamiseksi:
 - Asiakasprojektiä kohti tuotettavien työkuvioiden määrää vähennetään 30% osia standardisoimalla.
 - Konstruktion painon keventäminen optimoimalla 5 %.
 - Pellin käyttövarmuuden lisääminen.
 - Tuotemallien laadinta ja niiden parametrisuuden lisääminen.
 - Tuotteen valmistettavuuden helpottaminen.
- Uuden kehitysprojektin prosessimallin käyttö ko. kehitysprojektissa.
- Laaditussa aikataulussa pysyminen.
- Alustavan suunnitteluohjeen laadinta.
- Dokumenttien tuottaminen markkinointia ja teknistä dokumentaatiota varten.

Projektille asetettujen tavoitteiden toteutumisen arviointi suoritetaan projektin lopuksi. Osa tavoitteista on selkeästi mitattavissa, mikä helpottaa arvion tekemistä. Projektin onnistuneisuus arvioidaan näiden tavoitteiden toteutumien mukaan.

Projektin käynnistysprosessissa käytiin läpi kaikki määrätyt kohdat, jolla varmistettiin hyvät lähtökohdat projektin menestyksellään läpiviemiselle. Päätös projektin aloittamisesta laaditun suunnitelman mukaisesti tehtiin käynnistysprosessin lopussa tehdyssä

tuotekehityskatselmuksessa. Tämän päätöksen jälkeen siirryttiin seuraavaan vaiheeseen, tuotteen vaatimustenmäärittelyprosessiin.

9.3 Vaatimustenmäärittelyprosessi

Kellopelti- tuoteryhmän kehitysprojekti jatkuu vaatimustenmäärittelyprosessilla. Projektin vaatimustenmäärittelyprosessi alkaa lähtötietojen keräämisellä.

9.3.1 Yrityksen sisäisen tiedon läpikäynti

Ensimmäisenä vaiheena suoritettiin kirjoituspöytä tutkimus, jossa perehdyttiin yritykselle kellopelleistä kertyneen tiedon analysointiin. Tässä yhteydessä perustettiin kokemuspankki, jota varten kehitettiin yrityksen poikkeamien hallinnointijärjestelmää. Nyt poikkeamia voidaan hakea tietokannasta tuoteryhmäkohtaisesti. Tällä menetelmällä saadaan helposti kaikki tuoteryhmää koskevat poikkeamat lähtötietojen keräämistä varten.

Kokemuspankkia varten perustettiin lisäksi kehitysprojektikansioon tallennuspaikka kirjoituspöytä tutkimuksessa löytyneille kellopeltejä koskeville tiedoille. Tähän kansioon kerättiin kaikki yritykselle kellopelleistä kertynyt tieto, jolloin sitä oli helpompi analysoida ja jalostaa oikeaan muotoon vaatimustenmäärittelyprosessia varten.

Poikkeamien lisäksi etsittiin tiedot kilpailijoista tehdyistä tietokannoista, asiakastyytyväisyystutkimuksista, messuilta, patenttitietokannoista sekä tehdyistä asiakasprojekteista.

Näistä lähteistä saatavaa tietoa käytetään sekä vaatimustenmäärittelyprosessissa että tuotteen kehitysprosessissa. Varsinkin poikkeamista saatava tieto on osoittautunut erittäin tärkeäksi tietolähteeksi koskien tuotteen keskeisiä parannuskohteita. Tätä tietoa hyödynnetään suoraan tuotespesifikaation laadinnassa.

9.3.2 Asiakastiedonkeruuprosessi

Asiakastiedonkeruuprosessissa tehdään ero yrityksen sisäisten ja ulkoisten asiakkaiden kesken. Tämä tehdään, jotta nähdään, että myös yrityksen sisäisten toimintojen vaatimukset tulee käsitellä samalla vakavuudella kuin ulkoistenkin asiakkaiden. Sisäisten asiakkaiden vaatimukset huomioimalla voidaan suoraan vaikuttaa tuotteen laadulliseen ja hinnalliseen kilpailukykyyn.

Yrityksen sisäisiin asiakkaisiin löydettiin seuraavat sidosryhmät:

- Myynti
- Markkinointi
- Valmistus
- Huolinta
- Tarkastus

Jokaiselta sidosryhmältä kerättiin heidän tuoteryhmää koskevat vaatimukset ja mahdolliset parannusehdotukset. Tiedon kerääminen toteutettiin henkilökohtaisilla haastatteluilla ja kyselomakkeilla. Näistä lähteistä saatavaa tietoa käytetään sen luonteen vuoksi lähinnä tuotteen kehitysprosessissa. Tuotespesifikaatioita laadittaessa tukeudutaan enemmän ulkoisilta asiakkailta tulleisiin vaatimuksiin. Toki myös sisäisten asiakkaiden vaatimukset huomioidaan tapauskohtaisesti jo tässäkin vaiheessa.

Ulkoisilta asiakkailta tietoja kerättiin henkilökohtaisilla haastatteluilla sekä tutustumalla tuotteiden käyttöympäristöön tuotteiden loppukäyttäjien luona. Vierailuja loppukäyttäjien luokse tehtiin sekä kotimaassa että ulkomailla sijaitsevissa kohteissa. Osa käynneistä tehtiin vain ja ainoastaan tietojen hankkimisen sekä asiakkaiden ja loppukäyttäjien haastatteluja varten. Lisäksi laitosten vuosihuoltojen yhteydessä kellopelteihin tehtävien remonttien aikana saatiin kerättyä arvokasta tietoa tuotteen toimivuudesta sen loppusijoituskohteissa.

9.4 Asiakstarpeet tuoteominaisuuksiksi

Asiakkailta kerättyjen tietojen pohjalta saatiin muodostettua seuraava asiakastarvelista.

Tarpeet on ensiksi jaoteltu sisäisten ja ulkoisten asiakkaiden kesken. Lisäksi vaatimukset on luokiteltu vaatimuksiin (V) ja toivomuksiin (T). Vaatimukset on täytettävä kaikissa oloissa eli jos ratkaisu ei täytä kyseistä vaatimusta se johtaa kyseisen ratkaisun hylkäämiseen.

Toivomukset otetaan huomioon mahdollisuuksien mukaan. Toivomuksia huomioon otettaessa pitää päättää, ovatko kohtuulliset ylimääräiset kustannukset sallittuja toiveiden täyttämiseksi (esim. vähäisempi huollon tarve). Tällöin suositellaan, että toivomukset luokitellaan mahdollisuuksien mukaan erittäin, keskinkertaisen tai vähemmän tärkeiksi. Vaatimukset pitää ilmoittaa täsmällisinä lukuarvoina, mutta jos se ei ole mahdollista, sanalliset lausumat on muotoiltava mahdollisimman selvästi. Näin saadaan vaatimustenmäärittelyn kannalta tehtyä ensimmäinen jaottelu.

Sisäiset asiakkaat:

- Päädyn vahvikkeiden hitsaus aiheuttaa liikaa muodonmuutoksia päädyssä. (T)
- Tiivistyslevyn hitsaus runkoon voi aiheuttaa muodonmuutoksia jäykisteisiin (T)
- Mitoitusohjelmien optimointi. (V)
- Parametriset tuotemallit. (V)
- Hintapaineita. (V)

Ulkoiset asiakkaat:

- Nopea toimitusaika myös suurille pelleille. (V)
- Toimilaitetelineeseen lisätään tyhjennysaukot veden kerääntymisen estämiseksi. (T)
- Ei isompia sähkömoottoreita, nyt 3 kW. (V)
- Hintapaineita. (V)
- Jos sähköt menevät poikki, miten pellin asento tiedetään? (V)
- Painehäviöt ei yli 150 Pascalia. (T)
- Tiiveyden kanssa ongelma käyttöönoton jälkeen. (V)
- Mitoituspainet rakenteelle 8000 Pascalia. (V yksittäinen asiakas)

- Toimiaika ei yli 3 minuuttia. (T)
- Pölyn kertyminen vipukoteloon ongelma. (V)
- Ruostuminen: etulevy, vipukotelo, niveltapit. (V)
- Voiman loppuminen. (V)
- Ei irrotettavaa vipukotelo. (V yksittäinen asiakas)
- Voitelunippojen lisääminen kiikkuun/ulkovipuihin. (T)

Edellisten listojen asiat on kirjoitettu siinä muodossa kuin ne ovat ilmaistu asiakkaan suunnalta.

9.4.1 Hajoituskaavio

Edellä kerätyt asiakastarpeet kannattaa järjestellä ennen niiden syöttämistä QFD- kaavioon. Jotta edellä esitetyt asiakastarpeet saadaan mielekkäästi ryhmiteltyä, ne jaetaan ryhmittäin. Jäsentelyssä käytetään apuna vaatimuslistaa, jossa vaatimukset on jaettu VDI 2222:n päätunnusmerkkiluettelon mukaisesti. Tämä päätunnusmerkkiluettelo on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. VDI 2222:n mukainen päätunnusmerkkiluettelo /14/.

Päätunnus	Esimerkkejä
Geometria	Suuruus, pituus, leveys, korkeus, läpimitta, tilantarve, lukumäärä, järjestely, liitäntä, lisäys, laajennus
Kinematiikka	Liiketapa, liikesuunta, nopeus, kiihtyvyys
Voimat	Suuruus, suunta, useus, paino, kuorma, muodonmuutos, jäykkyys, jousto, vakavuus, resonanssi
Energia	Teho, hyötysuhde, häviö, kitka, ilmanvaihto, olosuhteet: paine, lämpötila, kosteus, lämmitys, jäähdytys, liitäntäenergia, varaaminen, työn tarve, energiamuutos
Aines	Tulo- ja lähtötuotteiden fys. ja kemialliset ominaisuudet, apuaineet, laatumääräykselliset aineet, ainesvuo, materiaalin kuljetus
Signaali	Tulo- ja lähtösignaalit, osoitustapa, käyttö- ja valvontalaitteet, signaalin muoto
Turvallisuus	Välitön turvallisuustekniikka, suojajärjestelmät, käyttö-, työ- ja ympäristöturvallisuus
Ergonomia	Ihminen- konesuhde, käyttö, käyttötapa, havainnollisuus, valaistus, muotoilu
Valmistus	Tuotannon rajoitukset, suurin mitta, suosituin valmistustapa, valmistusvälineet, laatuvaatimukset, toleranssit
Tarkastus	Mittaus- ja testaus, erityismääräykset (SFS, ISO, DIN...)
Asennus	Eriyiset asennusohjeet, kokoonpano, lisäasennus, asennus rakennuspaikalla, perustukset
Kuljetus	Nosturit, koon- ja painonmukaiset kuljetustiet, lähetystapa ja -ehdot
Käyttö	Melu, kulumisnopeus, käyttöympäristö
Kunnossapito	Huollon tarve, lukumäärä ajan tarve, tarkastus, vaihdot, kuntoonpano, maalaus, puhdistus
Kierrätys	Uudelleenkäyttö, päätevarastointi, poisto
Kustannukset	Kehitys, valmistus, työkalu, investoinnit
Määräajat	Kehitystyö valmis, välitavoitteet, toimitusaika

Tällä taulukkomaisella tiedon jäsentelymenetelmällä saadaan vaatimukset helposti hahmotettavaan järjestykseen. Taulukossa 8 on esitetty hajoituskaavio, jossa asiakastarpeet on jaettu käyttäen apuna päätunnusmerkkiluetteloa. Tähän hajoituskaavioon on jaettu ne asiakkaiden vaatimukset, jotka tulee huomioida vaatimustenmäärittelyssä. On huomioitava, että suurin osa sisäisten ja ulkoisten asiakkaiden toivomuksista ja lisäksi osa ulkoisten asiakkaiden vaatimuksista otetaan huomioon myöhemmin kehitysprosessin aikana. Tämän vuoksi ne on jätetty pois vaatimustenmäärittelyä varten tehdystä hajoituskaaviosta. Hyvä

esimerkki tästä on mm. sisäisten asiakkaiden toivomus uusille mitoitusohjelmille, jotka tuotetaan viimeistelyprosessin aikana.

Taulukko 8. Hajoituskaavio.

Geometria	Tarve suuremmalle konstruktiolle >3200 mm.
Voimat	Voima ei saa loppua.
	Mitoituspaineet vaihtelevat suuresti.
Aines	Korroosionkestävä.
Kunnossapito	Lentotuhkan kertyminen minimoitava.
Valmistus	Tiiveystaso taattava.
Energia	Painehäviöt on minimoitava.
Kustannukset	Hintapaineita tuotteelle.
Määräajat	Nopea toimitusaika taattava.

9.4.2 Kellopellin QFD- matriisi

Tuotespesifikaatioiden muodostamisessa käytetään apuna QFD- menetelmää. Perimmäisenä tavoitteena QFD:n käytöllä on pystyä määrittämään, mitä toimintoja ja ominaisuuksia tuotteella pitäisi olla, tai vanhan jo markkinoilla olevan tuotteen tapauksessa, mihin toimintoihin ja ominaisuuksiin kehitystyön tulee keskittyä. Kaikkiaan tälle QFD:llä tapahtuvaan tuotteiston suunnittelun voidaan löytää seuraavat tavoitteet:

- selvittää asiakkaiden tarpeet
- priorisoida asiakkaiden tarpeet
- arvioida oman tai kilpailijan tuotetta asiakkaiden tarpeisiin nähden
- muuttaa asiakkaiden tarpeet spesifikaatioiksi
- määritellä tarkennettavat kohteet

Vaikka vaiheet muodostavat näennäisesti systemaattisen etenemistavan, ne menevät silti käytännössä päällekkäin. Prosessin kuluessa saattaa ilmetä asioita, jotka pakottavat palaamaan aikaisempiin vaiheisiin. Tässä piileekin eräs QFD:n eduista. Koska kaikki joudutaan dokumentoimaan, on uuden tiedon vaikutus helposti arvioitavissa /12/.

Kun asiakkaiden esittämät vaatimukset on analysoitu hajoituskaavion avulla, voidaan aloittaa QFD- matriisin täyttö. Kuvassa 22 on esitetty QFD- matriisi, johon jokainen kenttä on

vaatimuksiin, voiko yritys oppia jotain kilpailijoiltaan, yli- vai alisuoriutuuko yritys jollakin osa-alueella jne. Tietoa etsitään mm. asiakkailta ja luotettavista kirjallisuuslähteistä. Käytetään skaalaa 1..5.

5. Myyntiargumentti. Tässä kohdassa määritellään onko asiakastarve tärkeä, vähemmän tärkeä vai ei ollenkaan tärkeä myyntiargumentti. Tärkeä myyntiargumentti saa arvon 1,5 ja vähemmän tärkeä 1,2. Tässä on tärkeää ymmärtää, ettei asiakkaan itsestään selvinä pitämät ominaisuudet ole myyntiargumentteja ja liian monen (yli 3 kpl.) tärkeän myyntiargumentin olemassaolo ei ole luontevaa.
6. Tavoite T. Tähän kohtaan merkitään yrityksen suunnitelma asiakastarpeen tyydyttämiseksi eli tavoitearvot. Käytetään skaalaa 1...5.
7. Parannusaste. Parannusaste määritellään jakamalla yrityksen suunnitelma nykytilalla.

$$(7) = \frac{(6)}{(3)}, \quad (8)$$

missä (7) on parannusaste, (6) on tavoite ja (3) on nykytila.

8. Absoluuttinen painoarvo. Absoluuttinen painoarvo lasketaan kertomalla tärkeysaste, parannussuhde ja myyntiargumentti keskenään.

$$(8) = (2) * (7) * (5), \quad (9)$$

missä (8) on absoluuttinen painoarvo, (2) on tärkeysaste, (7) on parannusaste ja (5) on myyntiargumentti.

9. Suhteellinen painoarvo. Tähän kohtaan lasketaan asiakastarpeen suhteellinen painoarvo. Se saadaan jakamalla ko. tarpeen absoluuttinen painoarvo kaikkien absoluuttisten painoarvojen summalla. Tästä sarakkeesta voidaan poimia ne asiakkaan tarpeet, joita hän eniten arvostaa ja joihin kehitystoimet pitää ensisijaisesti panostaa.

$$(9) = \frac{(8)}{\Sigma(8)} * 100\%, \quad (10)$$

missä (9) on suhteellinen painoarvo ja (8) on absoluuttinen painoarvo.

10. Kohdassa 10 määritetään ominaisuudet asiakasvaatimuksille. Muodostettavat ominaisuudet kuvataan niin, että ne voidaan määrittää yksikäsitteisesti. Esimerkiksi asiakasvaatimusta ”korroosionkestävä” vastaisi ominaisuus ”materiaali”, joka voidaan määrittää yksikäsitteisesti.
11. Asiakastarpeen ja ominaisuuden välinen korrelaatio täytetään. Asteikossa 9= vahva korrelaatio, 3=keskitason korrelaatio, 1=heikko korrelaatio. Ruutu jätetään tyhjäksi, jos asiakastarpeen ja ominaisuuden välillä ei ole korrelaatiota.
12. Ominaisuuspainoarvojen summa. Tässä kohdassa lasketaan jokaiselle ominaisuudelle ominaisuuspainoarvojen summa. Tämä kuvaa asiakkaiden tarpeiden painotusta tuotteen ominaisuuksina.

$$(12) = \sum \text{asiakastarve}((11) * (2)) , \quad (11)$$

missä (12) on ominaisuuspainoarvojen summa, (11) on korrelaatio ja (2) on tärkeysaste.

13. Suhteellinen ominaisuuspainoarvo. Kohdassa 12 laskettujen ominaisuuspainoarvojen summat muutetaan suhteelliseksi ominaisuuspainoarvoiksi. Tämä sarake kertoo ne keinot, joilla asiakkaan arvostamat tarpeet tyydytetään.

$$(13) = \frac{(12)}{\sum(12)} * 100\% , \quad (12)$$

missä (13) on suhteellinen ominaisuuspainoarvo ja (12) on ominaisuuspainoarvojen summa.

14. Nykytuote. Tähän kohtaan merkitään meidän nykyisen tuotteen ominaisuuksien arviointi. Käytetään skaalaa 1...5.

15. Kilpailija. Tähän kohtaan merkitään kilpailijan tuotteen ominaisuuksien arviointi. Käytetään skaalaa 1...5. Kohdat 14 ja 15 muodostavat tuotevertailun teknisten ominaisuuksien suhteen.
16. Tavoite. Tähän kohtaan merkitään tavoitearvot tuotteen ominaisuuksille. Käytetään skaalaa 1...5.
17. Spesifikaatiot. Tässä kohdassa laaditaan tuotespesifikaatiot. Tavoitteen ilmaisemisessa pyritään käyttämään mitattavaa tavoitearvoa. On myös hyväksyttävää ilmaista muutoksen suunta ilmaisuilla minimoi, maksimoi ja optimoi. Tähän kirjatut tuotespesifikaatiot muodostavat pohjan tulevalle kehitysprosessille. Tuotespesifikaatioiden määrittäminen on strateginen toimenpide. Tähän tarvitaan asiakkaiden tarpeisiin perustuvaa ominaisuuksien painotusta (12). Tämän lisäksi voidaan käyttää kilpailija-analyysin tuloksena saatua tuotteen teknisten ominaisuuksien vertailua (14, 15). Tässä vaiheessa kannattaa ottaa arvioon mukaan lisäksi eri ratkaisujen kustannusvaikutukset.

Hajoituskaavio, joka on esitetty taulukossa kahdeksan, syötetään suoraan QFD- matriisiin kohtaan numero 1 eli asiakastarpeisiin. Kuvassa 23 on esitetty kellopeltiä koskeva QFD- matriisi. Matriisi on täytetty edellä esitetyn järjestyksen mukaisesti.

	Ominaisuus		Runko		Vipukotelo		Tiiviyys		Vivusto		Toimilaitte												
Asiakastarve			Jäykkyys																				
Geometria	Tarve suuremmalle konstruktiolla >3200 mm.		Materiaali																				
Voimat	Voima ei saa loppua.		Paino	9																			
	Mitotuspaineet vaihtelevat suuresti.		Koko	9	9																		
Aines	Korroosionkestävä.		Asennusmitta	9	9																		
Kunnossapito	Lantotuhkan kertyminen minimoitava.		Huollettavuus																				
Valmistus	Tiivystäso taattava.		Materiaali																				
Energia	Painehäviöt on minimoitava.		Lujuus																				
Kustannukset	Hintapainelata tuotteelle.		Muotoilu																				
Määräajat	Nopea toimitusaika taattava.		Paino																				
	Ominaisuuspainoarvojen summa		Valmistettavuus																				
	Suhteellinen ominaisuuspainoarvo		Suhteellinen koko																				
			Teoreettinen tiiveys																				
			Paino	39	57	82	70	63	40	57	53	40	83	70	74	66	79	118	46	73	57	93	54
			Varmatoimisuus	3,0	4,3	6,2	5,3	4,8	3,0	4,3	4,0	3,0	6,3	5,3	5,6	5,0	6,0	9,0	3,5	5,6	4,3	7,1	4,1
			Lujuus																				
			Muotoilu																				
			Paino																				
			Valmistettavuus																				
			Suhteellinen koko																				
			Teoreettinen tiiveys																				
			Paino																				
			Varmatoimisuus																				
			Lujuus																				
			Geometria																				
			Materiaali																				
			Teho																				
			Toimiaika																				
			Tärkeysaste																				
			Nykytila N																				
			Kilpailija K																				
			Myyntiargumentti																				
			Tavoite T																				
			Parannusaste																				
			Absol. painoarvo																				
			Suhteellinen painoarvo %																				

Kuva 23. QFD- matriisi kellopellille.

Ennen tulosten tarkastelua matriisin oikeellisuus tarkastetaan käyttäen apuna seuraavia tarkastuskohtia /12/:

- Onko tyhjiä vaakarivejä?
- Onko tyhjiä pystyryivejä?
- Onko ristiriitaisia tarpeita tai ominaisuuksia?
- Onko myyntivaltteja?
- Onko kopiointimahdollisuuksia?
- Onko tavoitteet realistisia?
- Onko kannattavuus kunnossa?
- Mitä ominaisuuksia tarkastellaan seuraavassa luonnosteluvaiheessa?

Tutkimalla kuvan 23 matriisia voidaan nähdä ne osa-alueet, joihin kehitystoimet tulee kohdistaa. Asiakkaan näkökulmasta tärkeimmät tarpeet ovat tuotteen varmatoimisuus ja hinta, kun taas painehäviöiden minimoimista ja tarvetta suuremmalle konstruktiolle ei koeta niin tärkeiksi.

Asiakkaan tarpeiden tyydyttämisen keinot selviävät tarkastelemalla kuvan 23 QFD- matriisin suhteellisia ominaispainoarvoja. Suhteellisista ominaispainoarvoista nähdään, että suoraan asiakkaiden tärkeiksi kokemiin vaatimukseen voidaan vaikuttaa konstruktion painolla, vivuston varmatoimisuuden parantamiselle sekä toimilaitteen antaman voiman optimoinnilla.

QFD- analyysissä laadituilla tuotespesifikaatioista saadaan tavoitearvot, joilla voidaan vaikuttaa suoraan tuotteen luotettavuuteen, hintaan ja teknologian kehitykseen ja tätä kautta parantaa yrityksen uskottavuutta, toimitusvarmuutta ja asiakassuhteita. Näin QFD- analyysin avulla on saatu selkeät tavoitteet, joita voidaan alkaa lähestyä seuraavassa luonnosteluvaiheessa. Ennen tätä laaditaan kuitenkin vielä toteutussuunnitelma.

9.5 Toteutussuunnitelma

Toteutussuunnitelmassa kirjattiin ylös suunnittelun lähtökohdat, joiden perusteella kellopeltejä lähdetään kehittämään seuraavassa työvaiheessa eli kehitysprosessissa. QFD-analyysissä tuotettujen tuotespesifikaatioiden perusteella nämä lähtökohdat ovat seuraavat:

- Uuden saranarakenteen kehittäminen, jonka avulla saadaan vähennettyä osien lukumäärää ja konstruktion painoa. Sen avulla voidaan lisätä myös pellin varmatoimisuutta.
- Rungon jäykistämisen vaihtoehdot tutkitaan sen optimoimiseksi. Tällä pyritään konstruktion painon pienentämiseen.
- Toimilaiteratkaisujen läpikäyminen ja vaihtoehtojen taloudellinen vertailu.
- Vivuston geometrian tarkastelu voiman optimoimiseksi.
- Projektikohtaisen suunnittelun nopeuttamiseksi ja laadun parantamiseksi laaditaan parametriset tuotemallit kehitetyistä konstruktioista.
- Projektikohtaisen suunnittelun nopeuttamiseksi ja laadun parantamiseksi standardisoidaan pellin osia ja luodaan ns. standardiosakansio.
- Peltien valmistettavuutta parannetaan kiinnittämällä huomiota tuotteen kokoonpantavuuteen.
- Tuotteen rakenne suunnitellaan modulaariseksi erilaisia toimilaiteratkaisuja varten.
- Viimeistelyvaiheessa luodaan tuotemallien rinnalle suunnitteluohje tuotemallien käytöstä.

Tässä arviot kehitystoimien vaikutuksista tuotteeseen:

- Osien määrää voidaan vähentää uusilla teknisillä ratkaisuilla n. 5 %.
- Konstruktion painoa pystytään vähentämään n. 5 %.
- Projektikohtaisten valmistuspiirusten määrää voidaan vähentää n. 30 %.
- Projektikohtaisen suunnittelun läpimenoaika voidaan lyhentää n. 15 %.
- Tuotteen ostohintaa voidaan alentaa 6 %.

Nämä arviot ovat linjassa aiemmin projektin käynnistysprosessissa asetettujen tavoitteiden kanssa.

Vaiheen lopussa pidettiin tuotekehityskatselmus, joka sisälsi koko vaatimusmäärittelyprosessin onnistuneisuuden arvioinnin. Kun johto oli hyväksynyt suunnitelman ollaan valmiita siirtymään seuraavaan työvaiheeseen eli kehitysprosessin luonnosteluvaiheeseen, jossa lähdetään kehittämään konkreettisia ratkaisuja valittuihin kehityskohteisiin.

Toteutussuunnitelman laatiminen on viimeinen vaihe kellopeltien tuoteryhmän kehitysprojektissa, joka käsitellään tässä diplomityössä. Projekti etenee tulevaisuudessa tästä eteenpäin sivulla 54 laaditun kehitysprojektimallin mukaisesti. Kyseisen mallin mukaisesti seuraavat osaprosessit jäävät tehtäväksi tämän diplomityön ulkopuolelle.

- Tuoteryhmän kehitysprosessi
 - Luonnosteluvaihe, tuotekehityskatselmus numero 3.
 - Kehittelyvaihe, tuotekehityskatselmus numero 4.
 - Viimeistelyvaihe, tuotekehityskatselmus numero 5.
- Projektin päättäminen. Viimeinen tuotekehityskatselmus numero 6.

Vasta näiden osaprosessien läpikäymisen jälkeen kellopeltien tuoteryhmän kehitysprojekti on valmis. Siksi myös kehitystoimilla saavutettavien vaikutusten tarkastelu jää pois tästä työstä.

10 Uuden ja vanhan kehitysprosessin vertailu

Vanhassa toimintamallissa tuoteryhmän kehitysprosessille ei ollut kirjattua prosessimallia. Toimintatavat olivat liikaa sidoksissa kehitystyötä tekevään henkilöön. Kun prosessimalli on kirjattu, saadaan varmistettua, että kaikki sovitut työvaiheet muistetaan käydä läpi. Näin ollen systemaattinen toimintatapa helpottaa hallitsemaan tuotekehitystä, sillä tulosten ennakoiminen on helpompaa.

Hyvin dokumentoitu kehitysprosessi auttaa myös huomaamaan prosessin parannusmahdollisuudet ja näin ollen mahdollistaa prosessin jatkuvan parantamisen. Tämä järjestelmällinen tuotekehitystoiminta mahdollistaa myös tuotekehitysprosessin kehittämisen muuttamalla sovittuja toimintatapoja kokemusten perusteella. Jos sovittuja toimintatapoja ei ole ja tuotekehitysprojektit tehdään jokaisella kerralla eri tavalla, voi olla vaikeaa tunnistaa tehokkaita toimintatapoja. Systemaattinen tapa helpottaa myös aikatauluista kiinnipitämistä.

Uudessa prosessimallissa on erityisesti keskitytty kehitysprojektin ensimmäisen vaiheen eli vaatimustenmäärittelyprosessin kehittämiseen. Tähän on pyritty parantamalla yrityksen keräämän markkinatiedon hyödyntämistä tuoteryhmän kehitysprojektissa. Tämä on erityisesti huomattavissa sisäisen tiedon ja markkinoilta tulevien tietojen hallinnan osalta. Uuden menetelmän myötä yritys pystyy käyttämään tehokkaammin näitä tietoja tuotekehitysprosessissaan. Aiemmin eräänä selkeänä ongelmakohtana oli asiakkailta saadun tuotteita koskevan palautteen muuttaminen tuoteominaisuuksiksi. Uudessa mallissa vaatimustenmäärittelyssä käytettävä QFD- analyysi antaa tämän ongelman ratkaisuun uuden käyttökelpoisen työkalun. Uudessa toimintamallissa on lisäksi pyritty enemmän henkilökohtaiseen kontaktiin asiakkaiden kanssa asiakastiedonkeruuprosessin aikana. Saatujen kokemusten perusteella tämä on ollut oikea kehityssuunta. Vanhassa mallissa käytettiin enemmän asiakkaille postitettuja kysymyslistoja, joiden avulla koottu tieto ei ollut niin laadukasta kuin olisi ollut toivottavaa. Näiden parannusten myötä uudessa prosessimallissa onkin onnistuttu ottamaan askel parempaan suuntaan.

Myös vaatimustenmäärittelyprosessia seuraava työvaihe, kehitysprosessi, on uudessa mallissa jäsennetty selkeästi luonnostelu-, kehittäminen- ja viimeistelyvaiheissa. Aiemmin nämä vaiheet olivat kyllä nähtävissä käytännön työssä, mutta vasta niiden prosessikuvausten kirjaaminen on

selkeyttänyt toimintatavan, jolla nämä vaiheet viedään läpi. Lisäksi näihin työvaiheisiin löydetty työkalut selkeyttävät päätösten tekemistä ja parantavat niiden laatua. Tämä on selkeä parannus entiseen toimintamalliin.

Kehitysprosessin aikaista seuranta on pyritty parantamaan. Tähän on päästy kirjaamalla uuteen prosessimalliin jokaiselle tuotekehityskatselmukselle niille määrätyt paikat. Vanhassa prosessimallissa tuotekehityskatselmuksia oli määrätty ainoastaan projektin alkuun ja loppuun. Muiden katselmusten paikkoja ei oltu määrätty. Uuden mallin mukaisesti kirjaamalla prosessimalliin selkeästi kaikki katselmusten paikat ja niissä käsiteltävät asiat, voidaan parantaa prosessin hallintaa.

Myös kehitysprosessin onnistuneisuuden arviointia on kehitetty. Uudessa prosessimallissa seurataan projektin alussa asetettujen tavoitteiden toteutumista. Tällä on saatu selkeyttä projektin arviointiin verrattuna aiempaan tilanteeseen, jossa seuranta ei toteutettu aivan samalla tarkkuudella.

Vanhassa kehitysprosessimallissa kaikki kehityskohteena olleet pelityyppien kokoluokat mallinnettiin ja kyseisten mallien perusteella laadittiin osakuvat valmiiksi. Myöhemmin on huomattu, kuinka mahdoton tehtävä tällaisen kirjaston ajan tasalla pitäminen tuotteita päivitettäessä on. Uudessa prosessimallissa on siirrytty parametrisiin tuotemalleihin tilanteen korjaamiseksi. Myös standardisoinnin ja moduloinnin käyttöön panostetaan enemmän kuin aiemmin. Näillä menetelmillä tuoteryhmän ajantasalla pitäminen helpottuu. Uudella kehitysprosessimallilla pystytään säästämään tuoteryhmän kehitysprosessissa käytettävää aikaa. Tämä tulee näkyviin kehitysprosessin aikana, kun vaatimustenmäärittely on tehty kerralla huolellisesti. Tämän lisäksi kehitysprosessin laatu paranee tuottamalla asiakkaille juuri heidän tarvitsemiaan ratkaisuja ja tuotteita. Tämän pitäisi näkyä myös tulevaisuudessa kohonneissa asiakastytyväisyysmittauksissa. Lisäksi parametrisilla tuotemalleilla ja standardisoinnilla voidaan suunnitteluajoja lyhentää arviolta 15 %:lla, mikä on merkittävä parannus. Nämä ovat merkittäviä edistysaskelia kohti parempaa asiakastytyväisyyttä ja tuotteesta saatavaa katetta.

Lopullisesti uuden prosessimallin käytettävyys, saavutettavat hyödyt sekä niiden taloudelliset vaikutukset selviävät lopullisesti vasta kellopeltien tuoteryhmän kehitysohjelman valmistuttua.

11 Loppupäätelmät ja jatkokehitystarpeet

Jatkotoimenpiteinä kellopeltien tuoteryhmän kehitysprojekti viedään loppuun suunnitellun prosessimallin mukaisesti. QFD:n laajentamista vaatimustenmäärittelyprosessin ulkopuolelle voidaan harkita, kun tämän pilottiprojektin arviointi valmistuu. QFD:tä voidaan käyttää myös vaatimustenmäärittelyä seuraavissa työvaiheissa.

Uudesta tuoteryhmän prosessimallista on yrityksen tuotekehitysprosessissa runsaasti hyötyä, mutta sen tehokas hyödyntäminen ei onnistu ennen kuin soveltamiseen liittyvät esteet on ylitetty. Suurin este menetelmän menestyksekkäälle hyödyntämiselle voi olla organisaation haluttomuus muutoksiin. Vastarinta ilmenee varsinkin siinä vaiheessa, kun muutokset yksittäisten henkilöiden toimintatavoissa tulevat eteen.

Prosessimallissa esitetyt työkalut, kuten QFD- analyysi vaatii intensiivistä ryhmätyötä ja sitkeää puurtamista eritoten tuotekehitysprojektin alkuvaiheissa. Nämä ovat perinteisesti olleet kohtia, jotka on viety läpi mahdollisimman nopeasti. Lisäksi saattaa kestää vuosia ennen kuin menetelmä tuottaa merkittäviä hyötyjä ja silloinkin ne saattavat olla vaikeita kohdistaa juuri QFD:n ansioiksi.

Jotta vähennettäisiin liiallisia odotuksia, on menetelmästä ensin annettava realistinen kuva organisaatiolle. Tuotekehitysprosessiin osallistuvien henkilöiden on saatava realistinen kuva menetelmästä hyötyineen ja haittoineen sekä sisäistettävä sen perusajatukset.

Prosessimalli on nyt valmiina perusversiona, jota on syytä jatkokehittää. Eniten parannettavaa voidaan löytää asiakastiedon keräämisen systematisoinnissa. Sammet Dampersilla on jo systemaattinen tapa asiakastyytyväisyyden selvittämiseksi. Tulevaisuutta ajatellen tätä voidaan laajentaa koskemaan myös asiakasvaatimusten selvittämistä. Jatkossa voidaan luoda toimintatapa, jolla asiakkaan kanssa toimivat työntekijät voivat kirjata ylös asiakkailta saamaansa palautetta sekä omia havaintojaan. Samoin suunnitelmat haastattelujen toteutuksesta sekä kohteista täytyy selvittää tarkemmin. Näillä panostuksilla voidaan tuoteryhmien kehitysprojektin vaatimustenmäärittelyprosessia ja samalla koko kehitysprosessia parantaa vielä lisää.

12 Yhteenveto

Tässä diplomityössä esiteltiin tuoteryhmän kehittämiseen optimoitu tuotekehitysprosessimalli. Tuotekehitykseen liittyvää hyvälaatuista lähdekirjallisuutta löytyy paljon. Mikään kirjoista löytyvä ratkaisu ei kuitenkaan sovellu suoraan yrityksen käyttöön. Työn haasteena olikin kehittää juuri Sammet Dampersille sopiva toimintamalli. Tutkimuksessa onnistuttiin ja molemmat diplomityölle asetetut tavoitteet pystyttiin saavuttamaan. Sekä tuoteryhmien kehitysprojektin prosessimalli, että kellopeltien kehitysprojektin vaatimustenmäärittelyprosessi saatiin valmiiksi. Valitettavasti koko kellopellin tuoteryhmän kehitysprojektin läpivieminen ei ollut mahdollista tämän työn puitteissa.

Työssä on esitelty monia käyttökelpoisia toimintatapoja ja työmenetelmiä, joilla yrityksen tuotekehitysprosessia voidaan tehostaa. Tähän asti kertyneiden käyttökokemusten perusteella uusi prosessimalli tuntuu tuovan tekemiseen systemaattisuutta ja varmuutta. Juuri niitä asioita, joita toivottiinkin. Prosessimallin hiominen tapahtuu käytännön työn kautta ja sen lopullinen muoto hahmottuu tulevaisuudessa, kun siitä saadaan lisää käyttökokemuksia.

Suurin anti tässä työssä oli ymmärtää todellisen asiakaslähtöisen suunnittelun tärkeys. Laadittu prosessimalli toteuttaa asiakaslähtöistä tuotekehitystoimintaa, joka on optimoitu tuottamaan asiakkaan haluamia laadukkaita tuotteita. Tuotteeseen suunnitellaan ne ominaisuudet, joista asiakas on valmis maksamaan ja joita se vaatii tuotteessa olevan. Mallin avulla aiemmin ongelmaksi koettu asiakkailta saadun palautteen muuttaminen tuoteominaisuuksiksi onnistuu aiempaa paremmin. Laadittu prosessimalli antaa hyvän pohjan siirtyä systemaattisempaan menettelytapaan tuotekehityksessä.

Diplomityön valmistuminen venyi johtuen työkiireistä, jotka sitoivat usein kaikki käytettävissä olevat resurssit. Kuitenkin työelämässä jo jonkin aikaa viettäneenä, voi todeta, että suoraan koulunpenkiltä tämän päättötyön tekeminen ei olisi ollut mahdollista. Työelämästä saadut ideat ohjasivat työtä tehdessä kohti selkeää päämäärää eli tuotekehitysprosessin ymmärtämistä ja sen kehittämistä yrityksen vaatimukseen. Työssä riitti haastetta ja varsinainen haaste on vasta edessä eli luodun prosessimallin käytön vakiinnuttaminen osaksi Sammet Dampersin jokaisen työntekijän ajatusmaailmaa. Tälle

päättötyölle alussa asetetut tavoitteet on kuitenkin onnistuttu tässä työssä saavuttamaan ja lopputulokseen voidaan olla tyytyväisiä.

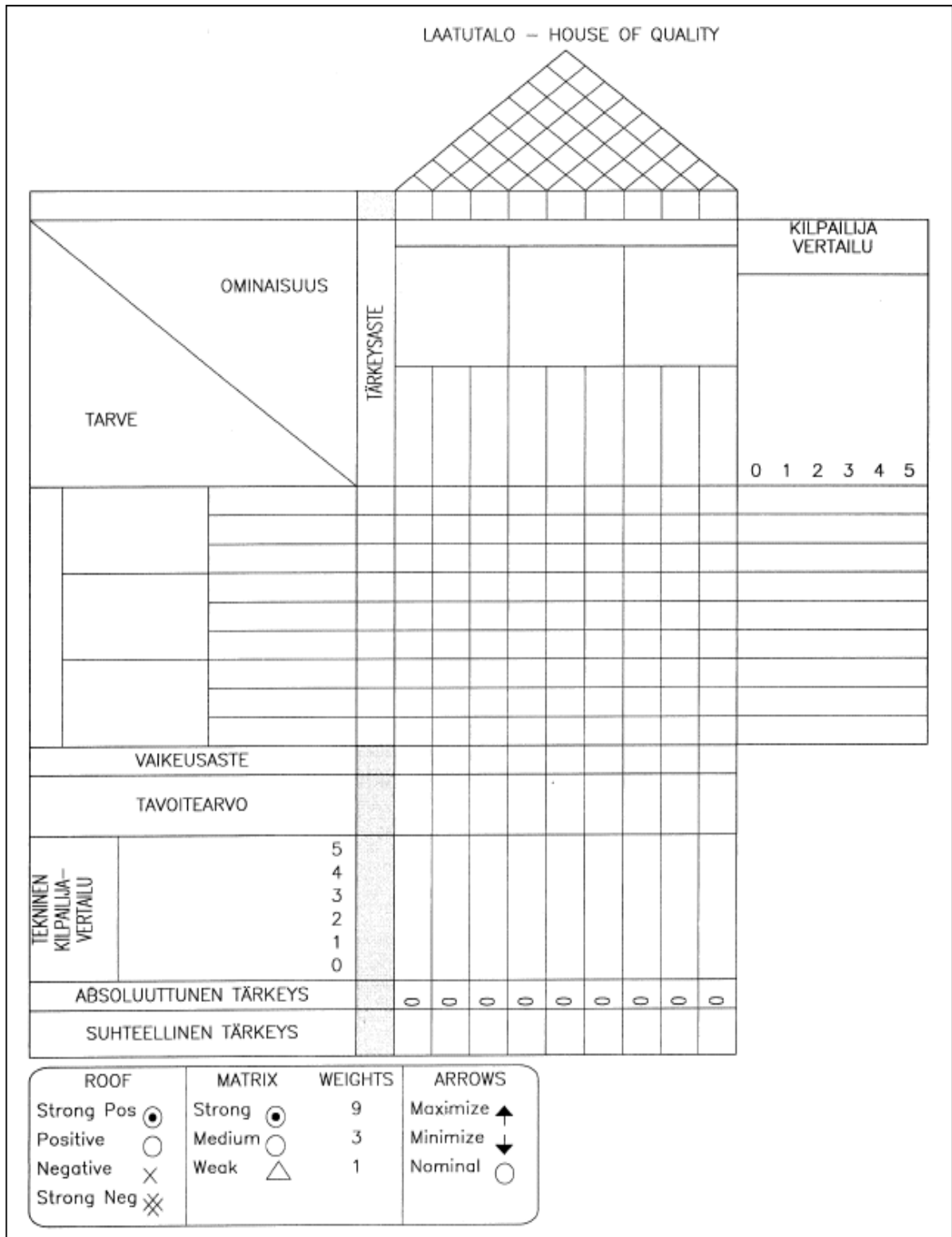
LÄHDELUETTELO

1. Mehto, P., 2009. Varatoimitusjohtaja, Sammet Dampers Oy. Haastattelu 8.2.2009.
2. Sammet Dampersin liiketoimintasuunnitelma, 2009. Sammet Dampers Oy. Yrityksen sisäinen dokumentti.
3. Wikipedia, vapaa tietosanakirja. Tuotekehitys. www- dokumentti.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Tuotekehitys>
4. SFS-EN ISO 9000:2000, 2000. Laadunhallintajärjestelmä; Standardikokoelma. Suomen standardisointiliitto SFS Ry. Helsinki.
5. Tepsa, T. 2006. Tietoteknisen järjestelmän suunnittelu. Luentomateriaali. Rovaniemen ammattikorkeakoulu.
6. Hietikko, V., 2003. Tuotantotalouden perusopinnot, oppimateriaali. Savonia ammattikorkeakoulu.
7. Toiminnanohjauskäsikirja, 2008. Sammet Dampers Oy. Yrityksen sisäinen dokumentti.
8. Ulrich, Karl T., Eppinger, Steven D., 2003. Product design and development, third edition. McGraw-Hill. 366 sivua. ISBN 007-123273-7.
9. Toikka, K., Kiviniitty, J., Simons, M., Hyötyläinen, R., Alasoini, I., 1995. Systemaattinen kehitystoiminta- ratkaisu ikuisuusongelmiin. Metalliteollisuuden keskusliitto. Helsinki. ISBN 951-817-640-x.
10. Kajaste, V., Liukko, T., 1994. Lean- toiminta, Suomalaisten yritysten kokemuksia. MET Tekninen tiedotus 6/94. Tampere. Tammer-Paino Oy. 105 sivua. ISBN 951-817-592-6.

11. Grannas, M., 1994. Kilpailukykyisiä tuotteita: asiakaslähtöisesti, järjestelmällisesti, tiimityönä. Tammer Paino Oy. Tampere. ISBN 951-817-610-8.
12. Turunen, O., 1991. QFD- avain tuotteen kehittämiseen. Metalliteollisuuden kustannus Oy. ISBN 951-817-510-1.
13. Liukko, Timo. 1994. Asiakastarve ohjaamaan kehitystä- menetelmiä ja esimerkkejä. Metalliteollisuuden keskusliitto. Tampere, Tammer-Paino Oy. 86 sivua. ISBN 951-817-606-x.
14. Välimaa, V., Kankkunen, M., Lagerroos, O., Lehtinen, M., 1994. Tuotekehitys: Asiakastarpeesta tuotteeksi. Painatuskeskus Oy. Helsinki. ISBN 951-37-1338-5.
15. Österholm, J., Tuokko, R., 2001. Systemaattinen menetelmä tuotemodulointiin. MET-julkaisuja 21/2001. Metalliteollisuuden kustannus Oy. 64 sivua. ISBN 951-817-773-2.
16. Kaivos, P. 1985. Standardisointi ja modulointi yrityksen toiminnan selkeyttäjänä. Esimerkkejä. Metalliteollisuuden Kustannus Oy. Helsinki.
17. Bralla, J. G., 1986. Design for manufacturability. McGraw-Hill. ISBN 0-07-007139-X.
18. Laakko, T., Sukuvaara, A., Borgman, J., Simolin, T., Björkstrand, R., Konkola, M., Tuomi, J. & Kaikkonen, H., 1998. Tuotteen 3D-CAD suunnittelu. WSOY. Porvoo.
19. Diehl, A., 1984. Asiakaslähtöinen tuotekehitys. Metalliteollisuuden kustannus Oy.
20. Kaivos, P., Laamanen, K., Salonen, L., Valpola, A., 1995. Benchmarking huipputasosta oppiminen: Suomalaisia käytännön kokemuksia. Metalliteollisuuden kustannus Oy. ISBN 951-817-634-5.
21. Karjalainen, A., 2002. Mitä bechmarking arviointi on? www- dokumentti.
www.oulu.fi/w5w/benchmarking/bm.RTF

22. Salorinne, S., Laamanen, K., 1994. Tuotekehityksen mittaaminen. MET. ISBN 951-817-581-0.
23. Kärkkäinen, H., Piippo, P., Salli, M., Tuominen, M., Heinonen, J., 1995. Asiakastarpeista tuotteiksi- kehitystoiminnan välineet. Metalliteollisuuden kustannus Oy. ISBN 951-817-642-6.
24. Pahl, G., Beitz, W., 1992. Koneensuunnitteluoppi. WSOY. ISBN 951-817-468-7.
25. Jokinen, T. 2001. Tuotekehitys. Otatieto Oy. ISBN 951-672-313-6.
26. Häkkinen, Kai., 2002. Valmistuksen ja suunnittelun yhteistyö toistuvan erätuotannon alihankintaprosessissa: Havaintoja suomalaisesta pk- konepajateollisuudesta vuonna 2002. VTT tiedotteita 2173. Otamedia Oy. Espoo. ISBN 951-38-6105-8.
27. Anttila, Aripekka, 2001. Nelitietrukin ohjausjärjestelmän suunnittelu QFD-laaturyökälyä hyväksikäyttäen. Diplomityö 2001. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, konetekniikan osasto.
28. Sälepeltien asennus-, huolto- ja käyttöohje, 2008. Sammet Dampers Oy. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Liite 1. Laatutalo /11/.



Liite 2. Yleiset modulointia ohjaavat tekijät eli moduulidraiverit /15/.

Suunnittelu ja tuotekehitys Carry-over – Tuoteominaisuuksien siirto seuraavaan tuotesukupolveen Yksikkö, jota voidaan käyttää uudelleen tulevissa tuotesukupolvissa tai jota voidaan käyttää myös muissa tuoteperheissä. Technical evolution / Technology push (External) – Tekninen kehitys (yrityksen ulkoinen) Yksikkö, jonka teknologiaan on odotettavissa muutoksia tuoteperheen elinkaaren aikana. Tämä voi olla seurausta asiakasvaatimusten perinpohjaisista muutoksista, itse tekniikan kehittymisestä tai esimerkiksi uusien materiaalien tai komponenttien markkinoille tulosta. Planned design changes / Product planning (Internal) – Tuotteeseen suunnitellut muutokset (yrityksen sisäiset) Yksikkö, johon on suunniteltu tehtäväksi jotain muutoksia yrityksen sisäisen suunnitelman mukaisesti.
Varioituvuus Technical specification – Tekninen variointi Yksikkö, jonka toiminnot tai suorituskyky varioivat tuoteperheen tuotteiden välillä. Styling – Ulkonäöllinen variointi Yksikkö, jonka väri ja/tai muoto varioivat tuoteperheen tuotteiden välillä.
Valmistus Common unit – Yhteinen yksikkö Yksikkö, jota käytetään läpi koko tuoteperheen eli kaikissa tuoteperheen tuotteissa. Process/organisation – Tuotantoprosessi/organisaatio Yksikkö, jonka valmistuksessa tarvitaan erityisiä valmistusmenetelmiä tai joka on sopiva työkokonaisuus ryhmälle. Se voi myös muodostaa sopivan kokonaisuuden kokoonpantuna esim. kuljetusta tai käsittelyä ajatellen tai sen läpimenoaika voi olla poikkeava muista tuotannon läpimenoajoista.
Laatu Separate testing – Erillinen testaus Yksikkö, jonka toiminta voidaan tai pitäisi testata erillisenä ennen loppukokoonpanoa.
Alihankinta Supplier available – Soveltuva toimittaja saatavilla Yksikkö, joka voidaan tilata alihankkijoilta. Sille on olemassa erikoistunut toimittaja, joka voi toimittaa sen ”mustana laatikkona” yksittäisten osien sijasta. Toimittaja voi myös ainakin osittain vastata yksikön tuotekehityksestä.
Myynnin jälkeinen palvelu (After sales) Service/maintenance – Huolto/kunnossapito Yksikkö, jonka pitää olla helposti huollettavissa tuotteen eliniän aikana, koska se sisältää suurimman osan tarvittavasta huollosta tai koska se voidaan vioittuessaan nopeasti vaihtaa uuteen ja huoltotoimenpiteet voidaan tehdä muualla. Upgrading – Parannus/päivitys Yksikkö, joka voidaan korvata toisella erilaisten toimintojen tai paremman suorituskyvyn aikaansaamiseksi. Recycling – Kierrätys Yksikkö, johon pitää kiinnittää erityistä huomiota tuotetta hävitettäessä, koska se sisältää ongelmajätettä tai muuta erittäin haitallista ainetta tai koska sen sisältämät aineet on erityisen helppo kierrättää.

Liite 3. Tuotteen kehitysprosessin työvaiheet /24/.

