

**LAPIN YLIOPISTO
TAITEIDEN TIEDEKUNTA
TEOLLINEN MUOTOILU**

3D-suunnittelun hyödyntäminen PK-yrityksen tuotekehityksessä

Case -tutkimus Kuusamon Uistin Oy

Jyri Junttila

0235684

6.2.2015

Pro gradu-tutkielma

Pertti Aula

Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	2
1.1. Kuusamon Uistin Oy – Suomalaisten lempiuistimia vuodesta 1967	4
1.2. Tutkielman rakenne	6
1.3. Tutkimuskohde ja tutkimusaineisto	7
1.4. Tutkimusmenetelmät ja tutkimuskysymys	9
2. Tuotekehitys 3D-tekniikan kehittyessä.....	13
2.1. Tuotekehityksen lähtökohdat	15
2.2. Tuotekehitysprosessi.....	18
2.3. 3D-suunnittelu ja 3D-tulostus tuotekehityksen työkaluina	26
2.4. Harrastuskalastus tuotealueena	34
3. Tuotekehitysprosessien analyysit	39
3.1. Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin analyysi.....	40
3.2. 3D-suunnittelua korostavan tuotekehitysprosessin analyysi	43
4. Tuotekehitysprosessien kuvausten analyysit	48
4.1. Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin kuvauksen analyysi.....	48
4.2. 3D-suunnittelua korostavan tuotekehitysprosessin kuvauksen analyysi	51
4.3. Tuotekehitysprosessikuvausten analyysien vertailu	53
4.4. Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin tuloksia	55
5. 3D-painotteinen tuotekehitysprosessi	62
5.1. 3D-tiedoston käyttäminen tuotekehityksen ensisijaisena kohteena.....	68
5.2. Prototyypin identifikaatio – silta konseptin ja valmiin tuotteen välillä	70
6. Tuotekehityksen haasteet PK- yrityksessä	72
6.1. Tuotekehitysprosessi kehitettävänä tuotteena	74
6.2. 3D-suunnittelun integrointi PK- yrityksen tuotekehitykseen.....	76
7. 3D-suunnittelu PK-yrityksen kontekstissa	79
7.1 Tutkimuksen tulosten yleistettävyys.....	81
8. 3D-teknologia tuotekehityksen työkaluna – vauhtia ja vaaran paikkoja	84
Lähteet	88

1. Johdanto

Muutaman viime vuoden aikana 3D-teknologia on kokenut suuren murroksen 3D-tulostuksen saralla. Yksinkertaisimpia menetelmiä käyttävien 3D-tulostimien hinnat ovat pudonneet siihen pisteeseen, että voidaan puhua jo kotitalouskäyttöön suunnitelluista 3D-tulostimista. Aikaisemmin 3D-tulostimet olivat käytössä vain suurissa yrityksissä, virastoissa, oppilaitoksilla ja muotoilutoimistoissa. 3D-tulostuksen hyödyntäminen oli hyvin kallista ja PK-yritykset käyttivät 3D-tulostusta tuotekehitysprosessin loppupäässä vain kaikkein kriittisimmissä vaiheissa ennen tuotannon työkalujen tilaamista. 3D-teknologian hyödyntämiseen vaadittavien kustannusten merkittävä putoaminen on johtanut siihen, että 3D-teknologiaa on nyt mahdollista käyttää pienenkin PK-yrityksen päivittäisessä tuotekehitystoiminnassa.

Usein tuotekehitystä käsittelevässä kirjallisuudessa esitellyt tuotekehitysprosessit ovat hyvin kattavia malleja, joiden tukena käytetään suurten monikansallisten yritysten tekemiä tuotteita. Se, mikä toimii suuressa yrityksessä mittavilla resursseilla, ei välttämättä ole hyvin rajallisilla resursseilla toimivalle PK-yritykselle tehokasta tai edes järkevää. Riipin (2013) mukaan Suomessa suuryritykset ovat harvassa: 93,4 % yrityksistä on 1-9 henkeä työllistäviä mikroyrityksiä ja 5,6 % yrityksistä on 10–49 ihmistä työllistäviä pienyrityksiä. Yhteenlaskettuna PK-yrityksiksi luetaan 99 % Suomen yrityksistä. 2000-luvulla suuryritysten henkilöstömäärä on vähentynyt ja samaan aikaan PK-yritysten työllistämien ihmisten määrä on noussut vajaalla 100 000 työntekijällä. Tällä hetkellä pienissä ja keskisuurissa yrityksissä työskentelee 74 % Suomen työvoimasta. (Riipi 2013). 3D-tulostusteknologian murros sekä PK-yritysten haastavat lähtökohdat tuotekehitystoiminnassa loivat hyvät lähtökohdat PK-yrityksen tuotekehitysprosessin lähemmälle tarkastelulle.

Kuusamon Uistin Oy on PK-yritys, jonka liikevaihto oli 2 627 000 euroa vuonna 2013 ja se työllistää noin 30 ihmistä. Se valmistaa uistimia, suksisiteitä ja muita harrastuskalastukseen ja eräharrastukseen liittyviä tuotteita. Hain Kuusamon Uistimelle työharjoitteluun, sillä harrastuskalastajana yrityksen tuotteet olivat minulle tuttuja ja olen aina halunnut suunnitella kalastukseen ja eräharrastukseen liittyviä tuotteita. Aloitin kuuden kuukauden työharjoittelujakson Kuusamon Uistimella teollisena muotoilijana syksyllä 2012. Työharjoittelujakson jälkeen jäin kevääksi 2013 kirjoittamaan tätä pro gradu-tutkielmaa ja kesäkuussa 2013 aloitin työt Kuusamon Uistimen tuotekehityspäällikkönä. Tutkimuskohteena tässä pro gradu -tutkielmassa on 3D-suunnittelun hyödyntäminen PK-yrityksen tuotekehityksessä ja sen vaikutukset tuotekehitysprosessiin ja lopputuotteeseen. Tutkielmani motivaatio kumpuaa työnkuvastani: haluan yrityksen tulevan tuotekehitysprosessin palvelevan niin yritystä kuin sen tuotteiden käyttäjiäkin mahdollisimman hyvin.

Työharjoittelujakson alussa otin selvää siitä, miten tuotteet yrityksessä oli aikaisemmin tehty ja minkälaista tuotekehitysprosessia yritys niiden luomiseen oli käyttänyt. Mietin samalla, miten yrityksen tuotekehitysprosessia voitaisiin kehittää. Tiesin harrastuskalastajana jo aika paljon uistimista ja niiden käyttäjistä, mikä koulutukseni ja erityisosaamiseni 3D-suunnittelun saralla lisäksi auttoi minua luomaan tehokkaan tuotekehitysprosessin Kuusamon Uistimen kontekstissa.

Käytin työharjoittelussani monella tapaa erilaista tuotekehitysprosessia kuin yritys aikaisemmin oli käyttänyt. Sen erityispiirteenä oli 3D-suunnittelun ja 3D-teknologian hyödyntäminen monissa tuotekehityksen eri vaiheissa. Se erosi suuresti Kuusamon Uistimen perinteisestä tuotekehitysprosessista, jonka erikoispiirteenä on käsin tehtyjen prototyyppien suuri määrä ja niiden testaaminen useissa eri vaiheissa. Näiden kahden tuotekehitysprosessin välillä on suurta kontrastia, sillä Kuusamon Uistimen perinteisessä tuotekehitysprosessissa 3D-suunnittelua hyödynnettiin ainoastaan tuotekehitysprosessin loppuvaiheessa alihankintana.

Tutkimusaineistona käytän omia kokemuksiani yrityksen teollisena muotoilijana, Kuusamon Uistimen aikaisempia tuotteita ja työharjoittelussa suunnittelemaani lippauistinta ja painosyvääjää. Tutkielmassani analysoin Kuusamon Uistimen perinteistä tuotekehitysprosessia ja käyttämäni 3D-suunnittelua korostavaa tuotekehitysprosessia. Tutkielmani tuloksena on tietoa 3D-suunnittelun hyödyntämisestä PK-yrityksen tuotekehityksessä ja sen lisäksi nykyisin yrityksen käyttämä, PK-yrityksen tuotekehityksen haasteet huomioon ottava *3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli*.

1.1. Kuusamon Uistin Oy – Suomalaisten lempiuistimia vuodesta 1967

Kuusamon Uistin Oy perustettiin 1965 Paavo Korpuan ja Paavo Putilan toimesta, ja uuden tehtaan ensimmäisiä tuotteita olivat vaaput *Kitkan Viisas*, *Mutu*, *Mukelo* ja *Muojärven Vikkelä*. Tehtaalle valmistettavaksi hankittiin myös Tarmo Lausamon *Puukala*, josta tuli sitä myötä *Kuusamon Puukala*. Vaappujen teko vaati paljon käsityötä, ja yrityksen kate jäi sen takia pieneksi.

Vuonna 1974 Kuusamon Uistin alkoi valmistaa metalliuistimia ja hankki oikeudet *Räsäsen seiskan*, legendaariseen lusikkauistinmalliin. Metalliuistimien valmistus oli nopeampaa ja halvempaa kuin puisten vaappujen valmistus, mikä oli suurin syy siirtymiseen vaappuvalmistajasta metalliuistinvalmistajaksi. Kuusamon Uistin alkoi myös valmistaa muoviuistimia ja yrityksen maineikkaimpiin muoviuistimiin kuuluva valo prismapinnoillaan heijastava *Variant* kehitettiin vuonna 1978. Vuonna 1981 yritys hankki Karhu-Titanilta oikeudet Professoriin, maineikkaaseen ja perinteiseen uistinmalliin, joka on merkitty kaupparekisteriin jo vuonna 1927. Nämä kaksi legendaarista uistinmallia ovat olleet yrityksen jatkuvan tuotekehityksen kohteena ja ne ovat toimineet yrityksen kantavina tuotteina vuodesta toiseen. Monet muutkin tuotteet, kuten lusikkauistimet *Lätkä* ja *Taimen Super*, *painosyvääjä*, tasapainopilkki *X-Pro* ja useat muut tuotteet ovat menestyneet vuosien varrella hyvin.

Kuusamon Uistin kehitti Vuosiuistinsarjan, joka koostuu joka vuosi julkaistavista Vuosiuistimista. Ensimmäinen uistin sarjasta oli 70-vuotisjuhliaan viettävä Professor ja se julkaistiin 1994, mutta vuosiuistin-nimeä kantoi ensimmäisenä Räsänen vuonna 1995. Joka vuoden syksyllä julkaistava vuosiuistinsarja koostuu kolmesta uistimesta. Vuosiuistimet ovat usein kullattuja ja ne myydään korurasiassa. Vuosiuistimia ei enää valmisteta sarjan jälkeen, ja siitä syystä ne ovat kalastustarkoituksen ohella keräilyharvinaisuuksia.

Kuusamon Uistin julkaisee myös joka vuosi Kalamiehen oppaan, joka sisältää kaikki yrityksen kauden tuotteet, vinkkejä niiden käyttöön ja yleisiä neuvoja kalastukseen. Se on yrityksen keino jakaa sitä tietämystä, mitä yrityksellä on tuotteidensa käytöstä ja kalastuksesta yleensä, ja samalla esitellä kauden tuotteet. Yrityksenä Kuusamon Uistin on vakiinnuttanut paikkansa kalastajien sydämissä vastuullisena tehokkaiden kalastusvälineiden valmistajana.

Yrityksen brändi asettaa yrityksen tuotteille laadullisia vaatimuksia. Brändipääoma on lisäarvo, jonka ansiosta tuotteista voidaan laskuttaa korkeampia hintoja kuin kilpailevista, usein vähemmän tunnetuista tuotteista (Gad 2000, 49). Kuusamon Uistin tunnetaan kalastajien ja muiden eräharrastajien keskuudessa ennen kaikkea hyvin toimivista tuotteistaan. Brändinä Kuusamon Uistin on suomalaista kaipuuta luonnon hiljaisuuteen, elämyksiä vavan varressa ja vastuunkantoa ympäristöstä. Professori, Räsänen, Puukala ja Lätkä löytyvät hyvin usean kalastajan uistinrasiasta ja muistoista. Saaliit, joita Kuusamon Uistimen tuotteilla on saatu, ovat pitkän ajan tuotekehityksen tulosta.

Kuusamon Uistimen brändi mahdollistaa tuotteiden myymisen korkealla kuluttajahinnalla tuotteiden korkean laadun ja hyvin suunnitellun toiminnallisuuden vuoksi. Alalla toimii paljon yrityksiä, joiden tuotteet näyttävät hyvältä, mutta niiden kalastavuuteen ei ole riittävästi panostettu. Usein myös niiden kalastavuuskin on todennettu jonkin muun maan vesistöissä. Uistinmarkkinoilla on liikkeellä myös paljon plagiaatteja maineikkaista uistimista, ja useat Kuusamon Uistimen tuotteet ovat jo pitkään olleet plagioinnin kohteena. Plagiaatit kilpailevat hinnalla, mutta Kuusamon Uistin panostaa

kotimaiseen laatutyöhön ja korkealuokkaiseen laatuun tuotteen toiminnallisissa ja esteettisissä tekijöissä.

Kuusamon Uistimen tuotteet valmistetaan Kuusamossa. Kuusamon Uistimen uistimien kuluttajahinta on Aasian maissa tuotteensa valmistuttavien kilpakumppanien tuotteisiin verrattuna korkea, mutta niiden toiminta on taattu. Esimerkiksi teoksessa *50 parasta uistinta kautta aikojen* Juha Jormanainen (2009) asettaa Kuusamon Uistimen tuotteita sijoille 2, 4 ja 39. Käyttäjät ovat valmiita maksamaan laadusta, ja siitä syystä Kuusamon Uistimen tuotannon on suunniteltu pysyvän vastaisuudessakin Suomessa.

Tänä päivänä Kuusamon Uistin on Suomen suurin metalliuistinten valmistaja ja se valmistaa ja myy yli 50 erilaista uistinta ja kalastustarviketta. Sen liikevaihto oli 2 627 000 euroa vuonna 2013 ja se työllistää noin 30 ihmistä. Kuusamon Uistimen tuotteita myydään ympäri maailmaa, mutta suurin osa tuotteista menee Suomen ja Venäjän markkinoille.

1.2. Tutkielman rakenne

Tutkielmani ensimmäinen kappale sisältää motivaationi aiheen tutkimiseen ja Kuusamon Uistimen lähtökohtien kuvauksen. Ensimmäisessä kappaleessa esittelen tutkimuksen kohteen, tutkimusaineiston, tutkimusmenetelmät ja tutkimuskysymyksen. Toisessa kappaleessa avaatan tutkimuksen teoreettista viitekehystä ja keskeisiä käsitteitä, sekä kerron harrastuskalastuksesta tuotealueena teollisen muotoilun näkökulmasta.

Tutkielmani kolmannessa kappaleessa analysoin aineistolähtöisen laadullisen sisällönanalyysin menetelmin Kuusamon Uistimen perinteistä tuotekehitysprosessia ja käyttämäni 3D-suunnittelua korostavaa tuotekehitysprosessia. Neljännessä kappaleessa analysoin Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin ja 3D-suunnittelua korostavan tuotekehitysprosessin kuvauksia ja vertailen syntyneitä analyysejä keskenään.

Neljännessä kappaleessa esittelen myös Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin tuloksena syntyneitä, yrityksen menestyneimpiä tuotteita.

Viidennessä kappaleessa esittelen *3D-painotteisen tuotekehitysprosessimallin* ja tutkin 3D-suunnittelun sijoittelua ja sen painotusta PK-yrityksen tuotekehitysprosessissa laadullisen tutkimuksen sisällönanalyysin tulosten pohjalta. Kuudennessa kappaleessa pohdin PK-yrityksen lähtökohtien suhdetta 3D-suunnittelun hyödyntämiseen sen tuotekehitysprosessissa ja käsittelen tuotekehitysprosessin muodostamiseen liittyviä tekijöitä PK-yrityksen kontekstissa.

Seitsemännessä kappaleessa ehdotan ratkaisuksi PK-yrityksen tuotekehityksen haasteisiin 3D-suunnittelun *kokonaisvaltaista hyödyntämistä*. Kahdeksannessa kappaleessa kerron omakohtaisten kokemusteni valossa, miten 3D-tekniikan hyödyntämisen integrointi voi vaikuttaa PK-yritysten tuotekehitykseen ja pohdin, miten PK-yrityksen tulisi varautua 3D-tekniikan kehitykseen.

1.3. Tutkimuskohde ja tutkimusaineisto

Tutkin 3D-suunnittelun hyödyntämistä PK-yrityksen tuotekehityksessä. 3D-suunnittelu tutkimuskohteena asettaa keskeiseen asemaan tuotekehitysprosessin, koska 3D-suunnittelu on yksi tuotekehityksen työkaluista. Tutkin 3D-suunnittelua suunnittelutieteen näkökulmasta: haluan tietää, miten PK-yrityksen tulisi hyödyntää 3D-suunnittelun mahdollisuuksia, jotta tuotekehitysprosessi olisi mahdollisimman tehokas ja laadukas.

3D-tekniikka kehitty nopeasti, ja se vaikuttaa yritysten tuotekehitysprosesseihin. Yrityksen tuotekehityksen tarkoituksiin saatavilla oleva uusi tekniikka tai sen kehittyminen aiempaa helpommin tai halvemmin hyödynnettäväksi voi tuoda eteen tilanteen, jossa tuotekehitysprosessin kulkua, menetelmiä ja eri vaiheiden painotusta olisi syytä muokata. Tuotekehitystoiminta PK-yrityksissä on rajallisten resurssien vuoksi

haasteellista, mutta 3D-tekniikan tehokas hyödyntäminen voi parhaimmillaan johtaa hyvin kustannustehokkaaseen ja laadukkaaseen tuotekehitystoimintaan. Haluan selvittää, miten PK-yritys voi hyödyntää tuotekehityksessään 3D-suunnittelua ja 3D-tekniikkaa tehokkaasti, ja miten se vaikuttaa PK-yrityksen tuotekehitysprosessiin.

Tietyissä tuotealueissa, kuten harrastuskalastuksessa, tuotekehityksen lähtökohta on usein suunnittelijan hobbistinen näkemys: suunnittelija kuuluu itse tuotteen kohderyhmään ja omaa siksi hyvän käsityksen tuotteen kohderyhmästä (Kotro 2005, 31). Se voikin olla parhaimmillaan yrityksen voimavara, joka johtaa luovaan ja järkevään tuotekehitystoimintaan (Kotro 2005, 192) Tuloksena voi olla onnistunut tuote, mutta käyttäjätietoa kokonaan hyödyntämättä toteutettu tuotekehitysprosessi voi johtaa suunnittelijan oman näkemyksen ylikorostumiseen. Se taas voi johtaa lopputuotteeseen, joka ei vastaa käyttäjän tarpeeseen ja sitä kautta epäonnistumiseen tuotekehitysprosessissa. Suunnittelijan oma tietopohja tuotealueesta on joukko subjektiivisia mielipiteitä, joiden tukena kannattaa käyttää tuotteen kehiteltävän tuotteen kannalta tarkoituksenmukaista käyttäjätietoa. Teollisena muotoilijana ja harrastuskalastajana minulla on hobbistista tietämystä Kuusamon Uistimen kohderyhmästä ja tuotteiden käytöstä. Tutkin 3D-suunnittelun hyödyntämistä Kuusamon Uistimen kontekstissa ja hobbistinen tietämykseni liittyy siihen olennaisesti. Hobbistinen tietämys tuotekehityksen keskeisillä tekijöillä on ollut Kuusamon Uistimen tuotekehityksen olennainen voimavara yrityksen perustamisesta lähtien.

Tutkimusaineisto koostuu omasta työkokemuksestani yrityksen teollisena muotoilijana, yrityksen tuotekehitystoiminnan havainnoinnista, tuotekehitysprosessien tuloksina syntyneistä tuotteista ja valmiiden sekä keskeneräisten tuotekehitysprosessien tuotekehitysvaiheiden tuotekuvista. Tuotekehitysteorian ja oman havainnointini pohjalta teen prosessikuvauksen Kuusamon Uistimen perinteisestä tuotekehitysprosessista ja työharjoittelussa käyttämästäni 3D-suunnittelua korostavasta tuotekehitysprosessista.

1.4. Tutkimusmenetelmät ja tutkimuskysymys

Tutkielmani on tapaustutkimus, sillä tutkin 3D-suunnittelun hyödyntämistä yhden PK-yrityksen kontekstissa. Työharjoittelussa käyttämäni tuotekehitysprosessin muodostaminen ja 3D-painotteisen tuotekehitysprosessin muodostaminen perustuu Kuusamon Uistimen tavoitteisiin, toimialaan, konekapasiteettiin ja tuotekehityksen resursseihin. 3D-painotteisen tuotekehitysprosessimallin muodostaminen pohjautuu tapaustutkimuksen menetelmin saatuun tietoon, mutta sen muodostamisessa käytän suunnittelutieteen menetelmiä.

Tapaustutkimukseen on usein sisällytetty erilaisia tutkimusmenetelmiä, minkä vuoksi sitä voidaan pitää enemmänkin tutkimusstrategiana, johon sisältyy erilaisia tutkimusmenetelmiä. Tapaustutkimukseen kuuluu kiinnostus jonkinlaista jännitettä kohtaan, jolloin se ei ole ainoastaan kuvaus jostain tapahtumasta tai ilmiöstä tai niiden sisällöstä. (Laine, Bamberg & Jokinen 2007, 9-10.) Tutkimukseni ”jännite” on 3D-suunnittelun hyödyntäminen ja sen sijoittuminen tuotekehitysprosessiin PK-yrityksen tuotekehityksessä. Sen tarkempaan tutkimiseen tapaustutkimuksen sisällä käytän analyysimenetelmänä laadullisen tutkimuksen aineistolähtöistä sisällönanalyysiä.

Tapaustutkimuksen tavoitteena on ymmärryksen lisääminen tutkittavasta tapauksesta ja olosuhteista, joiden lopputuloksena tapauksesta tuli sellainen kuin tuli (Laine, Bamberg & Jokinen 2007, 10). Laadullisessa tutkimuksessa nojataan ensisijaisesti tutkimusaineistoon ja sen vuoksi sitä sanotaan myös tutkimuslogikaltaan aineistolähtöiseksi (Anttila 2006, 184). Laadullisen tutkimuksen aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä tarkoitetaan kolmivaiheista prosessia, johon kuuluvat aineiston redusointi, ryhmittely ja johtopäätös vaihe. Ensimmäisessä vaiheessa aineisto redusoidaan eli pelkistetään. Tämä pelkistetty aineisto ryhmitellään helpommin ymmärrettäviksi kokonaisuuksiksi. Viimeisessä vaiheessa aineistosta johdetaan tutkimustuloksia ja luodaan teoreettisia käsitteitä. (Miles & Huberman 1994, 10-11) Aineistolähtöisessä analyysissä tavoitteena on luoda tutkimusaineistosta teoreettinen kokonaisuus,

ja analyysiyksiköiden valinta tapahtuu tutkimusaineistosta tutkimuksen tarkoituksen ja tehtävänannon mukaisesti (Tuomi & Sarajärvi 2002, 97). Käyttämäni tutkimusstrategian ja tutkimusmenetelmien tarkoituksena on hahmottaa tutkimuskohde kokonaisvaltaisesti ja löytää tutkimusaineistosta taustalla olevia ilmiöitä, joita muuten on hankala havaita ja ymmärtää.

Aineistolähtöisen laadullisen sisällönanalyysin analyysiyksikköinä käytän *tuotteen parametreja muuttavaa toimintaa*, mikä tuo esille tuotekehitysprosessien erot käytännön tasolla. Kuvaan kummatkin tuotekehitysprosessimallit ja analysoin niitä valitsemieni analyysiyksikköjen avulla. Tuotteen parametreja muuttavalla toiminnalla tarkoitan työvaiheita ja toimenpiteitä, jotka muuttavat jollain tapaa tuotteen toiminnallisia, esteettisiä tai valmistusteknisiä tekijöitä. Tutkin tuotekehitysprosessien eroja näiden analyysiyksikköjen avulla, koska tuotekehitystoiminnan syvin olemus kiteytyy tuotteen parametreja olennaisesti muuttaviin työvaiheisiin ja toimenpiteisiin.

Luonnontieteissä tutkitaan luonnollisia kohteita ja ilmiöitä, kun taas suunnittelutieteessä tutkitaan keinotekoisia kohteita ja ilmiöitä (Simon 1995, 2). Suunnittelutiede pyrkii muotoilemaan ammattitaitoa ilmaisevia ja tehostavia ehdollisia toimintaohjeita (Niiniluoto 2003, 174). Suunnittelu on systemaattista toimintaa, jossa etsitään ohjetta asetetun tavoitteen tehokkaaksi toteuttamiseksi voimavarojen kannalta optimaalisella tavalla (Niiniluoto 2003, 20). Niiniluodon mainitsemaa ohjetta asetetun tavoitteen tehokkaaksi toteuttamiseksi voimavarojen kannalta optimaalisella tavalla kutsutaan teollisessa muotoilussa tuotekehitysprosessiksi. Tuotekehitysprosessi on sarja työvaiheita, joiden läpikäymisen tarkoituksena saada aikaan laadukas tuote mahdollisimman kustannustehokkaasti. Tuotekehitysprosessien muotoilu on käytännössä suunnittelun suunnittelemista, mikä tekee muotoilun tutkimuksessa tuotekehitysprosessista keskeisen tutkimuskohteen suunnittelutieteen näkökulmasta.

Suunnittelutieteissä usein perimmäinen motivaatio on halu tietää, miten jokin voitaisiin tehdä paremmin. Suunnittelutieteen näkökulmasta

tuotekehitysprosessi on tapahtumapolku, jonka tapahtumien sisältö ja niiden suhde vaikuttaa prosessin lopputulokseen. Teollinen muotoilu suunnittelutieteenä ei keskity jonkin tietyn tuotteen kehittämiseen, vaan siihen, että mitä pitäisi tehdä, jotta tuotteet olisivat tulevaisuudessa parempia. Teollinen muotoilu suunnittelutieteenä kiteytyy tuotekehitysprosessiin ja sen kehittämiseen. Tuotekehitysprosessi on erinomainen esimerkki suunnittelutieteen tutkimuskohteista, sillä suunnittelutieteessä on kyse myös ennustusten todentamisesta ja siitä tuotekehitysprosessien tuloksien muodossa on helppo tehdä johtopäätöksiä. Valitsemalla tutkimusaineistoksi tuotekehitysprosessi, jonka lopputulos on valmis tuote, on myös selvillä se, että minkälainen lopputulos sen tyyppisessä tuotekehitysprosessissa voi olla. Kun prosessi on hyvin analysoitu ja sen lopputuotos on selvillä, tiedetään hyvin paljon tuotekehitysprosessin luonteesta ja sen vaikutuksesta lopputuotokseen. Kokonaisvaltainen tapaustutkimuksen menetelmin saatu tieto antaa suunnittelutieteen menetelmille hyvän aineiston, josta voidaan tehdä johtopäätöksiä. Hyvä aineisto auttaa suunnittelemaan vielä parempaa tuotekehitysprosessia, jonka tarkoituksena on johtaa tulevaisuudessa parempiin tuotekehitystuloksiin.

Suunniteltavan tuotteen merkittävimpien kehitysvaiheiden erittely ja niissä tapahtuvan toiminnan tarkempi tutkiminen ovat avain hyvään kokonaiskäsitykseen tarkoituksenmukaisen tuotekehitysprosessin muodostamisesta PK-yrityksen tarpeisiin. Analysoin ensin Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin ja työharjoittelussa käyttämäni tuotekehitysprosessin jäsentelemällä ne omiksi vaiheittaisiksi prosesseikseen, jonka jälkeen tarkastelen niiden välisiä eroja ja yhtäläisyyksiä valitsemieni analyysiyksikköjen avulla. Tutkimusaineiston analyysivaiheen jälkeen hahmottelen 3D-suunnittelun tehokasta käyttöä PK-yrityksen tuotekehitysprosessissa suunnittelutieteen menetelmin hyödyntäen laadullisen tutkimuksen sisällönanalyysin tuloksia.

Tutkimuskysymykseni on: *Miten 3D-suunnittelua ja 3D-teknologiaa tulisi hyödyntää PK-yrityksen tuotekehityksessä?* Haluan selvittää, millaista on 3D-suunnittelun *tehokas hyödyntäminen* PK-yrityksen tuotekehityksessä ja

minkälaisia 3D-suunnittelun hyödyntämisen mahdollistamia prototypointimenetelmiä PK-yrityksen kannattaisi käyttää. Tarkentava kysymykseni on, *missä vaiheissa tuotekehitysprosessia 3D-suunnittelua ja 3D-teknologiaa tulisi hyödyntää ja miten?* Tutkielmani tuloksena on tietoa 3D-suunnittelun tehokkaasta hyödyntämisestä PK-yrityksen tuotekehitysprosessissa sekä 3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli, joka on muodostettu suunnittelutieteen menetelmin ja pohjautuu laadullisen tutkimuksen sisällönanalyysin tuloksiin. Syntynyt tieto keskittyy 3D-suunnittelun ja 3D-teknologian hyödyntämiseen, sijoittamiseen ja painottamiseen PK-yrityksen tuotekehitysprosessissa.

Ensimmäinen hypoteesini on, että 3D-suunnittelun tehokas hyödyntäminen PK-yrityksen tuotekehityksessä johtaa tuotekehitysprosessin nopeutumiseen, suunniteltavan tuotteeseen liittyvän kommunikoinnin helpottumiseen yrityksen eri toimijoiden välillä tuotekehitysprosessin eri vaiheissa ja edesauttaa sitä, että lopputuote on yrityksen tavoitteiden mukainen. Toinen hypoteesini on, että 3D-suunnittelun hyödyntäminen yrityksen tavoitteet ja rajoitteet huomioon ottaen alentaa tuotekehityskustannuksia tuntuvasti.

2. Tuotekehitys 3D-tekniikan kehittyessä

”Voitollinen toiminta riippuu yhdestä asiasta: kyvystä myydä tuotteita tai palveluja suuremmalla hinnalla, kuin mitä niiden valmistamiseen tai hankkimiseen on käytetty (Reinertsen 1997, 10).” Usein tuotekehityskustannukset ovat yritykselle suuri menoerä. Tuotekehityssyklin tulisi olla nopea, jotta tuotekehityksen kulut voidaan pitää alhaisina. Yrityksen tuotekehitysprosessin tulee kuitenkin olla laadukas, sillä epäonnistumisella tuotekehityksessä voi olla yritykselle katastrofaalisia seurauksia. 3D-tekniikan kehittyminen tarjoaa mahdollisuuksia yrityksen tuotekehityssyklin nopeuttamiseen ja parhaimmillaan myös sen tuloksien parantumiseen.

1980-luvulla 3D-tulostustekniikka oli vain suurten yritysten ja virastojen käytössä prototyyppityökaluna. Myös 3D-suunnitteluohjelmistot olivat siihen aikaan kalliita, mutta kymmenessä vuodessa 3D-suunnitteluohjelmistoista tuli hinnan alenemisen vuoksi yleisiä tuotekehityksen työkaluja. Tarve valmistaa 3D-suunnitteluohjelmistoilla suunniteltuja tuotteita ja niiden osia ilman työkalukustannuksia loi uudenlaiset markkinat, joihin vastaukseksi kehitettiin 3D-tulostustekniikkaa hyödyntävät laitteet. Kova kilpailu vaikutti puolestaan 3D-tulostuksen kehittymiseen kohtuullisin kustannuksin hyödynnettäväksi prototyyppimenetelmäksi. 3D-tulostustekniikan kehitys johti siihen, että kouluilla ja muotoilutoimistoilla oli varaa nyt operoida omilla koneillaan. Nykyään pienemmistä 3D-tulostusta suorittavista järjestelmistä käytetään nimitystä 3D-tulostin (Hallgimsson 2012, 66.). 3D-tekniikan alueelta erityisesti 3D-tulostustekniikan hyödyntäminen tuotekehitysprosessissa on tutkielmassani keskeisessä asemassa. 3D-tulostus kuuluu nopean prototyyppinnin (Rapid prototyping) menetelmiin, eli RP- menetelmiin, joiden kehittyminen tuo jatkuvasti uusia mahdollisuuksia tuotekehitysprosessin muodostamiseen.

Tuotekehitys on toimintaa, joka tavoitteena on laadukas, käyttäjälle arvoa tuova tuote, jonka voi myydä kohderyhmälle voitollisesti. Voiton maksimoimiseksi tuotekehityksen on syytä olla nopeaa ja kustannustehokasta, ja sen tuloksena

syntyvän tuotteen tulisi vastata käyttäjän tarpeisiin. 3D-suunnittelua käytetään tuotekehityksen työkaluna monin eri tavoin. Konseptisuunnittelussa teollisilla muotoilijoilla on erityisen vahva rooli, koska uudet tuotekonseptit perustuvat usein oivaltavaan tapaan vastata markkinoilla piileviin mahdollisuuksiin, eli sosiaalisten tekijöiden, teknologisten mahdollisuuksien sekä taloudellisten rajoitteiden muuntamiseen tuoteominaisuuksiksi (Kokkonen et al. 2005). Konseptisuunnitteluvaihe ja prototypointivaihe ovat usein toisiaan täydentäviä vaiheita tuotekehitysprosessissa, ja 3D-teknologiaa voidaan hyödyntää kummassakin vaiheessa riippuen siitä, millaista tietoa suunniteltavasta tuotteesta halutaan.

Vuodesta 1970 vuoteen 1995 tuotteiden muodon ja rakenteen kompleksisuuden voidaan katsoa kolminkertaistuneen. Vuonna 1970 prototyypin tekemiseen projektinjohtaja olisi voinut määrätä 4 viikkoa, kun vuonna 1980 vastaavan tuotteen valmistamiseen käytettävä aika oli 16 viikkoa. Vuonna 1980 teknologinen kehitys oli tuonut mukanaan varhaiset 2D- ja 3D-CAD-ohjelmistot, CNC-jyrsimet ja laserleikkauksen. Silloin relatiivinen kompleksisuuskerroin oli noin 2. Vuonna 1995 vastaavan tehtävän suorittamiseen taas määrättiin 3 viikkoa ja relatiivinen kompleksisuuskerroin oli noin 3. (Chua et al. 2003, 14.)

Muutaman viime vuoden aikana prototyyppien valmistusmenetelmissä on tapahtunut suuri, teknologialähtöinen murros 3D-tulostuksen saavutettua kaupallisen tason. Kaupallisen tason saavuttaminen johtuu osin suurten 3D-tulostusteknologiaa valmistaneiden yritysten patenttien raukeamisesta. Uusien toimijoiden tultua 3D-tulostusmarkkinoille on 3D-tulostusteknologian ennustettu kehittyvän nopeaan tahtiin. Se taas johtaa tuotekehityksessä prosessitekniisiin muutoksiin ja sitä kautta tuotekehityssyklin nopeutumiseen. 3D-teknologian aallonharjalla pysyminen ja sen tehokas hyödyntäminen mahdollistaa yrityksen tuotekehityksen henkilöstön suoriutumisen tuotekehitystehtävistä laadukkaammin ja nopeammin.

Tutkielmassani käytän tietokoneavusteisesta suunnittelusta nimitystä 3D-suunnittelu, sillä se on mielestäni parempi termi tuotekehityksen kontekstissa. Tutkielmani kontekstissa 3D-suunnittelun hyödyntäminen koostuu 3D-

geometrian hyödyntämisestä visualisointityökaluna, protopointityökaluna ja tuotannon työkalujen valmistukseen käytettävänä työkaluna.

2.1. Tuotekehityksen lähtökohdat

Tuotekehityksen lähtökohdat ovat tuotekehitysprosessin perusta. Käytän Ulrichin ja Eppingerin (2000) sekä Caganin ja Vogelien (2002) tuotekehitysprosessikuvauksia tutkielmani teoreettisena viitekehityksenä. Näiden tuotekehitysprosessikuvausten tukena käytän Aspelundin (2006) suunnittelijan luovuutta painottavaa idean materialisointimallia, joka tuo kontrastia asteittäisiin ja spesifeihin tuotekehitysprosessikuvauksiin. Tutkielmani sijoittuu suunnittelutieteen viitekehitykseen, sillä sen tavoitteena on tuottaa tietoa 3D-suunnittelun tehokkaasta hyödyntämisestä PK-yrityksen tuotekehitysprosessissa.

Ulrich ja Eppinger (2000, 2-3) jakavat kannattavan tuotekehityksen olennaiset tekijät viiteen eri ryhmään: tuotteen laatuun, tuotteen kustannuksiin, tuotekehitysaikaan, tuotekehityskustannuksiin ja tuotekehityskapasiteettiin. Tuotteen laatu ja siitä osin johtuva markkinaosuus määräytyy sen mukaan, miten laatu ja hinta kohtaavat tuotteessa. Tuotteen kustannuksilla tarkoitetaan tuotteen valmistuskustannuksia, jotka koostuvat siitä, mitä yksi tuote yritykselle maksaa. Tuotteen kustannukset määräytyvät työkaluinvestoinneista ja muista tuotteeseen liittyvistä kustannuksista, jotka ovat suhteessa valmiista tuotteesta saatavaan katteeseen, riippuen tuotteen menekistä ja hinnasta kuluttajalle. Tuotekehitysjalla tarkoitetaan aikaa ja resursseja, joka käytetään tuotekehitykseen tuotekohtaisesti. Tuotekehityskustannukset koostuvat tuotekehitykseen käytetyistä resursseista, kuten henkilöstökustannuksista ja tuotekehitykseen käytettyjen työkalujen ja materiaalien hinnasta. Tuotekehityskapasiteetilla tarkoitetaan yrityksen tuotekehityksen opettavaa luonnetta; oikein dokumentoidun tuotekehitystoiminnan tarkoitus on myös nopeuttaa ja auttaa tulevilla tuotekehityksiprojekteilla. (Ulrich ja Eppinger 2000, 2-3.)

”Kyky havaita tuotemahdollisuuksia, asiakastarpeiden syvälinen ymmärtäminen ja niiden jalostaminen konkreettisiksi ideoiksi ja teknisen suunnittelun, teollisen muotoilun ja markkinoinnin aito yhdistäminen ovat kolme tärkeää tekijää tuotekehityksen onnistumisessa ja yrityksen menestymisessä” (Cagan ja Vogel 2002, 40). Yrityksen kannalta tuotekehityksen tärkein päämäärä on saada aikaan tuote, joka tuottaa mahdollisimman paljon voittoa yritykselle. Tuotekehityskustannukset ovat usein suuri osa tuotteen kokonaiskustannuksia ja siitä syystä yrityksen tuotekehitykseen ja tuotekehitysprosesseihin on kiinnitettävä huomiota. PK-yrityksissä tuotekehityksen resurssit ovat vaihtelevia verrattuna suuriin monikansallisiin yrityksiin, joilla usein on hyvin pitkälle kehittynyt tuotekehityskoneisto. Suurilla yrityksillä on käytössään mittavat resurssit ja usein pitkä historia tuotekehityksessä. Tuotekehityshistorian yritykselle tuoma tieto auttaa muodostamaan yritykselle oikeanlaisen tuotekehitysprosessin ominaispiirteineen, ja auttaa sitä estämään epäonnistumisia tuotekehityksessä. Tämä tieto kuuluu yrityksen liikesalaisuuksiin, joka auttaa sitä menestymään kilpailevia yrityksiä vastaan. Suurilla yrityksillä on myös varaa palkata useita suunnittelijoita, jotka omaavat erilaisia taitoja projektijohtamisesta tuotekehitysprosessin alkupään ideointiin. Tilanne on päinvastainen monissa PK-yrityksissä, joiden ensimmäinen tavoite on kasvaa, eikä niillä usein ole taloudellisia mahdollisuuksia palkata useita tuotekehitysosajia. Siitä syystä PK-yritykselle oikeanlaisen tuotekehitysprosessin muodostamiseen vaikuttaa olennaisesti sen käytettävissä olevat taloudelliset resurssit ja toimialakohtaiset erityispiirteet.

Tuotekehityksen lähtökohtien ymmärtäminen on tärkeä tekijä tuotekehitysprosessin hahmottamisessa. Tuotekehitys voi olla käyttäjälähtöistä, suunnittelijälähtöistä, tuotantolähtöistä, teknologialähtöistä tai kyseessä voi olla tuotteiden kustomointi (Kettunen 2000, 49–50). Käyttäjälähtöinen tuotekehitys lähtee asiakkaan, käyttäjän tarpeesta. Käyttäjälähtöisessä tuotekehityksessä yritys käyttää käyttäjätietoa, kohderyhmän mielipiteistä koostuvaa tietoa, jota kerätään haastatteluin tai havainnoimalla käyttäjiä tuotteen käyttötilanteessa. Konseptisuunnitteluvaiheessa käyttöä ja käyttäjiä koskevaa tietoa tarvitaan (ja

jalostetaan) niin vaatimusmäärittelyn ja spesifikaatioiden tekemisessä, tuotekonseptien luomisessa ja arvioinnissa kuin valitun tuotekonseptin arkkitehtuurin ja yksityiskohtien suunnittelussakin (Hyysalo 2009, 61).

Teknologia­lähtöisessä tuotekehityksessä yritys kehittää sovelluksia tietylle teknologialle, rakenteelle tai muodolle, ja löytää sitten sopivat markkinat tuotteelle. Tuotantolähtöisessä tuotekehityksessä lähtökohtana on olemassa oleva teknologinen systeemi, johon yritys investoinut paljon, ja sitä halutaan käyttää hyväksi. Kustomointi tuotekehityksen lähtökohtana tarkoittaa variaatiota standardituotteesta ja kehitetään asiakkaan omien toiveiden mukaisesti. (Kettunen 2005, 49–50). Suunnittelijalähtöisessä tuotekehityksessä tuoteidea tulee usein suunnittelijalta itseltään ja toimii tuotekehitysprosessin lähtökohtana. Kuusamon Uistimen historian aikana tuotekehitys on ollut suunnittelijalähtöistä ja käyttäjälähtöistä, riippuen siitä, onko idea uudesta tuotteesta tullut suunnittelijalta itseltään vai onko tuoteidea esitetty yritykselle käyttäjien toimesta. Joskus tuotteen suunnittelu on myös lähtenyt ideasta hyödyntää uudenlaisia ominaisuuksia omaavaa materiaalia, joten Kuusamon Uistimen tuotekehitys on joskus myös teknologia­lähtöistä.

Tuotekehitysprosessissa suunnittelijan oman näkemyksen arvostaminen on tärkeää, jotta myös lennokkaat, uutuusarvoa omaavat ideat kuuluisivat olennaisesti prosessiin. Koska ihmiset eivät usein tiedosta käytöksensä syvimpiä tunteisiin liittyviä ja psykologisia tekijöitä, he eivät usein ole myöskään tietoisia vaihtoehdoista, jotka voisivat täyttää heidän piilevät toiveensa (Carlopio 2010, 54). Lopullisten tuotekonseptien valinnassa on hyvä käyttää erilaisia eri tuoteideoiden arvioimiseen suunniteltuja työkaluja, joiden tehtävänä on luoda parempi kokonaiskuva tuoteideasta. Näissä työkaluissa tuotteen toiminnalliset, esteettiset ja valmistustekniset määritelmät yhdistettynä käyttäjätiedon hyödyntämiseen toimivat analyysiyksikköinä. Tuotekehitysprosessin muodostamisessa ja sen eri osien arvottamisessa on syytä huomioida, ettei käyttäjätiedon hankintamenetelmin saatu tieto ole ainoa totuus, vaikka se voi olla lähellä sitä. Koska käyttäjät eivät aina tiedä, mitä he tarkalleen ottaen haluaisivat, on myös suunnittelijan omalla näkemyksellä suunniteltavasta tuotteesta oma arvonsa.

2.2. Tuotekehitysprosessi

Tietä ideasta tuotteeksi käsitellään lukuisissa erilaisissa tutkimuksissa. On useita erilaisia asteittaisia tuotekehitysmalleja, joiden läpikäymisen tarkoituksena on materialisoida tuoteidea mahdollisimman laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Kuitenkin prosessi puolittaisesta ja luovasta ideasta onnistuneesti suoritetuksi tuotekehitysprosessiksi on täynnä riskejä ja epäonnistumisia (Bruce & Bressant 2002, 5). Tuotekehityksen päämäärän määrittäminen ja lähtökohtien tiedostaminen auttavat yritykselle tarkoituksenmukaisen ja mahdollisimman tehokkaan tuotekehitysprosessin hahmottamisessa.

Tuotekehitysprosessit ovat lähtökohdiltaan aina erilaisia riippuen yrityksen motivaatiotekijöistä. Viisi Kettusen (Kettunen 2005, 49–50) esittelemää tuotekehityksen lähtökohtaa eroavat toisistaan olennaisesti, mutta yrityksen lokerointi niiden mukaan voi olla hankalaa. Esimerkiksi Kuusamon Uistimen tuotekehityksen lähtökohdat ovat jossain suunnittelijälähtöisen, käyttäjälähtöisen, teknologialähtöisen ja tuotantolähtöisen tuotekehityksen määritelmien välimaastossa. Myös saman yrityksen eri tuotteiden tuotekehitysprosessit voivat lähteä eri lähtökohdista.

Karl Aspelund (2006) kertoo kirjassaan polusta, jonka idea kulkee läpi muuttuessaan mielikuvitusmaailmasta objektien maailmaan. Sallimalla polun mutkitella rajoittamatta sen kulkua sen kummemmin, ja pitämällä huolen siitä, että prosessi tekee tarvittavat hyvin suunnitellut pysähdykset matkallaan, suunnittelijat voivat tarkastella ja ymmärtää tuotteen evoluutiota jokaisessa pysähdyksessä pysäyttämättä idean evoluutiota. (Aspelund 2006, 3.) Aspelund kuvaa idean kehitysprosessia seitsemällä eri askeleella. Aspelundin mallissa tuotteen sijasta kehityksen alla ovat teollisen muotoilun lisäksi eri alojen suunnittelijoiden ideat. Kuvailtu idean kehitysprosessi alleviivaa suunnittelijan luovuutta ja kykyä kehittää ideaa suunnittelijan toiminnan olennaisena voimavarana.

Vaihe 1: Inspiraatio

Aspelund kuvaa inspiraatiovaiheen rakastumista vastaavaksi tilaksi, jossa idea on ottanut otteen suunnittelijastaan. Idea on mielessä päivin ja öin, ja suunnittelija miettii ja kehittää sitä mielessään.

Vaihe 2: Identifikaatio

Idea energia muutetaan kestävään muotoon, eli se *identifioidaan*. Identifiointi käsittää idean parametreja ja abstraktit muodot muuttuvat määritellyiksi muodoiksi. Idea muodostuu omaksi identiteetiksi.

Vaihe 3: Konseptointi

Ideasta tulee yksityiskohtainen, konsepti, jolla on omat erityispiirteensä. Idea saa muotonsa ja oman elämänsä, jonka jälkeen suunnittelijan ja konseptin välille syntyy tietynlainen suhde. Konseptointivaiheen jälkeen idealle ei voi tehdä enää mitä tahansa; se sietää muutoksia vain tiettyyn pisteeseen asti.

Vaihe 4: Tutkimus- ja jalostus

Idean yksityiskohdat, rakenne ja rajoitukset päätetään tässä vaiheessa. Konseptointivaiheessa hahmotellut määritelmät ideassa lyödään lukkoon eikä niitä ole tarkoitus enää muuttaa. Jos konseptin määritelmiä, jotka tässä vaiheessa jalostetaan pitäviksi, muutetaan, suhde suunnittelijan ja idean välillä muuttuu. Tämän vaiheen tutkimus käsittää idean inspiraation uudelleentarkastelun, jossa suunnittelijan on tutkittava alkuperäisen inspiraation ydintä ja vakuuttua siitä, että juuri tämä konsepti on oikea. Jos inspiraatiovaiheen idea ei enää ole yhtä hohdokas kuin aikaisemmin, on syytä miettiä, oliko idea alun perinkään niin laadukas kuin se suunnittelijan mielessä oli.

Vaihe 5: Määritelmä / mallinnus

Jos idea on suunnittelijan mielestä oikea ja tarkoituksenmukainen, se materialisoidaan. Materialisointi toteutetaan yhdistämällä kokemukset ja

löydökset ideasta ja muodostamalla siitä paras mahdollinen rakenne idealle. Tässä vaiheessa tehdään ideasta fyysisiä malleja, joiden tarkoituksena on todentaa tuotteen elinkelpoisuus ja vastaavuus alkuperäiseen konseptiin.

Vaihe 6: Kommunikaatio ja tuotanto

Tässä ja aikaisemmassa vaiheessa suunnittelija työstää ja vakiinnuttaa tuotteen yksityiskohdat. Kommunikaatio tuotteeseen liittyvien ihmisten kanssa ja tuotantoon saattaminen kuuluvat tähän vaiheeseen. Jos jotain uutta tuotteeseen liittyen ilmenee tässä vaiheessa, johtuu se yleensä edellisten vaiheiden vaatimusten täyttämättä jättämisestä.

(Aspelund 2006, 3-4.)

Aspelundin idean kehitysprosessi on yleinen kuvaus prosessista, joka auttaa suunnittelijaa pääsemään päämääräänsä: toteuttamaan inspiraationsa tarkoituksenmukaiseksi fyysiseksi tuotteeksi. Idean inspiraation säilyttäminen prosessin alusta loppuun on tärkeää, sillä niin voidaan välttää kompromissein pilattu lopputuotos. Tuotekehitysprosessissa liiallinen kompromissien teko tuotteen parametreissa voi usein himmentää tuotteen idean, ja sen tuloksena on tuotteen arvon aleneminen käyttäjän silmissä. Briljantti design vaatii hyvän idean ja prosessin, joka vaalii idean sisintä. Aspelundin mallin erikoisuus tulee esille tutkimus- ja jatkojalostusvaiheessa, jossa inspiraatiovaiheen ideaan palataan ja verrataan sitä ideaan, johon vaikuttaa reaali maailman rajoitukset. Teollisen muotoilun näkökulmasta Aspelundin mallin neljännessä vaiheessa kiteytyy lennokkaiden ideoiden törmäminen suunniteltavan tuotteen taloudellisiin ja valmistusteknisiin rajoituksiin.

Perinteisissä tuotekehitysprosessimalleissa tuotekonsepti on likimääräinen kuvaus siitä, että minkälainen tuotteesta tulee. Tässä piilee perinteisten tuotekehitysprosessimallien ongelma: konseptivaiheessa tuotekehitysprosessiin on käytetty paljon aikaa ja resursseja, ja tuotekonseptien valinnan jälkeen on tuskallisen kallista palata uudelleen konseptivaiheeseen, jos alkuperäisen konseptin idea himmenee tuotevaatimusten täyttämiseen liittyvien

kompromissien johdosta. Teollisen muotoilun näkökulmasta Aspelundin mallissa kehiteltävä tuotekonsepti lyödään lukkoon vasta siinä vaiheessa, kun tuotevaatimukset on täytetty ja tuotteeseen liittyvät valmistustekniset vaatimukset on huomioitu. Aspelundin malli tuotekehitysprosessina on hieno esimerkki suunnittelijan omaa näkemystä kunnioittavasta tuotekehitysprosessista. Uskon kuitenkin, että Aspelundin malli ei sovellu suurten yritysten monialaisisten tuotekehitystiimien työkaluksi, sillä vain osa näiden yritysten tuotekehityksen suuresta henkilöstömäärästä vastaa tuotteiden pääpiirteiden suunnittelusta. Taloudelliset realiteetit pakottavat suuret tuotekehitystiimit päättämään tuotekonseptista hyvin varhaisessa vaiheessa ja sen jälkeen tuotekonseptiin tehdään yleensä vain pieniä muutoksia, jotka usein liittyvät tuotteen toiminnallisiin ja valmistusteknisiin aspekteihin.

Aspelundin malli on kuitenkin mielenkiintoinen PK-yrityksen tuotekehityksen näkökulmasta, koska se on hyvin kevyt toteuttaa prosessina ja se korostaa suunnittelijan omaa näkemystä. Usein PK-yritysten keskeinen tuotekehityshenkilöstö koostuu yhdestä toimihenkilöstä kouralliseen toimihenkilöitä. Tämän lisäksi tuotekehitykseen jollain tapaa osallistuvia toimihenkilöitä on useita. Tällaisia henkilöitä löytyy esimerkiksi yrityksen johdosta sekä koneistuspuolen ja markkinoinnin toimihenkilöistä. Yrityksmaailmassa suunnittelija ei itse saa päättää kaikesta suunniteltavan tuotteen osalta, vaan kompromissit kuuluvat olennaisesti tuotekehitykseen. Kilpailuetua saavuttaakseen yrityksen on kuitenkin kyettävä tuottamaan sellaisia tuotteita, joita käyttäjät ovat jo kauan kaivanneet. Mielestäni olennainen osa tällaisia tuotteita on suunnittelijan oma näkemys, ja Aspelundin idean kehitysprosessi teollisen muotoilun kontekstissa on oiva työkalu loistavien tuotteiden luomiseen.

Yksi asteittaisista ja spesifeistä tuotekehitysprosessimalleista on Ulrichin ja Eppingerin (2000) tuotekehitysmalli. He jakavat tuotekehitysprosessin kuuteen eri yksityiskohtaiseen vaiheeseen:

Vaihe 0: Suunnittelu

Suunnitteluvaihe edeltää tuotekehitysprojektin hyväksyntää ja tuotekehitysprosessin aloittamista. Sen perustana ovat yrityksen strategia, markkinatavoitteet ja siinä on myös otettu huomioon viimeaikaiset teknologian kehitysaskleet. Se koostuu tuotekehitystehtävän määrittelystä, joka koostuu kohderyhmän määrittelystä, tuotekehityksen taloudellisten tavoitteiden määrittelystä, tuotteeseen liittyvistä olettamuksista ja rajoituksista.

Vaihe 1: Konseptisuunnittelu

Kun käyttäjien tarpeet ovat määritetty, niiden ratkaisemiseksi kehitetään vaihtoehtoisia konsepteja. Konsepteista valitaan yksi tai useampia jatkokehitykseen ja testaukseen. Konsepti on pääpiirteinen kuvaus tuotteesta, joka sisältää muodon, toiminnallisuuden ja tuotteen perusolemuksen.

Vaihe 2: Tuotteen arkkitehtuurin suunnittelu

Kun tuotekonsepti tai tuotekonseptit ovat valittu, tuotteen pääpiirteet ja komponentit jaetaan osiin. Yleensä tässä vaiheessa tuotteen yleisilme ja osien toiminta on määritetty, kuten myös lopullinen kokoonpano.

Vaihe 3: Yksityiskohtien suunnittelu

Tässä vaiheessa määritellään tuotteen muoto, materiaalit, valmistustekniikka ja valmistustekniset toleranssiarvot. Myös tuotteen standardiosat hankitaan alihankintana ja niiden toimittajat päätetään. Tuotannon työkalut suunnitellaan ja tuotteen lopullisen geometrian sisältävät 3D-tiedostot luodaan. Kaksi tätä vaihetta ohjaavaa arvoa ovat tuotantokustannukset ja robusti suunnittelu.

Vaihe 4: Tuotetestaus ja -jatkojalostus

Tuotetestaus ja -jatkojalostusvaiheessa useita valmistustekniikan läpikäyneitä tuotteita testataan. Tuotteiden testauksessa käytetään *alpha*-prototyypppeja, jotka voivat olla vastaavia osia kuin aiotulla valmistustekniikalla tehdyt, muttei välttämättä samalla valmistustekniikalla

toteutettuja osia. *Beta*-prototyypit koostuvat yleensä suunnitellulla valmistustekniikalla tehdyistä osista, joita tulevassa tuotantovaiheessa käytetään. *Beta*-prototyyppejä testataan tuotteiden oikeassa käyttöympäristössä ja niiden on tarkoitus ratkaista tuotteen vastaavuus käyttäjien tarpeisiin.

Vaihe 5: Tuotannon ylösajo

Tuotteen valmistus aloitetaan, ja tuotantoon liittyvät tekijät, kuten työntekijöiden kouluttaminen tuotantoon ja jäljellä olevat tuotannon ongelmat ratkaistaan. Joissain tapauksissa tuotannon ylösajon aikaiset tuotteet toimitetaan koekäyttäjille, joilta halutaan tuotearviointia sen mahdollisista virheistä. Jatkuva tuotanto alkaa, kun tuotteessa tai sen tuotannossa ei ole suurempia virheitä.

(Ulrich ja Eppinger 2000, 15.)

Ulrichin ja Eppingerin tuotekehitysprosessimalli on kestänyt aikaa hyvin ja se on kattava tuotekehitysprosessin kuvaus. Nykyaikana tuotekehityksen paineet saada tuote ideoiden maailmasta fyysiseksi tuotteeksi nopeammin ja laadukkaasti ovat kasvaneet. Ulrichin ja Eppingerin tuotekehitysprosessimalli toimii varmasti suurempien yritysten mittavilla resursseilla ja runsaslukuisella tuotekehityshenkilöstöllä, mutta PK-yrityksen resursseihin verrattuna sentyyppinen tuotekehitysprosessi voi johtaa liian suuriin tuotekehityskustannuksiin. Jokainen yritys tietenkin tähtää mahdollisimman laadukkaisiin tuotteisiin, mutta yritysten pitää myös tulla toimeen niillä resursseilla, joita niillä on sillä hetkellä käytössään. Tuotekehityksen osalta 3D-teknologia-ähtöinen prototypointitekniikan murros on luonut mahdollisuuden tehostaa tuotekehitysprosessia monin eri tavoin. Ulrichin ja Eppingerin tuotekehitysprosessimalli on hyvä kokonaisuus, mutta PK-yritysten resurssit ja 3D-teknologian kehitys tekevät siitä PK-yritysten kontekstissa mielestäni tarpeettoman hitaan ja hintavan prosessin.

Caganin ja Vogelien (2003) tuotekehitysprosessikuvaus painottuu erilailla kuin Ulrichin ja Eppingerin (2000). Caganin malli painottaa tuotekehityksen

vaivalloisen alkutaipaleen (the fuzzy front end) selkiyttämistä, jonka he tekevät jakamalla tuotekehitysprosessin alkupään neljään selkeään osa-alueeseen.

Vaihe 1: Mahdollisuuksien havaitseminen

Tuotekonseptin kehittäminen alkaa tuotemahdollisuuksien havaitsemisesta. Suunniteltavan tuotteen sosiaaliset, taloudelliset ja tekniset (STT) tekijät kartoitetaan ja tuotemahdollisuuksia kuvataan.

Vaihe 2: Mahdollisuuksien ymmärtäminen

Toteuttamiskelpoiset ideat ja tuotekonseptin tunnusmerkit ja hahmotetaan ja tuotteen arvotekijöitä käyttäjälle arvioidaan.

Vaihe 3: Mahdollisuuksien käsitteellistäminen

Tämän vaiheen tuloksena on tuotekonsepti, jonka menestysmahdollisuuksia on tarkasteltu edeltävissä vaiheissa.

Vaihe 4: Mahdollisuuksien käsitteellistäminen

Edeltävät vaiheet kuuluvat tuotekehityksen vaivalloiseen alkutaipaleeseen (fuzzy front end -vaiheeseen). Tuoteidea realisoidaan tuotekonseptiksi tässä tuotekehityksen *siirtymävaiheessa*. Tuotekonsepti on hiottu tuote-ehdotus tuotekehitysohjelman hyväksymistä varten.

Vaihe 5: Innovaation suojaaminen

Hyväksytyä tuotekonseptia edelleenkehitetään ja siitä tehdään prototyyppejä. Lanseerausta valmistellaan prototyyppivaiheen jälkeen. Tuotetta kehitetään niin pitkälle, että siihen liittyvät toiminnalliset, valmistustekniset ja tuotantotekniset ongelmat ovat saatu ratkaistua.

Vaihe 6: Tuotteen lanseeraus

Tuotteelle tehdään valmistuskustannuslaskelmat ja markkinoita tutkitaan entistä tarkemmin. Tuotteen markkinoille viemiseen laaditaan strategia, joka tehtävänä on varmistaa mahdollisimman hyvä tuotto.

Aspelundin malli toimii hyvänä kontrastina Caganin ja Vogelien ja Ulrichin ja Eppingerin malleille sen painottuessa suunnittelijan luovuuden materialisoimiseen asteittaisesti. Caganin ja Vogelien ja Ulrichin ja Eppingerin mallit painottavat kohderyhmän ymmärtämisen tärkeyttä ja tehokkaan tuotesuunnittelun yksityiskohtaista toteuttamista. Nämä tuotekehitysmallit ja Aspelundin malli loivat kontrastia ja toivat perspektiiviä PK-yritykselle sopivan tuotekehitysmallin hahmottamiseen.

Tuotekehitysprosessin mallintamisessa vaiheiden sisältö ja järjestys on hyvin samankaltainen. Yleisesti nämä vaiheet ovat järjestetty yleisestä yksityiskohtaiseen seuraavalla tavalla:

Vaihe 1: Yleinen toiminnallisuuden määrittely

Vaihe sisältää kartoituksen käyttäjien tarpeista ja yleisen kuvauksen tuotteelle asetetuista vaatimuksista.

Vaihe 2: Yksityiskohtainen toiminnallisuuden määrittely (Konseptisuunnittelu)

Konseptisuunnitteluvaihe sisältää kuvauksen tuotteesta, joka tulee olla ensimmäisen vaiheen tuotevaatimusten mukainen. Se sisältää myös tuotteen yksityiskohtien suunnittelun yleisellä tasolla.

Vaihe 3: Struktuurinen suunnittelu

Tässä vaiheessa tuotteen geometria määritellään, ja se voidaan esittää kuvana yleisellä tasolla.

Vaihe 4: Yksityiskohtien suunnittelu

Tuote suunnitellaan yksityiskohtaisesti sisältäen valmistustekniset määritelmät ja materiaalien kustannuslaskelmat.

(Beng et al. 1998 31–32.)

Perinteisessä tuotekehitysprosessissa nämä vaiheet toteutuvat jollain tavalla edeten vaiheesta 1 vaiheeseen 4 (Beng & al. 1998, 32). Beng et al. kiteyttävät tuotekehitysprosessin olemuksen neljään yleisellä tasolla olevaan vaiheeseen. Perinteisten tuotekehitysprosessien erot yleensä löytyvätkin vain prosessin vaiheiden painotuksesta. Tuotekehitystä prosessina voidaan verrata vastaantulevaan kulkuneuvoon pitkällä ja suoralla tiellä: kaukaa katsottuna se näyttää jonkinlaiselta autolta, mutta kun se lähestyy, sen yleispiirteitä alkaa hahmottaa ja kun se on oikein lähellä, auton yksityiskohdat erottuvat selkeästi.

2.3. 3D-suunnittelu ja 3D-tulostus tuotekehityksen työkaluina

On monia erilaisia tapoja hyödyntää tietokoneavusteisen suunnittelun ohjelmistoja, eli CAD (Computer-aided Design) -ohjelmistoja tuotekehityksessä. CAD-ohjelmistoilla suoritetaan numeerista laskentaa, 2D-piirtämistä, 3D-mallintamista ja simulointia. Numeerisella laskennalla lasketaan esimerkiksi erilaisten rakenteiden lujuusarvot, 2D-piirtäminen tarkoittaa tarkkojen piirrosten laatimista tietokoneen avulla, 3D-mallintaminen on kolmiulotteisen ilmiön tai kappaleen luomista kolmiulotteisen koordinaatiston pisteiden ja pintojen avulla. Simuloinnissa voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi 3D-mallinnuksia määräten niille ympäristö ja ympäristön lainalaisuudet, joiden avulla yritetään saada selville kappaleesta tai ilmiöstä jotain.

Prototyyppi on tuotteen kuvaus yhdestä tai useammasta intressin ulottuvuudesta. Jokaisen kappaleen, joka kertoo tuotekehitysryhmälle jotain tuotteesta jostain näkökulmasta, voidaan katsoa olevan prototyyppi. (Ulrich & Eppinger 2000, 275). Nopeat prototyypit antavat suunnittelijalle luvan seurata aavistuksiaan ja sitä kautta johtaa radikaaleihin strategisiin innovaatioihin tai ainakin antaa selkeyttä tiettyihin kysymyksiin (Carlopio 2010, 126).

Rapid manufacturing on käsite nopealle tuotekehityssyklille, joka pitää sisällään RP (Rapid prototyping) -menetelmät ja RT (rapid tooling) -menetelmät. RP-menetelmät koostuvat menetelmistä, joilla valmistetaan fyysisiä ja toimivia

prototyyppejä suoraan 3D-tiedoston geometrian pohjalta (Pham & Dimov 2001, 1). RT-menetelmät hyödyntävät RP-menetelmin valmistetusta prototyypistä saatua informaatiota ja prototyypin tekemiseen käytettyä 3D-geometriaa tuotannon työkalujen valmistuksessa. Tuotannon työkalut valmistetaan usein koneistamalla, eli käyttämällä CNC (Computerized Numerical Control)-koneistusta. CNC- koneet jrsivät karkaistua tai karkaisematonta metallia tietokoneohjatusti annetun 3D-geometrian mukaisesti.

Suurin ero perinteisten CNC-menetelmien ja RP-menetelmien välillä on se, että CNC-menetelmillä yleensä ottaen ainoastaan poistetaan materiaalia määrätyn 3D-geometrian mukaisesti, mutta RP-menetelmin sitä on mahdollista lisätä. CNC-koneistamalla saadaan aikaan todella tarkkoja kappaleita, mutta hitaasti. RP-menetelmin tehty kappale voi sisältää monimutkaisia muotoja ja se voidaan valmistaa hyvinkin nopeasti. (Thompson 2007, 233.)

Shapeways on vuonna 2007 perustettu hollantilaislähtöinen 3D-tulostuspalveluja tarjoava yritys. Shapewaysin palvelumalli lähtee kattavista kotisivuista, joilla 3D-suunnitteluun vähän perehtyneetkin asiakkaat voivat suunnitella haluamansa 3D-mallin itse sivuille linkitetyillä ilmaisilla 3D-suunnitteluohjelmistoilla, tai sitten valita jonkin muiden käyttäjien myyntiin asettamista 3D-malleista. 3D-mallin valinnan tai suunnittelun jälkeen asiakas valitsee haluamansa materiaalin. Shapeways ottaa tilauksen vastaan ja valmistaa 3D-mallin materiaalin vaatimalla menetelmällä. Materiaalista riippuen 3D-kappale voidaan pintakäsitellä monin eri tavoin, esimerkiksi värjätä tai kullata 22 karaatin kultapinnalla.

Shapeways käyttää uusinta tekniikkaa 3D-palveluissaan ja heidän menetelmävalikoimansa on laaja. 3D-teknologiapohjaiset RP-menetelmät kehittyvät ja joistain niistä tulee ylivoimaisia toisiinsa nähden. Se johtaa siihen, ettei kaikkia niistä enää käytetä yleisesti. Shapewaysin tarjonta kattaa yleisimmät menetelmät ja materiaalit. Seuraavissa kappaleissa esittelen yleisimmin käytetyt 3D-tulostusteknologiaa hyödyntävät menetelmät.

SLA (Sterolithography Apparatus) -menetelmä on vanhin kaupallinen 3D-

tulostusmenetelmä, joka on ollut kaupallisessa käytössä jo vuodesta 1986. SLA-tulostuksessa lasersäde kiinteyttää nestemäistä materiaalia kerros kerrokselta, ja seuraavat kerrokset lisätään laskemalla tulostusalustaa. Tulostuksen jälkeen tulostettu kappale puhdistetaan kemiallisesti ja laitetaan UV- valouuniin. (Schouwenburg, 2011.)

SLS (Selective Laser Sintering) -menetelmä on ollut käytössä samoista ajoista lähtien kuin SLA-menetelmäkin. SLS-menetelmässä tulostusmateriaali on jauhemaista ja 3D-kappale kovetetaan siitä laserin avulla kerros kerrokselta. Uusi kerros lisätään alentamalla tulostusalustaa hieman jauhemateriaalin pinnan alapuolelle ja uusi jauhekerros pyyhkäistään kappaleen päälle laserin kovetettavaksi. Tämän menetelmän suurena etuna on se, ettei tukirakennetta tarvita, sillä jauhe toimii kappaleen tukena. SLS-menetelmällä voidaan 3D-tulostaa monia muovimateriaaleja, metalleja ja keraamisia materiaaleja. (Schouwenburg 2011.)

FDM (Fused Deposition Modeling) -menetelmä kehitettiin myöhään 1980-luvulla ja kaupallistettiin vuonna 1990 3D-tulostinjätti Stratasysin toimesta. FDM-menetelmässä tulostus tapahtuu pursottamalla sulaa muovi- tai muoviyhdistemateriaalia liikkuvan suuttimen läpi syvyys suunnassa liikkuvalla tulostusalustalle. Uusi kerros lisätään laskemalla tulostusalustaa alaspäin tulostuskerrospaksuuden verran. FDM-menetelmä vaatii usein tukirakenteen tulostettavalle kappaleelle. Halvimmat kotitalouskäyttöön kaavailut 3D-tulostimet käyttävät tätä menetelmää. (Schouwenburg 2011.)

3DP (Three Dimensional Printing) -menetelmä kehitettiin 1993 ja se toimii samalla tavalla, kuin SLS-menetelmä, mutta laserin sijasta aineen geometrian muodostamiseen käytetään liimatippoja. Tulostusmateriaali on jauhemaista ja se voi olla muovia, metallia, lasia tai keraamista materiaalia. Tämän menetelmän erityisominaisuus on kappaleiden värjäysmahdollisuus, mikä tekee siitä suositun muun muassa figureiden tulostuksessa. (Schouwenburg 2011.)

3D-teknologiayritys Objet Geometriesin Polyjet Matrix Printing-teknologia on polymeerimateriaalien tulostuksessa käytettävä tulostusmenetelmä, jonka

toimintaperiaate on hyvin samankaltainen kuin normaaleissa paperitulostimissa. Tulostuspäistä tulostuu pieniä pisaroita polymeeria määrätyn 3D-geometrian mukaisesti. Kun kerros on tulostettu, se kovetetaan UV-valolla. Uusi kerros tulostetaan vanhan päälle. Tässä menetelmässä käytetään tukirakenteita. (Schouwenburg 2011.)

EBM (Electronic Beam Melting) -menetelmä kehitettiin 1997 ja sitä käytetään metallien 3D-tulostamiseen. Tämä menetelmä on samankaltainen kuin SLS, mutta lasersäteen sijasta materiaalin kovetus tapahtuu elektronisella säteellä ja tulostuskammion lämpötila on 700 – 1000C. (Schouwenburg 2011.)

LOM (Laminated Object Manufacturing) -menetelmässä leikataan ohuita paperi- tai muovilevyjä laserilla tai veitsenterällä määrätyn 3D-geometrian mukaisesti. Tulostuksen jälkeen ylimääräinen materiaali poistetaan ja jäljelle jää määrätyn 3D-geometrian mukainen kappale. (Schouwenburg 2011.)

Nykyään suosituin kaupallisessa käytössä oleva RP-menetelmä on FDM-menetelmä. FDM-menetelmän etuna on ennen kaikkea hinta ja helppokäyttöisyys. FDM-menetelmää hyödyntävän 3D-tulostimen voi tilata kotiinsa koottuna muutaman sadan euron hintaan, eikä tulostuksessa käytettävä materiaalikaan maksa paljon. Halvimmat FDM-menetelmää hyödyntävät 3D- tulostimet ovat kuitenkin kohtuullisen epätarkkoja ja yltävät parhaimmillaan vain noin 0,1 mm kerrospaksuuteen, siinä missä jotkin korkealaatuiset, tukiainetta käyttävät FDM-menetelmällä toimivat tulostimet yltävät 16 micronin – tai 0,016 mm kerrospaksuuteen. Tällaisia 3D-tulostimia on tällä hetkellä käytössä käytännössä vain suurilla yrityksillä, opetuslaitoksilla ja muotoilutoimistoilla, sillä niiden hinta on merkittävästi kalliimpi. 3D-tulostus on tuotekehityksen näkökulmasta vain yksi RP-menetelmä, koska sen käyttäminen sarjatuotantotarkoituksiin on - ainakin vielä - hidasta ja kallista.

Mallinnusohjelmien ja niiden tukena käytettävien ohjelmistojen kehittyminen on vähentänyt mallintamiseen ja visualisoimiseen käytettyä aikaa. Aiempaa nopeampi 3D-suunnittelu ja 3D-mallien renderointi tekee siitä taloudellisempaa kuin aikaisemmin, mutta varsinainen läpimurto teknologiassa on tapahtunut 3D-

tulostuksen saralla. 3D-tulostus on monin verroin aikaisempaa halvempaa. 3D-tulostuksen avulla 3D-tulosteprototyyppi on monin tavoin käsin tehtyä prototyyppiä tarkempi ja prototypointiin 3D-tulostimen avulla kuluu merkittävästi vähemmän aikaa. On kuitenkin tilanteita, jolloin 3D-tulostus ei vastaa kysymyksiin, joihin prototyypin tekemisellä halutaan saada vastaus. Tällaisia tilanteita voivat esimerkiksi tulla vastaan sellaisten prototyyppien kohdalla, joilla halutaan selvittää suunniteltavan tuotteen tiettyjä toiminnallisia ominaisuuksia.

Teknologinen kehitys 3D-suunnittelun hyödyntämiseen tuotekehityksessä on tuonut vaihtoehtoja perinteiseen tuotekehitysprosessimalliin, jossa 3D-suunnittelua käytetään yrityksestä ja sen harjoittamasta tuotekehitysprosessista riippuen tuotekehitysprosessin puolen välin tienoilla, konseptivaiheessa tai sen jälkeisenä tuotteen identifikaatiotyökaluna. 3D-suunnittelua käytetään yleisesti myös prototyypin valmistuksessa tuotekehityksen loppupäässä. 3D-tulostustekniikan kehittyminen on mahdollistanut 3D-suunnittelun käytön useammassa tuotekehitysprosessin vaiheessa.

Tuotekehitysprosessin alkupäässä 3D-suunnittelua voidaan hyödyntää piirrosten informatiivisuuden lisäämiseen. Tuotekehitysprosessin alkupäässä 3D-geometrian ei tarvitse olla *tilavuusmallinnusta*, vaan *pintamallintaminen* riittää tuoteidean arvioimisen työkaluna. Pintamallinnuksessa mallinnetaan tuotteen keskeiset, informatiiviset pinnat ja niille määrätään *renderoimalla* värit, materiaalit ja tausta. Renderoinnin avulla saavutettu kuva näyttää nykyteknologialla hyvin aidolta. Näin saadaan jo tuotekehitysprosessin aikaisessa vaiheessa kuva tuoteideasta, joka on käsin piirrettyä kuvaa monin verroin informatiivisempi. Tilavuusmallinnuksessa 3D-tiedoston pinnoissa ei ole aukkoja ja sen voidaan katsoa olevan kiinteä kappale. Tilavuusmallinnettua 3D-tiedostoa voidaan hyödyntää 3D-tulostuksessa tai CNC- koneilla tapahtuvassa jyrinnässä tai sorvauksessa. CNC- koneilla voi myös työstää pintamallinnuksia tai pelkkiä 2D-viivoja. 3D-geometriaa voidaan hyödyntää tuotekehityksessä sen alkupäästä tuotannon työkalujen valmistukseen, mikä tekee 3D-suunnittelusta hyvin arvokkaan tuotekehityksen työkalun.

CAD-systeemit perustuvat geometriseen manipulaatioon, eivätkä ne pysty ymmärtämään ei-geometrista tietoa riittävän hyvin (Beng et al. 1998, 29). 3D-geometrialla, vaikka se monin tavoin hyödyllistä onkin, on omat rajoituksensa. Insinööreille ja arkkitehdeille 3D-suunnittelu on tärkeä työkalu, ja he käyttävät suunnittelutyössään paljon analyysityökaluja sisältäviä CAD-ohjelmistoja. Teollisessa muotoilun näkökulmasta 3D-suunnittelu on perinteisesti vain osa tuotekehitysprosessia, sijoittuen konseptointivaiheeseen ja tuotekehitysprosessin loppupäähän. Tuotteiden prototypoinnissa on käytetty perinteisesti RP-menetelmien lisäksi tai sijasta monenlaisia käsin työstettäviä työvaiheita, joiden tarkoituksena on saada tuotteesta selville jokin tietty asia tuotteen toiminnallisista, esteettisistä tai valmistusteknisistä tekijöistä. Uskon, että 3D-tulostusteknologian kehittyminen tulee muuttamaan niin suurten kuin PK-yritystenkin tapaa hyödyntää 3D-suunnittelua.

Aloittaessani työharjoittelun Kuusamon Uistin Oy:ssä mainitsin 3D-tulostuksen eduista tuotekehitysprosessissa yrityksen johtajalle. 3D-tulostinmarkkinoita tarkasteltuamme päädyimme Makerbot -nimiseen yritykseen. Makerbot on yhdysvaltalainen yritys, joka valmistaa pienten tulostimien markkinoilla hyvin menestyvää Makerbot Replicator -tulostinsarjaa. Hankimme Kuusamon Uistin Oy:lle Makerbot Replicator 2 3D-tulostimen, jonka hinta riittävine tulostusmateriaaleineen oli noin 2000 euroa. Tämän laitteen tarkoituksena oli todistaa hyödyllisyytensä tuotekehitysprosessissa, jotta tulevaisuudessa kalliimpaan ja parempaan 3D-tulostimeen sijoittaminen olisi perusteltua.

Uistinsuunnittelu, kuten muukin eräharrastukseen liittyvä suunnittelu vaatii usean vaiheen prototyyppejä tuotteiden toiminnan varmistamiseksi usein vaativassa käyttöympäristössä. Uistimien tulee toimia vedessä, ilmassa, ja sen iskeytyessä kiviin tai kalojen leukaperiin. Erävarusteet taas joutuvat kestäämään monenlaista rasitusta erilaisissa maastoissa ja sääolosuhteissa. 3D-tulostetun muovikappaleen kestävyys riittää yleensä näihin tarkoituksiin. Lisäksi Kuusamon Uistimen uistimien muoviosat täytyisi saada muoviosiltaan vastaamaan ruiskuvalussa käytettävän muovilaadun tiheyttä. Tiedyt muovilaadut, kuten 3D-tulostuksessa käyttämämme PLA (Polylaktidi), omaa juuri oikean tiheyden. Oikea tiheys on tärkeä saavuttaa prototyyppituotteessa

varsinkin uistimissa, jotta voidaan sanoa varmuudella, että tuote ennen kalliita työkaluinvestointeja tulisi toimimaan samalla tavalla, kuin siitä tehdyt prototyypit. Muoviuistimen prototyypin tekeminen perinteisillä prototypointitavoilla on muovin ominaisuuksien vuoksi hankalaa, sillä puu on liian kevyttä ja metalli aivan liian painavaa. Muovin muokkaaminen käsin taas on hidasta ja tiettyjen materiaalien kohdalla myös hankalaa.

Kotitalouskäyttöön kaavailtujen FDM -menetelmää käyttävien 3D-tulostimien ongelmina tällä hetkellä ovat epäonnistuneet tulostukset ja tulostustarkkuus, joka ei ole moniin tarkoituksiin riittävää. Tulostettavan muovimateriaalin taipuminen tulostusalustalla pursotuksen aikana, sen irtoaminen alustasta kesken tulostuksen ja suuttimen toiminnan epävarmuus aiheuttavat ongelmia. Suurin yksittäinen rajoite, tai pikemminkin hidaste, on kuitenkin tulostettavien tiedostojen muodossa. Tulostettavassa kappaleessa on otettava huomioon, ettei tyhjän päälle voi tulostaa. Tämä johtaa usein siihen, että prototyyppi täytyy suunnitella koostumaan useista leikatuista osista tai siihen tulostetaan tukirakenne. Tukirakenteen tulostaminen ei toiminut kovinkaan hyvin ainakaan uistimien tulostamisessa, sillä tukirakennetta poistettaessa tulosteen symmetrisyys voi hävitä ja tukirakenteen huolelliseen poistoon kuluu paljon aikaa. 3D-tulostetun prototyypin leikkaaminen osiin ja osien liimaaminen yhteen oli huomattavasti nopeampi vaihtoehto uistinkonseptien kohdalla.

Halpojen FDM -menetelmää käyttävien, kotitalouskäyttöön suunniteltujen 3D-tulostimien ongelmat voidaan välttää käyttämällä tukiainetta hyödyntävää ammattilaistason 3D-tulostinta. Tukiaine on materiaalia, jota tulostetaan tukemaan tulostuksessa olevan 3D-tiedoston muotoa. Lapin ammattiopiston, Rovaniemen Ammattikorkeakoulun ja Lapin yliopiston yhteisessä Protodesign -hankkeessa olen tutustunut yhteen tukiainetta käyttävään, muutama vuosi sitten hankittuun ja silloin 140 000 euron arvoiseen Objet Eden 350V -malliseen tulostimeen. Sen tulostustarkkuus on 16 mikrometriä, eli se on noin viisi kertaa tarkempi kuin Replicator 2 -laitteen ilmoitettu tulostustarkkuus. Tulostustarkkuudella tarkoitetaan tulostuskerroksen korkeutta. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että onnistunut 3D-tulostus Makerbot Replicator 2 -tulostimella täytyy tehdä minimissään 100 mikrometrin (0,1 mm) tarkkuudella.

16 mikrometrin tarkkuudella tulostetusta tuotteesta tulee ruiskuvaletun tuotteen kaltainen todella ohuiden tulostuskerrosten ansiosta. Käytimme alihankintana tätä 3D-tulostinta muutamassa tuotekehitysprojektissa prototyyppivaiheen loppupäässä lopullisen tuotteen 3D-geometrian tarkistuskappaleen valmistuksessa.

Kotitalouskäyttöön kaavailuilla FDM -menetelmää hyödyntävillä 3D-tulostimilla muovimateriaalien 3D-tulostuksessa on kuitenkin hyvin pitkälle kehitettyjä ominaisuuksia, jotka ovat omiaan nopeaan prototyyppiin. Materiaalivahvuus muovituotteissa on todella hyvä materiaalin itsensä ja myös 3D-tulostimen oman ohjelmiston ominaisuuksien takia. Muovikappaleelle voidaan määrittää täyttöaste, joka voi vaihdella tyhjiöstä sataan prosenttiin. Kun täyttöaste on alle sata prosenttia, on kyse kennorakenteesta tai vastaavasta kappaleen sisälle tyhjiön muodostavasta rakenteesta, joka keventää ja joissain tapauksissa vahvistaa prototyyppiä. Harrastajatason FDM-menetelmää hyödyntävien 3D-tulostimien olennaisena huonona puolena on se, että tulostettavan kappaleen sivut voivat olla enintään 45 asteen kulmassa tulostusalustaan katsottuna. Tukiainetta käyttävillä 3D-tulostinjärjestelmillä ei tulostusta erikseen tarvitse suunnitella, toisin kuin tukiainetta käyttämättömien FDM-menetelmän 3D-tulostimien käytössä. Esimerkiksi tulostaessa palloa tukiaineita käyttävällä FDM-järjestelmällä muovimateriaali tulostuu mallinnuksen mukaan ja tukiainetta tulee pallon muodon alle vain siihen osaan, jonka päästökulma on negatiivinen. Tukiainetta käyttävillä 3D-tulostimilla voi myös tulostaa ihan minkälaisen kappaleen tahansa. Ainoana rajoituksena on tulostettavan kappaleen koko. Prototyyppitiedoston päästökulmia ei tarvitse tarkkaan suunnitella, kuten ei myöskään asettelua, koska järjestelmä tulostaa tukiainetta kappaleen ympärille niihin osiin, jotka tarvitsevat kannattelua. Tämän takia tulostettava muovi ei taivu. Muovilaaduissa tämän hintatason laitteissa on paljon vaihtoehtoja venyvistä ja kumimaisesta materiaalista kovaakin käsittelyä kestäväään materiaaliin, mutta tukiainetta käyttämättömä 3D-tulostinta käyttävä joutuu yleensä nykyhetken teknologialla tyytymään valmistajan päättämään yhteen tai muutamaan muovilaatuun.

3D-tulostuksen hyödyntäminen tuotekehityksessä on laadullisesti, taloudellisesti ja ajallisesti perusteltua. Monimutkaiset tuotteet ovat 3D-tulostustekniikkaa käyttämättä vaikeasti prototypoitavissa. 3D-tulostamalla voidaan tehdä prototyyppi ilman kalliita muottityökaluinvestointeja. Sarjatuotantotapoihin verrattuna 3D-tulostus on hidasta ja kallista, mistä syystä sen avulla kannattaa tehdä tuotteelle vain kohtuullisen pieniä testisarjoja. Tuotekehitysprosessissa tuotteessa olevien virheet olisi hyvä havaita tuotekehitysprosessin alkupäässä, jolloin investoinnit ovat vielä pieniä ja virheet helposti korjattavissa. Tähän tarkoitukseen 3D-tulostus etsii vertaistaan; se mahdollistaa tuotteen yksityiskohtaisen tarkastelun ja lähes kaikki valmiin tuotteen ominaisuudet omaavan tuotteen testauksen. Jos tuote on kohtuullisen pieni, sen tulostus kotitalouskäyttöön suunnitellulla FDM-menetelmän järjestelmällä maksaa reilusti alle euron, ja tukiainetta käyttävällä laitteella tulostus voi maksaa muutamista euroista muutamaan sataan euroon. Kun prototypointivaiheessa virheen korjaamisessa on kyse muutamasta sadasta eurosta, työkalujen tekovaiheen jälkeisissä muutostöissä summat voivat kasvaa useisiin tuhansiin.

2.4. Harrastuskalastus tuotealueena

Harrastuskalastus on mielenkiintoinen tuotekehitystoiminnan kohde johtuen sen kohderyhmästä ja haastavista tuotevaatimuksista. Kuusamon Uistimen kohderyhmään kuuluvat kaikki harrastuskalastajat, joihin kuuluu niin satunnaiset mökkikalastajat kuin joka viikko vesien äärellä vapaa-aikaansa viettävät ranta- ja venekalastajatkin. Kohderyhmän edustajat vaihtelevat lifestyle-henkisistä, harrastuksensa äärimmäisen vakavasti ottavista ihmisistä muutaman kerran vuodessa kalastusta harrastaviin. Tälle välille mahtuu monenlaisia kalastusharrastajia, joista jotkut voivat kalastaa enimmäkseen verkolla, katiskalla tai perhovavalla, mutta omistavat heittokalastusvälineet ja harrastavat sitä sopivan tilanteen tullessa kohdalle.

Harrastuskalastus -tuotealueen kohderyhmässä laskettiin vuonna 2006 olevan noin 1,8 miljoonaa suomalaista (Setälä 2008). Heidän joukossaan on paljon

johtavia käyttäjiä (eng. lead-users). Johtavat käyttäjät ovat kohderyhmän suunnannäyttäjiä ja edelläkävijöitä. Johtavat käyttäjät voivat ennakoida käyttäjien pääjoukon tarpeita, ja heillä on usein kokemusta ja näkemystä käyttämiensä tuotteiden kehittämiseen (Hyysalo 2009, 96). Kohderyhmän johtavien käyttäjien luottamuksen saaminen harrastuskalastusvälineyritykselle on elintärkeää. Johtavat käyttäjät testaavat tuotteita itsenäisesti ja heidän mielipiteitään tuotteista kunnioitetaan. Internetin harrastuskalastukseen keskittyviä keskustelupalstoja on lukemattomia, ja niissä on kyse neuvojen hakemisesta muilta kokeneimmilta käyttäjiltä. Johtavat käyttäjät myös esiintyvät usein alan lehdissä, joissa he kertovat suosikkiuistimistaan ja antavat neuvoja vähemmän kokeneille kalastajille. Heitä käytetään usein yrityksen testiryhmässä, jonka tarkoituksena on todentaa tuotteen toimivuus eri ympäristöissä ja olosuhteissa. He myös modifioivat tuotteita omiin tarkoituksiinsa sopiviksi usein ilmoittaen toimivista kokeiluistaan yhteistyöyritykselle. Tästä ilmiöstä on syntynyt usein menestyviä tuotteita. Jos tuote ei jostain syystä toimi kuten sen pitäisi, ei sen elinkaari ole pitkä. Uutuuden viehätys laantuu nopeasti joella tai järvellä vietettyjen saaliittomien tuntien kuluessa, eikä uutta tuotetta enää osteta. Huonosti toimivista tuotteista myös kerrotaan usein muille käyttäjille. Uistimen toimivuuden arvioinnissa johtavien käyttäjien mielipide on elintärkeä uistimen menestyksen varmistamiseksi.

Kohderyhmän erityispiirteenä harrastuskalastuksessa on tuotteiden suosittelu ystäville, jotka kalastavat. Johtavia käyttäjiä on usein töissä kalastusvälineliikkeissä ja kalastusvälineosastoilla isoissa marketeissa. Jos joku asiansa tietävä suosittelee asiakkaalle jotain tuotetta, asiakas ostaa sen todennäköisemmin. Usein se on liikkeen myyjä. Suosittelu tapahtuu se sitten kalastusvälineliikkeen myyjän taholta, kalakaverilta, appiukolta tai vaikka satunnaisessa keskustelussa taksikuskilta, on merkittävä tekijä tuotteen valinnassa. Harrastuskalastuksen tuotealueella on myös päinvastainen merkittävä ilmiö: kalastaja, joka saa hyvin saalista ei välttämättä halua paljastaa hyväksi havaitsemiaan tuotteita toisille, vaan pitää sitä tarkoin varjeltuna salaisuutenaan. Tämä on johtanut muutamien tuotteiden kohdalla siihen, että tuotteen valmistus lopetetaan pienen menekin takia. Tuotteen valmistuksen

lopetuksen jälkeen asiakkaat, joiden lempiuistin tuote on ollut, ottavat yhteyttä yritykseen tarkoituksenaan saada tuote takaisin kaappoihin.

"Kalastajat ovat konservatiivisia. He luottavat uistimiin, joilla on tullut kalaa. Jos uistimessa on jotain uutta, ei ole varmaa, että ottavatko kalastajat sitä omakseen. Mutta jotain uutta, paremmin kalastavaa tuotetta kaikki kalastajat kuitenkin toivovat."

Paavo Korpua 13.3.2013

toinen yrityksen perustajista ja nykyinen
tuotesuunnittelija

Uistin on tuote, jonka tehtävänä on tuottaa onnistumisen iloa käyttäjälleen. Kuitenkin pelkkä kalastavuus tuotteessa ei riitä. Tuotteen täytyy myös olla esteettisesti laadukas kohderyhmän silmissä ja sen täytyy toimivuuden lisäksi myös näyttää toimivalta. Harrastuskalastajat ovat luonteeltaan konservatiivisia käyttämiensä uistimien suhteen. Kalastajat etsivät tuotteista referenssejä aiemmin käyttämiinsä tuotteisiin, jotka ovat toimineet. Jos uistimessa on jotain uutta, kohderyhmä ei välttämättä ota sitä omakseen. Se, että tuote täyttää kaikki samat vaatimukset kuin muut saman kategorian tuotteet, ei aina merkitse mitään, jos se ei pakkauksessaan myös näytä siltä. Uistinmuotoilussa toiminnallisuuden ja kestävyuden alleviivaaminen on tärkeää. Vaikkakin kohderyhmä on pääosin konservatiivisia, vanhoihin ja toimiviin uistinmalleihin luottavia harrastuskalastajia, ei se tarkoita sitä, ettei se hyväksy muuta kuin perinteisen jo aiemmin toimineen tuotteen. Harrastuskalastuksessa niin valmistajat kuin käyttäjätkin etsivät aina jotain uutta, joka toimisi vielä paremmin kuin heidän lempiuistimensa. Tämä on uistinmuotoilussa kohderyhmän perimmäinen tarve.

Harrastuskalastus on toimintaa, jossa uistimia heitellään rannalta tai uistatellaan veneestä. Jotkut myös kalastavat kelluntarenkaissa, jotka ovat kumisia ilmatäytteisiä renkaita, ja joita liikutellaan räpylöillä. Jotkut harrastavat perhokalastusta, jossa uistimen tilalla on perho ja siima toimii heittopainona. Aika, jonka harrastuskalastaja viettää veneessä, rantakivillä tai kelluntarenkaassa, on aikaa, josta kukaan heistä ei halua luopua. Se koostuu

luonnossa olost ja satunnaisista saaliista. Kaikki harrastuskalastajat kuitenkin haluavat vaihtaa satunnaisen saaliin vähemmän satunnaiseen, ja siitä syystä uistimen valinta on hyvin henkilökohtainen asia. Kaikilla on omat suosikkiuistimensa, joihin he rajattomasti luottavat. Kalastajat luottavat uistimeen, kun sillä on tullut tarpeeksi saalista tai jos muut kalastajat kertovat sillä saaneensa paljon saalista. Luottamus uistimen tehokkuuteen tekee kalastamisesta mielekkäämpää, kun ei tarvitse miettiä, että ”onkohan minulla nyt ihan oikea viehe siiman päässä?”. Tämä on uistinmuotoilun päämäärä: suunnitella tuote, johon kohderyhmä luottaa, sillä se on perusta jatkuvalla menekille ja hyvälle markkinaosuudelle.

Pitkäaikainen menestys uistinmarkkinoilla perustuu luottamuksen rakentamiseen kalastajan mielessä, mutta syy uistimien suureen määrään kalastajan uistinrasiassa on eri asia. Kalastaja haluaa maksimoida saaliin määrän, ja uistinvalmistajien suureksi onneksi kalansaantiin vaikuttaa olennaisesti myös uistimen uintiominaisuudet, väri, koko ja vaihtelevat kalastusolosuhteet. Isoja kaloja väsyttäessä usein siima pettää tai uistin jää pohjaan kiinni, eikä niitä aina saa takaisin. Silloin täytyy ostaa tilalle uusi, ja se luo jatkuvaa tarvetta käyttäjälle. Nämä ovat suurimpia syitä, miksi harrastuskalastus tuotealueena on niin suuri tänä päivänä.

Erilaiset olosuhteet vaativat erilaisia uistimia. Yksi ottavien uistimien väriin vaikuttava tekijä veden väri, johon vaikuttaa humus. Humusta muodostuu eloperäisten ainesten maatumisesta ja sitä esiintyy järvissä ja joissa. Humus värjää veden tummanruskeaksi ja eriaisteiset humustasot ja materiaalit vedessä vaikuttavat kalojen kykyyn havaita värejä. Myös kirkas päivänvalo ja iltahämärä vaativat omat värinsä. Uistimen värityksestä puhuttaessa on kyse luonnollisista väreistä, ärsykeväreistä ja niiden sekoituksista. Kaikilla harrastuskalastajilla on omat suosikkinsa ja niiden määräytyminen riippuu yleensä aikaisemmasta saaliin saannista. Erikokoisia ja erilaisen uinnin omaavia uistimia tarvitaan, koska veden lämpötila määrää kalojen ruokailukäyttäytymistä. Kylmällä säällä uistimen tulee olla suurempi ja hidashiikkeisempi kuin kesähelteillä, jolloin pieni ja vikkeläliikkeinen uistin toimii parhaiten. Kaiken tämän lisäksi kalojen ruoka vaihtelee kalalajista riippuen jopa viikon välein. Monet hyönteiset kuoriutuvat eri

aikaan ja tietyt kalat kutevat eri aikaan. Tietynlainen ravinto täyttää kalojen vatsat tietyllä aikavälillä. Siitä, mikä uistin milläkin värityksellä toimii parhaiten, riippuu paikasta, olosuhteista ja ajankohdasta. Vaikka tietoa näistä asioista on paljon saatavilla, jokainen harrastuskalastaja on uistimen valinnassa loppujen lopuksi omillaan. Ainoa keino tietää varmuudella tietyn vesistön ja olosuhteiden parhaat uistimet ja niiden värit, on kokeilla.

3. Tuotekehitysprosessien analyysit

Ollessani työharjoittelussa Kuusamon Uistimella teollisena muotoilijana otin selvää yrityksen perinteisestä tuotekehitysprosessista, mutta käytin minun vastuullani olleissa tuotekehitysprojekteissa omaa tuotekehitysprosessimalliani. Teen tässä kappaleessa kummallekin tuotekehitysprosessimallille analyysin niiden rakenteesta ja eri vaiheiden sisällöstä.

Kuusamon Uistimen tuotekehityksessä on ajan saatossa toiminut muitakin tuotesuunnittelijoita, mutta yrityksen tuotekehitystä pääasiassa on hoitanut 45 vuoden ajan Paavo Korpua, toinen yrityksen perustajista ja pitkäaikainen tuotesuunnittelija. Paavo Korpua on koulutukseltaan kelloseppä ja hänen taitonsa metallin ja puun käsin työstössä ovat vaikuttavat. Yrityksen käyttämä tuotekehitysprosessi korostaa käsin tehtyjen prototyyppien merkitystä tuotteen toiminnan muotoilussa. Tuloksena tässä ”form follows function” -tyyppisessä tuotekehitysmallissa on toimivia tuotteita, joista jostain on tullut klassikoita kalastajien keskuudessa.

Lähtökohtani teollisena muotoilijana ovat hyvin erilaiset kuin Paavo Korpuan, ja siitä syystä työharjoittelussa käyttämäni 3D-painotteinen tuotekehitysprosessi on Kuusamon Uistimen perinteiseen tuotekehitysprosessiin verrattuna erilainen. Osaamiseni teollisena muotoilijana keskittyy prosessiosaamiseen, 3D-suunnittelun eri osa-alueiden hallintaan tuotekehitysprosessissa ja piirtämiseen ideoinnin työkaluna. Halusin työharjoittelussani käyttää vahvuuksiani ja kehittää niiden avulla yrityksen tuotekehitystä. Teollisena muotoilijana työhöni yrityksessä kuuluu prototyyppien tekeminen käsin, mutta halusin tehdä prototyyppejä ennen kaikkea 3D-suunnittelun mahdollistamalla RP-menetelmillä. Suurin yksittäinen etu mallinnetussa prototyyppissä on toistettavuus; sadan uistimen testisarjan rungot saadaan valmistettua nappia painamalla, eivätkä ne eroa toisistaan yhtä suuresti, kuin käsin tehdyt prototyyppit.

Uistinsuunnittelussa prototyypit ovat suuressa arvossa, sillä tuotteen kalastavuuden testaus on ainoa tapa todentaa tuotteen toimivuus. 3D-suunnittelun ja 3D-teknologian hyödyntäminen tuotekehityksen työkaluna mahdollisti monia asioita, jotka täytyi ottaa huomioon tuotekehitysprosessin muodostamisessa. Toisin sanoen, tuotekehitysprosessi muotoutui 3D-suunnittelun ja 3D-teknologian tuomien mahdollisuuksien mukaan.

3.1. Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin analyysi

Kuvaan tutkimusaineistoni tuotekehitysprosessien kuvaukset samalla tavalla vaiheittain, kuin aiemmin esittelemäni tuotekehitysteoriaa käsittelevän kirjallisuuden tuotekehitysprosessikuvaukset. Kuvaus perustuu havainnointiini yrityksen teollisena muotoilijana ja tietoon, jota olen hankkinut yrityksen tuotekehityksen keskeisiltä toimijoilta.

Vaihe 1: Tuotekehitystehtävän määrittely

Tuotekehitysprosessi alkaa tuotekehitystehtävän määrittämisellä, joka sisältää tuotteen toiminnan vaatimukset ja valmistustekniset tekijät. Uistinsuunnittelun kohderyhmä pysyy osapuulleen aina samana, mutta erot tuotteen yksityiskohtaisemmassa kohderyhmässä määrittyvät ensisijaisesti kohdekalan mukaan. Esimerkiksi suuret hauelle suunnatut lusikat eivät ole koskialueella harjuksia narrailevan kalastajan uistinrasiassa oleellisia.

Tuotekehitystehtävän määrittely:

- Kohderyhmä
- Toiminnalliset vaatimukset
- Käyttötilanne
- Valmistustekniikka
- Tuotteen materiaali
- Aikataulu

Suunniteltavan tuotteen valmistustekniikka sarjatuotannonkin osalta päätetään tuotekehitystehtävän määritelmässä. Yrityksellä on takanaan mittava historia

tuotekehityksessä ja valmistustekniikan suunnittelussa, mikä auttaa spesifioimaan tuotteen sarjatuotannon toteutukseen vaadittavia määrytyksiä. Tuotekehitystehtävä muodostuu useasti jonkin tietyn tuotteen tarpeesta tai kehitystehtävästä, esimerkiksi vuosiuistimen uuden mallin tai ulkoasun suunnittelusta. Tarpeen tuotekehitysprosessin aloittamiselle voi myös luoda varastotilanne, jos esimerkiksi jotain tiettyä materiaalia tai komponenttia on yrityksen hallussa ilman suunniteltua käyttötarkoitusta.

Vaihe 2: Tuoteidean haku

Tuoteidea tulee joko yrityksen sisältä tai kohderyhmän johtavilta käyttäjiltä, joihin yritys on yhteydessä. Tuoteideoita tulee myös yrityksen myyntiedustajilta, jotka tietävät työnkuvansa ja usein myös harrastuneisuutensa vuoksi hyvin, millaisille tuotteille milloinkin on asiakkaiden keskuudessa kysyntää. Tuoteidean hakuvaiheessa tehdään kilpailijakartoitus, jonka tavoitteena on saada kuva tuotesegmentin menestyneimpien kilpailijoiden tuotteista. Tuoteideoita uusille tuotteille ei haeta järjestelmällisesti piirtämällä. Sen sijaan suunnittelijan mielessä oleva tuoteidea usein materialisoidaan sellaisenaan tekemällä käsin prototyyppejä puusta, metallista tai muovista. Tuoteidean haussa käytetään erilaisia työstötapoja, kuten esimerkiksi metallilevyn leikkausta lankasahalla, muotoonpakotusta vasaralla, porausta, sorvausta tai hiontaa. Kun tuote on halutunlainen, sen toiminta testataan alustavasti. Tähän pisteeseen vietyjä tuotteita voi olla kymmeniä erilaisia.

Vaihe 3: Prototyypointi

Prototyypointivaiheessa valitaan toiminnaltaan ja esteettisiltä tekijöiltään paras malli tuotekehitystehtävän määritelmien mukaisesti. Valitusta tuotteesta tehdään useita erilaisia versioita, joiden tarkoituksena on saada tuotteen toimivuus ja ulkonäkö halutunlaiseksi. Tuotteen toimintaa hiotaan varmaksi ja sitä verrataan aiemmin kohdekalen pyydystämiseksi toimineiden uistimien uintiin. Kun kyse on heittouistimesta, sen heittopituus verrattuna kilpaileviin uistimiin testataan heittovavalla. Kun prototyypin tärkeimmät esteettiset ja ulkonäölliset ominaisuudet on kehitetty tarpeeksi hyväksi, tuote valmis testisarjan valmistukseen.

Vaihe 4: Tuotetestaus

Testivaiheessa tuotteesta tehdään testisarja. Testisarja koostuu prototyypistä tai sarjasta prototyyppejä, joita testataan erilaisissa käyttötilanteissa ja käyttöpaikoissa. Yksi syy testisarjan kappaleiden suureen määrään uistinsuunnittelussa on tuotteen väritys. Kalastavat värit vaihtuvat vesistön, vuodenajan ja kaloille saatavilla olevan ravinnon mukaan. Tuotteen testisarja testataan huolellisesti, jonka aikana tuotteen toimivuus varmistetaan. Uistinsuunnittelussa tuotteen huolellinen testaus on ensiarvoisen tärkeää, sillä tuotteen kalastavuus on tuotteen tärkein toiminnallinen tekijä. Käyttäjät arvostavat uistimissa esteettisiä tekijöitä, mutta tuotteen menestyksen takana on kuitenkin aina sen toimivuus.

Vaihe 5: Jatkojalostus

Jos tuote on osoittanut toimivuutensa testivaiheessa, tuotteesta tehdään valmistuskustannuslaskelmat. Tuotteen valmistuskustannuksien saaminen mahdollisimman alas tuottaa yritykselle paremman katteen, joka on tärkeä päämäärä yrityksen kilpailukyvyn parantamiseksi. Tuotannon prosessit hahmotetaan ja niitä järjeistetään kaikin mahdollisin tavoin. Tuotteeseen voidaan vielä tässä vaiheessa tehdä pieniä muutoksia, jotka parantavat tuotteen ulkonäköä tai toimintaa, tai laskevat valmistuskustannuksia. Jos suuria muutoksia tehdään tuotteeseen tässä vaiheessa, tuote täytyy testata uudelleen. Jos jokin muutos tuotteen arkkitehtuurissa on perustavanlaatuinen ja se alentaa valmistuskustannuksia, tuotteesta tehdään uusi testisarja. Jos tuote jonkin muutoksen takia tarvitsee uuden testivaiheen, sellainen on tehtävä. Tämä johtaa uistinsuunnittelussa siihen, että testiolosuhteiden puuttuminen Suomessa saattaa siirtää tuotteen lanseerausta vuodella eteenpäin. Tässä vaiheessa myös valmiin tuotteen väritys tai väritykset ja valmiiden tuotteiden koot päätetään.

Vaihe 6: Tuotannon ylösaajo

Kun valmistuskustannusten on todettu olevan riittävän alhaiset, tuotannon työkalut tilataan alihankintana. Yritys toimittaa prototyypin ja/tai käsin tehdyt tekniset piirustukset työkaluja valmistavalle yritykselle, jossa 3D-työkaluilla mallinnetaan työkaluihin tarvittavan geometria. Työkalujen testauksen jälkeen tuotannon prosessit aikataulutetaan ja tuotanto aloitetaan.

Iterointiaskel

Jos tuotetestausvaiheessa (4) havaitaan, että tuote ei toimi suunnitellusti tai sitä voidaan vielä jollain tavalla parantaa, siirrytään takaisin prototyyppivaiheeseen (3) ja tuotteeseen tehdään tarvittavat muutokset. Tätä kutsutaan *iterointiaskeeksi*. Tuotekehitys on luonteeltaan iteratiivista toimintaa, jossa edetään johdonmukaisesti ja tarvittaessa otetaan askel taaksepäin. Tuotekehityksessä iterointiaskel on tuotteeseen tehtävät muutokset, joita toistetaan, kunnes tuotteen valmistustekniset, esteettiset ja toiminnalliset tekijät voidaan riittävän hyvin toteuttaa. Kuusamon Uistimen tuotekehitysprosessin iterointiaskel on tuotteen toiminnan varmistaminen. Tuotteen toiminnallisuuteen tehdään muutoksia niin kauan, että tuote toimii riittävän hyvin.

Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin pääpiirteittäinen kulku on kuvattuna yllä niin perusteellisesti, kun vain osaan sen oman havainnointini, muistiinpanojen ja tuotekehityksen pitkäaikaisten toimijoiden kertoman perusteella esittää. Se näyttää paperilla hyvin yksinkertaiselta ja sitä se on myös käytännössä. Tällaisen tuotekehitysprosessin harjoittaminen harrastuskalastuksen tuotealueella vaatii paljon käden taitoja erityisesti prototyyppinnin ja pintakäsittelyn osalta.

3.2. 3D-suunnittelua korostavan tuotekehitysprosessin analyysi

Vaihe 1: Tuotekehitystehtävän määrittely

Tuotekehitystehtävän määrittely:

- Kohderyhmä
- Toiminnalliset vaatimukset
- Käyttötilanne
- Alustava valmistustekniikka
- Tuotteen materiaali
- Aikataulu

Tämä vaihe on samankaltainen kuin Kuusamon Uistimen perinteisessä tuotekehitysprosessissa, mutta sillä erotuksella, että tuotteen valmistustekniikka on vain alustavasti määrätty. Tuotteen valmistustekniikka määräytyy tuotekehityksessä vasta prototypointivaiheessa, mutta tuotekehitystehtävän alustava hahmotelma valmistustekniikasta on usein lopullinen.

Vaihe 2: Tuoteidean haku

Tuoteidean hakuprosessi alkaa kilpailijakartoituksesta. Kilpailijakartoituksen tärkeimpänä tavoitteena on saada kattava käsitys markkinatilanteesta. Tuoteidean hakuprosessi tapahtuu piirtämällä suuri määrä tuoteideoita paperille. Tuoteidean haun päämäärä on valmistusteknisten tekijöiden osalta rajoittamaton vapaa ideointi. Tässä vaiheessa myös muutamia lupaavia tuoteideoita tai muotohahmotelmia mallinnetaan, jotta voidaan arvioida paremmin tietyn idean toimivuutta tai esteettisiä tekijöitä.

Vaihe 3: Konseptointi

Piirretyistä tuoteideoista valitaan muutamia jatkokehitykseen, jossa niistä piirretään useita versioita. Kun tuoteideat on riittävän tarkkaan piirretty, niistä valitaan muutamia kappaletta jatkokehitykseen. Valitut tuoteideat, jotka ovat oletetulta toiminnaltaan ja esteettisiltä tekijöiltään laadukkaimpia, mallinnetaan. Mallinnustiedoston ei tässä vaiheessa tarvitse olla kovin yksityiskohtainen, sillä sen toiminnallisia tekijöitä prototypoidaan ensimmäisenä, mitkä usein muuttavat tuotteen ulkomuotoa.

3D-ohjelmisto, joka mahdollistaa 3D-geometrian muokkaamisen helposti jälkikäteen, on oleellinen osa tätä tuotekehitysprosessimallia. Käytän mallinnuksessa Rhinocerosia, jolla mallinnettua geometriaa on hyvin hankala muuttaa jälkeenpäin joutumatta tekemään asioita uudelleen alusta lähtien. Sen takia käytän mallinnuksessa myös T-splinesiä, Rhinocerosiin saatavilla olevaa erillistä lisäosaa, jolla geometrian muokkaaminen jälkikäteen onnistuu helposti. T-splines on muutenkin uistinmuotoilussa tehokas työväline, sillä sen vahvuus on orgaanisten muotojen mallinnus. Rhinocerosella ja T-splines-lisäosalla mallintaminen on nopeaa, ja siitä syystä se sopii tähän tuotekehitysprosessimalliin.

Tuoteidean mallinnuksen jälkeen tuotteesta tehdään renderointikuvat. Tuotteen renderoinnissa mallinnetulle geometrialle määrätään värit ja materiaalit, ja sen geometrian päälle voidaan myös määrätä valmiin tuotteen oletettu ulkoasu, esimerkiksi uistinväritys. Renderointikuvan tavoitteena on antaa kuva valmiista tuotteesta ennen kuin itse tuote on vielä valmis. Renderointiin käytän Keyshot -ohjelmistoa, jolla renderointikuvan teko voi kestää muutamista minuuteista puoleen tuntiin. Renderointikuvat tehdään, jotta tuotteen esteettisiä tekijöitä voidaan arvioida ennen prototypointivaihetta tuotekehityksen keskeisten toimijoiden kesken. 3D-tiedostoon voidaan tehdä muutoksia renderointikuvan perusteella ennen prototypointia esteettisten syiden tai oletetun toiminnallisuuden parantamisen vuoksi. Konseptointivaiheessa tuotteesta ei tarvitse tehdä aina fyysistä ulkonäkömallia, sillä valitun konseptitiedoston esteettiset tekijät tulevat todennäköisesti muuttumaan prototypointivaiheen aikana. Prototypointivaiheessa tuotteen toiminnallisuuteen vaikuttavia tekijöitä parannetaan ja usein samalla esteettisiä tekijät muuttuvat. Tästä syystä prototypointivaihe toimii ikään kuin konseptivaiheen tuotetta hienosäätävänä työvaiheena, eikä konseptivaiheen fyysisellä ulkonäkömallilla ole paljon painoarvoa.

Vaihe 4: Prototypointi

Valitun konseptin mallinnustiedostosta tai valittujen konseptien mallinnustiedostoista tehdään prototyypit. Tässä vaiheessa suunniteltavan tuotteen materiaali ja toimintavaatimukset määräävät etenemistavan. Jos kyseessä on muovituote, se 3D-tulostetaan. Jos kyseessä on metallista tehty tuote, mallinnustiedostoa hyödynnetään tuotteen vaatimalla tavalla. Esimerkiksi metallisen lusikkauistimen prototypoinnissa käytetään mallinnustiedoston 2D-viivapiirroksia, joiden avulla metallilevystä leikataan aihioita käsin tai esimerkiksi vesi- tai laserleikkaamalla. Myös metallista tehdyistä tuotteista tuotteista voidaan tilata prototyyppi, kun sen esteettisiä tekijöitä halutaan arvioida.

3D-tulosteiden käyttäminen prototyypeinä on monin tavoin hyödyllistä. 3D-tulostus säästää aikaa, sillä muotoilija voi itsenäisen tulostuksen aikana tehdä muita tuotekehitystehtäviä. Uistinsuunnittelussa 3D-tulosteprototyypin uinti testataan koealtaassa ja usein se on ensimmäisten prototyyppien osalta hyvin kaukana tarkoituksenmukaisesta uinnista. Se ei haittaa, sillä mallinnustiedoston muuttaminen ja uuden 3D-tulostuksen teko on nopeaa. Prototypointihistoria dokumentoituu mallinnustiedostojen tallennusten

muodossa, ja se auttaa ratkaisemaan tuotteen prototyypeissä esiintyviä ongelmia.

Uistinsuunnittelussa muovisen 3D-tulosteprototyypin käyttäminen mahdollistaa eri tiheyden omaavien uistimien toiminnan prototypoinnin. Muovituotteissa, jossa painona käytetään lyijyä tai muuta vastaavaa raskasta metallia, voidaan 3D-tulostustiedostoon jättää sille oikean kokoinen tyhjä tila. Tuotteen sisälle sijoitettavaa metallipainoa vastaava muovikappale voidaan myös 3D-tulostaa, jonka jälkeen siitä voidaan tehdä kipsivalumuotti. Sitten tulosteen tilalle valetaan haluttu materiaali. Kelluviin muovituotteisiin (tiheys on alle 1 kg/dm³), voidaan joko tulostaa kennorakenne tai vaihtoehtoisesti jättää malliin tyhjiö. Mallinnusvaiheita voi olla useita ennen kuin toimiva prototyyppi on valmis. Kun prototyypin toiminta on halutunlainen, siitä tehdään testisarja.

Vaihe 5: Tuotetestaus

Toiminnallisilta, valmistusteknisiltä ja esteettisiltä tekijöiltään riittävän hyvästä tuotteesta tehdään testisarja. Testisarjaa testataan tuotekohtaisesti riittävän ajanjakson ajan. Jos prototyyppivaiheessa määritellyn yksityiskohtaisen tuotekonseptin toiminnassa ilmenee kehitystarvetta, tuotteen mallinnustiedostoa muutetaan ja uusi testisarja tehdään. Jos tuote toimii suunnitellusti, voidaan keskittyä tuotannon kehittämiseen.

Vaihe 6: Tuotannon yksityiskohtien määrittely

Tässä vaiheessa tuotteen valmistusteknisten yksityiskohdat päätetään ja kustannuslaskelmat tehdään. Tässä vaiheessa suunniteltavalle tuotteelle haetaan tarvittaessa myös mallisuoja. Tuotannon työkalut tilataan alihankintana identifikaatiovaiheen 3D-tiedoston geometriaa hyödyntäen. Tuotannon työkaluja valmistava yritys käyttää 3D-tiedoston geometriaa työkalu- ja muottivalmistuksessa, ja lisää siihen työkalukohtaisesti tarvittavan 3D-geometrian. Tilatuilla työkaluilla valmistetaan koe-erä tuotteen toiminnan varmistamiseksi.

Vaihe 7: Tuotannon ylösaajo

Työkalujen testauksen jälkeen tuotannon prosessit aikataulutetaan ja tuotanto aloitetaan.

Iterointiaskel

Jos tuotetestausvaiheessa (5) havaitaan, ettei tuote toimi suunnitellusti tai sitä voidaan vielä jollain tavalla parantaa, siirrytään takaisin konseptointivaiheeseen (3) tai prototyyppivaiheeseen (4) ja tuotteeseen tehdään tarvittavat muutokset. Jos tuotetestausvaiheessa havaitaan, että tuotteeseen olisi syytä tehdä pieniä muutoksia, siirrytään prototyyppivaiheeseen, jossa muutokset tehdään tuotteen 3D-tiedostoon ja sen jälkeen muutokset prototyyppidään. Jos tuotteeseen tehtävät muutokset ovat suuria, siirrytään takaisin konseptointivaiheeseen. Suuret muutokset tuotteen geometriassa voivat muuttaa tuotetta konseptitasolla, joten niitä on syytä käsitellä konseptivaiheen menetelmin.

Uistinsuunnittelussa innovaation suojaaminen on tärkeää niiden tuotteiden kohdalla, joissa on merkittävästi uutuusarvoa toiminnallisella tai esteettisellä tasolla. Valmistustekniikkaan liittyvät oivallukset, jotka tuovat yritykselle etua tuotteen alhaisempien valmistuskustannuksien muodossa, kannattaa myös suojata. Innovaatio suojataan mallisuojaalla, hyödyllisyysmallisuojaalla tai patentilla. Valittu mallisuoja riippuu siitä, että mitä tuotteesta halutaan suojata. Suojaamisen kohteena voi olla tuotteen ulkonäkö tai valmistustekniset ratkaisut. Innovaation suojaamisen taso päätetään tuotannon yksityiskohtien määrittelyvaiheessa.

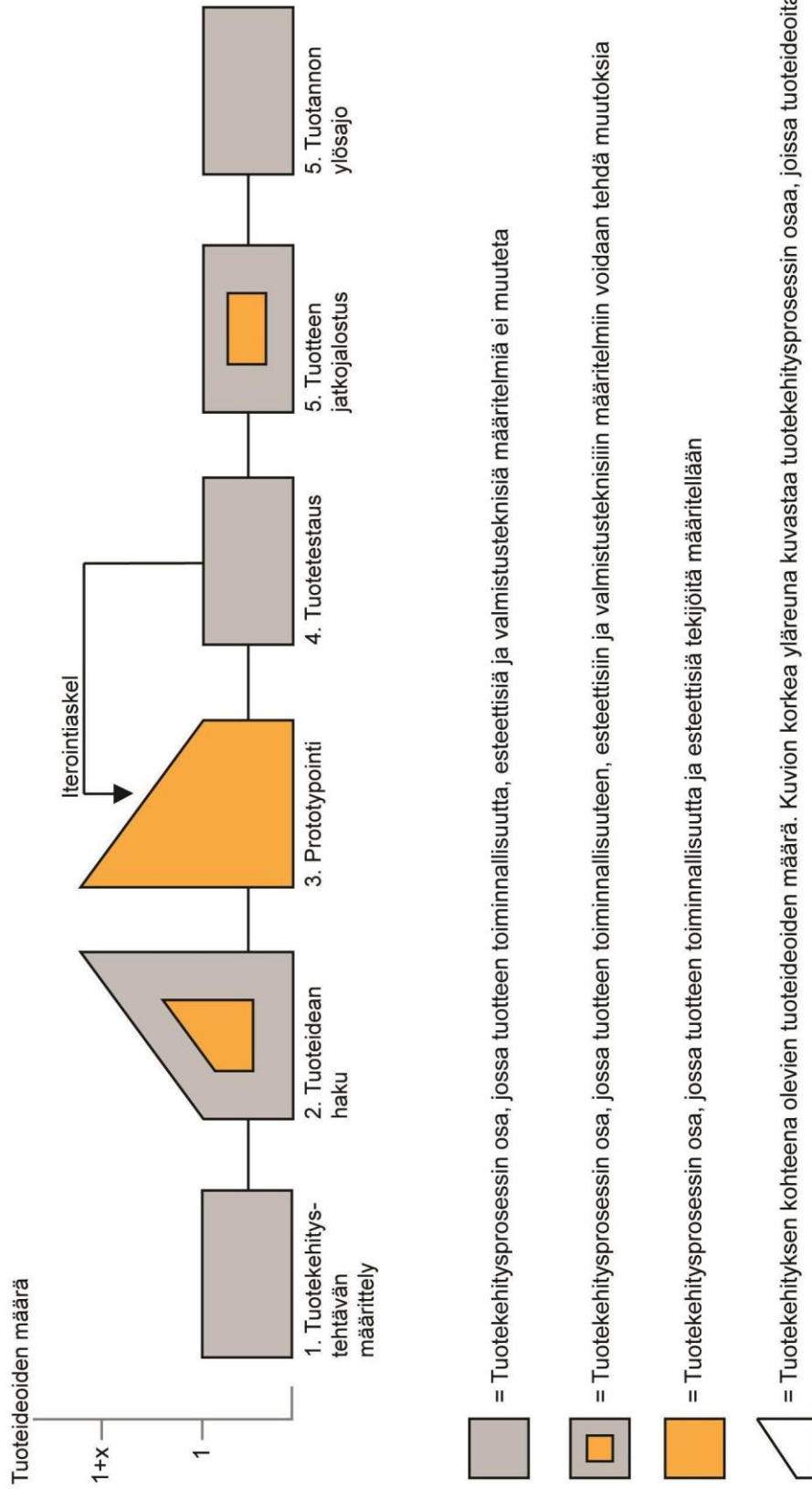
4. Tuotekehitysprosessien kuvausten analyysit

Tässä kappaleessa analysoin edellisen kappaleen tuotekehitysprosessikuvauksia käyttämällä analyysiyksikköinä tuotteen parametreja muuttavaa toimintaa. Tuotteen parametreja muuttavalla toiminnalla tarkoitan työvaiheita ja toimenpiteitä, jotka muuttavat olennaisesti suunniteltavan tuotteen toiminnallisia tai esteettisiä tekijöitä.

4.1. Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin kuvauksen analyysi

Kuusamon Uistimen perinteistä tuotekehitysprosessin kuvauksen analyysissa mielenkiintoisinta on tuotteen parametreja muuttavan toiminnan sijoittuminen. Tarkastelemalla vaiheita, joissa kehiteltävän tuotteen valmistusteknisiin, toiminnallisiin tai esteettisiin ominaisuuksiin suorasti vaikutetaan, saadaan selkeimmin esille tuotekehitysprosessin vahvuudet ja heikkoudet. Tuotteen parametreja muuttava toiminta ilmenee kuvassa oranssilla värillä merkityissä tuotekehitysprosessin vaiheissa.

Kuusamon Uistimen perinteinen tuotekehitysprosessi



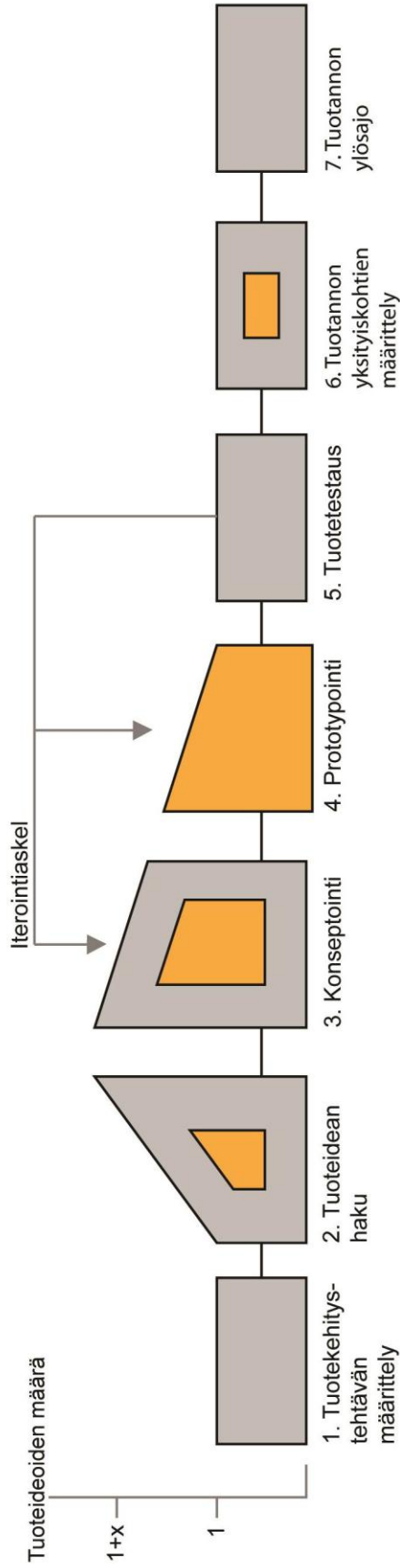
Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessissa on erikoista, että tuoteidean haku suoritetaan prototyypoinnin menetelmillä. Tuoteidean hakuvaiheessa ei edes välttämättä ole piirretty tuotteesta summittaisia kuvia, vaan summittainen uistimen muoto on piirretty suoraan metallilevyyn, josta se on sitten leikattu irti ja hakattu muotoonsa. Harrastuskalastuksen tuotealueella on tietenkin perusteltua pitää prototyyppejä korkeassa arvossa, sillä uistimien kalastavuus täytyy pystyä luotettavasti toteamaan. Kalastavuuden arviointi ilman testausta oikeassa käyttöympäristössä on mahdollista koealtaassa, mutta kalastavuudesta voidaan testialtaassa sanoa vain hyvin valistuneita arvauksia. Ainoa tapa todentaa tuotteen toiminta on käyttää sitä suunnitellussa käyttöympäristössä. Useimpien tuotteiden kohdalla riittää, että esteettisiä ja toiminnallisia tekijöitä arvioidaan ihmisten näkökulmasta, mutta uistinsuunnittelussa ei. Uistimen tulee toimia kohdekalan pyydystämässä, joten kohdekalan mielipide on keskeinen tekijä tuotteen menestyksen kannalta. Tästä syystä prototypointivaiheen asema tuotekehitysprossin hallitsevana ja ylivoimaisesti merkittävimpänä osana perusteltu, mutta mielestäni se on myös ylikorostunut Kuusamon Uistimen tuotekehitysprosessissa.

Tuoteidean hakuvaihe ja prototypointivaihe ovat Kuusamon Uistimen tuotekehitysprosessin erikoisuus. Niitä on vaikea erottaa toisistaan, sillä menetelmät kummassakin vaiheessa ovat samat. Vaiheet ovat kuitenkin päämäärältään erilaisia. Tuoteidean haussa tehdään useita erilaisia tuotekehitystehtävän määritelmät täyttävää tuoteideaa, joista valitaan muutama jatkoon. Prototypointivaiheessa näitä muutamaa tuoteideaa kehitetään mahdollisimman hyviksi. Tapahtumana tuoteideoiden valinta on ollut intuitiivista ja valintaa eri tuoteideoiden välillä on ohjannut pääosin suunnittelijan oma henkilökohtainen näkemys. Suunnittelijan oman henkilökohtaisen näkemyksen suuri rooli tuoteideoiden valinnassa ja niiden kehittämisessä on myös ollut yrityksen historian aikana luonnollista: kymmeniä vuosia tuotesuunnittelijana toiminut Paavo Korpua on ollut myös kymmeniä vuosia yrityksen toinen omistaja ja myöhemmin ainoa omistaja. Nykyisin yrityksen omistaa hänen poikansa Kimmo Korpua. Joka arkipäivä vielä 80-vuotiaanakin töihin tulevan Paavon vaikutus tietämykseeni uistinsuunnittelusta on merkittävä.

4.2. 3D-suunnittelua korostavan tuotekehitysprosessin kuvauksen analyysi

3D-suunnittelua korostavan tuotekehitysprosessin kuvauksen analyysi on suoritettu samalla tavalla, kuin Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin analyysi. Mielenkiinnon kohteena tässäkin tuotekehitysprosessianalysissä ovat analyysiyksiköt, eli tuotteen parametreja muuttava toiminta.

3D-suunnittelua korostava tuotekehitysprosessi



= Tuotekehitysprosessin osa, jossa tuotteen toiminnallisuutta, esteettisiä ja valmistusteknisiä määritelmiä ei muuteta



= Tuotekehitysprosessin osa, jossa tuotteen toiminnallisuuteen, esteettisiin ja valmistusteknisiin määritelmiin voidaan tehdä muutoksia



= Tuotekehitysprosessin osa, jossa tuotteen toiminnallisuutta ja esteettisiä tekijöitä määritellään



= Tuotekehityksen kohteena olevien tuoteideoiden määrä. Kuvion korkea yläreuna kuvastaa tuotekehitysprosessin osaa, joissa tuoteideoita on useita.

3D-suunnittelun hyödyntäminen vaikuttaa kehiteltävään tuotteen parametreja muuttavan toiminnan painotukseen sijoittumiseen tuotekehitysprosessissa. 3D-suunnittelua korostavan tuotekehitysprosessin hyödyt tulevat analyysissä hyvin esille. Tuotteeseen voidaan tehdä muutoksia hyvin pienellä työmäärällä, sillä kehiteltävä tuote on ensisijaisesti 3D-tiedosto konseptointivaiheesta lähtien. 3D-tulostuksen hyödyntäminen tekee konseptoinnista ja prototypointivaiheesta eräänlaisen iteratiivisen jatkumon, joka päättyy tuotetestausvaiheeseen tai palaa joko konseptointivaiheeseen tai prototypointivaiheeseen takaisin. Valmista, tuotetestausvaiheen prototyyppiä voidaan vielä muuttaa tuotannon yksityiskohtien määrittelyvaiheessa 3D-tiedostomuodon vuoksi kohtuullisen pienellä työmäärällä. Jos tuotteeseen tehdään suuria, toiminnallisuuteen vaikuttavia muutoksia, täytyy tuotetestausvaihe käydä läpi uudelleen, jotta epäonnistumisilta tuotekehityksessä välttyttäisiin.

4.3. Tuotekehitysprosessikuvausten analyysien vertailu

Tuotekehitysprosessien kuvauksien analyysit osoittivat eriävyyksiä kahden prosessin välillä niin menetelmissä, kuin kehiteltävään tuotteen parametreja muuttavan toiminnan sijoittumisessa. Kuusamon Uistimen perinteisessä tuotekehitysprosessissa prototypointivaiheessa määritellään tuotteen toiminnallisuus ja esteettiset tekijät. Valmistustekniset tekijät ovat määritelty jo tuotekehitystehtävän määrittelyssä. Tuotekehityksen alkupään ideointivaiheen ja prototypointivaiheen erottaminen toisistaan on jo itsessään vaikeaa, sillä niissä kummassakin käytetään prototypoinnin menetelmiä. Kuusamon Uistimen tuotekehityksen kulmakivenä on aina ollut tuotteiden toimivuuden asettaminen etusijalle ja siksi on ymmärrettävää, että kehiteltävään tuotteen parametreja muuttava toiminta on painottunut prototypointivaiheeseen.

Kuusamon Uistimen perinteisessä tuotekehitysprosessissa tuotteiden esteettisten tekijöiden muotoilu on usein sijoitettu tuotteen jatkojalostusvaiheeseen. Se aiheuttaa sen, että joissain tuotteissa esteettiset tekijät ovat jollain tapaa toissijaisen oloisia. Se johtuu siitä, että *esteettiset*

tekijät eivät kuulu alkuperäiseen tuotekonseptiin, vaan ne määritetään vasta sitten, kun tuotteen toiminnallisuus on saatu todennettavasti testattua.

3D-suunnittelua korostavan tuotekehitysprosessikuvauksen analyysissa on kolmivaiheinen jatkumo, joka käsittää tuoteidean hakuvaiheen, konseptointivaiheen ja prototypointivaiheen. Kehiteltävään tuotteen parametreja muuttava toiminta on sijoittunut pääosin tälle osalle tuotekehitysprosessia. Käytännössä *toiminta kohdistuu 3D-tiedostoon, josta tehdään prototyyppejä erilaisin menetelmin.* Jos prototyyppi osoittaa jonkin virheen tai kehitystä kaipaavan ominaisuuden tuotteessa, *3D-tiedostoa muokataan yksittäisen prototyypin sijasta.* Kun tuotekehitystoiminnan kohteena on ensisijaisesti 3D-tiedosto, tuo se notkeutta tuotekehitystoimintaan.

3D-suunnittelua korostava tuotekehitysprosessi perustuu *tuotteen kokonaisvaltaiseen suunnitteluun,* koska tuotteen toiminnallisia, valmistusteknisiä ja esteettisiä tekijöitä ei ole eroteltu missään tuotekehitysprosessin vaiheessa, vaan niitä muotoillaan samanaikaisesti. Tuotteen toiminnallisten, esteettisten ja valmistusteknisten määritelmien painotus voi kuitenkin vaihdella tuotekehitysprosessin eri vaiheissa.

3D-tiedoston käyttäminen ensisijaisena kehiteltävänä tuotteena prototyypin sijasta tuo tuotekehitystoimintaan automaattisen arkistoinnin tallennettujen työvaiheiden muodossa ja tuotekehityksen keskeisille tekijöille yhteisen kielen tietokoneen näytöltä tarkasteltavan renderoidun 3D-kappaleen tai 3D-tulostetun fyysisen prototyypin muodossa. Yksi perustavanlaatuinen muutos tuotekehitysprosessissa on yrityksen johdon ja markkinointiosaston arvion saamisen mahdollisuus jo ennen, kuin tuotetta edes viedään prototypointivaiheeseen. Prototypointivaiheen 3D-tiedosto sisältää myös valmistustekniset määritelmät, kuten päästökulmat, materiaalivahvuudet ja materiaalin tilavuuden, mikä nopeuttaa valmistus- ja tuotantoteknisiä toimenpiteitä. Esimerkiksi työkalujen valmistus nopeutuu, koska tuotetestausvaiheen läpikäyneen 3D-tiedoston sisältämää geometriaa voidaan hyödyntää suoraan niiden suunnittelussa.

Vaikka tuotekehitystoiminta näissä kahdessa prosessissa lähtisi samasta tuotekehitystehtävän määrittelystä, ne johtaisivat varmasti hyvin erilaisiin lopputuloksiin. Tätä väitettä tukee kehiteltävään tuotteen parametreja muuttavan toiminnan sijoittelu: Kuusamon Uistimen perinteisessä tuotekehitysprosessissa se sijoittuu prototypointivaiheeseen ja 3D-suunnittelua korostavassa tuotekehitysprosessissa se sijoittuu tuotteen muotoiluun tuoteidean hakuvaiheen, konseptointivaiheen ja prototypointivaiheen välillä. 3D-suunnittelua korostava tuotekehitysprosessi painottaa tuotteen kokonaisuutta esteettisine tekijöineen ja Kuusamon Uistimen perinteinen tuotekehitysprosessi painottaa vahvasti tuotteen toiminnallisuutta. Kummankin tuotekehitysprosessimallin tavoite on kuitenkin sama: toimiva ja esteettisesti laadukas tuote.

3D-suunnittelua korostavassa tuotekehitysprosessimallissa tavoitteena oli tuotteen kokonaisvaltainen suunnittelu 3D-suunnittelua hyödyntämällä. Suurimpana erona Kuusamon Uistimen perinteisessä tuotekehitysprosessissa ja käyttämässäni 3D-suunnittelua korostavassa tuotekehitysprosessissa en pidä menetelmäeroja, vaan tuotekehityksen ensisijaista kohdetta. Kuusamon Uistimen perinteisessä tuotekehitysprosessissa tuotekehityksen ensisijainen kohde on tuotteen prototyyppi ja 3D-suunnittelua korostavassa tuotekehitysprosessimallissa 3D-malli esteettisine, valmistusteknisine ja toiminnallisine tekijöineen.

4.4. Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin tuloksia

Kuusamon Uistin Oy on perinteikäs yritys, jonka tuotteita arvostetaan käyttäjien keskuudessa paljon. Kuusamon Uistimen perinteinen tuotekehitysprosessi on aina ollut *form follows function*- ajatusmallin mukaista toimintaa ja se on toiminut hyvin. Harrastuskalastuksen tuotealueella on kilpailijoita, joiden tuotteet eivät toimi lähellekään Kuusamon Uistimen tuotteiden veroisesti, mutta joskus suurten kilpailijoiden tuotteiden esteettiset tekijät on suunniteltu huomattavasti laadukkaammin. Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin

analyysi osoittaa sen, että esteettisten tekijöiden suunnittelu on ollut toissijaista tuotteen toiminnallisiin tekijöihin verrattuna. Se johtuu siitä, että tuotteen esteettiset tekijät suunnitellaan tuotekehitysprosessissa toiminnallisten tekijöiden määrittelyn jälkeen. Yrityksen käyttämä tuotekehitysprosessi sopii hyvin tuotteen toiminnallisuuden suunnitteluun, muttei kovin hyvin tuotteen kokonaisvaltaiseen suunnitteluun, sillä esteettiset tekijät jäivät selkeästi taka-alalle.



Kuusamon Uistimen *painosyvääjä* 70g. Painosyvääjän takaosassa punaisen muovisukan alla on puukappale painotuksen vuoksi.

Yllä oleva tuote on hyvä esimerkki hyvästä tuotteesta, jonka toiminnallisuus on todella hyvin suunniteltu, mutta esteettisten tekijöiden suunnittelu on jäänyt varsin vähälle huomiolle. Kun Kuusamon Uistimen painosyvääjä kehitettiin, se oli ensimmäinen tuote pienen mittakaavan uistatteluun, johon ei markkinoilla ollut kehitetty vielä tuotteita. Yritys huomasi tuotesegmentin, johon ei markkinoilla ollut vielä reagoitu. Painosyvääjän kohderyhmänä ovat satunnaiset, vaatimattomin välinein uistattelevat harrastuskalastajat. Tuote valtasi markkinat nopeasti ja siitä myytiin hyvällä menestyksellä pitkän aikaa. Nykyisin tällä tuotealueella on useita kilpailevia tuotteita.



Kuusamon Uistimen maineikas pintavaappu *Variant*, joka kehitettiin jo 1978. Variantin muotoilun taustalla oli väriin vaihtoidea, jossa vaapun sisällä olevat erisuuntaiset prismapinnat taittavat valon eri värejä.

Paavo Korpua kertoi suunnitelleensa Kuusamon Uistimen Variant-vaappua noin kaksi vuotta. Ideana prismapintojen käyttäminen aiheuttamaan välähdyksiä vedessä oli siihen aikaan uutta uistinsuunnittelussa ja Variant myikin aluksi hyvin. Variant on hyvin erikoinen, kilpailijoista erottuva uistin. Kuitenkin sen myyntimäärät hiipuivat, ja muutama vuosi sitten niiden valmistaminen lopetettiin huonon kysynnän vuoksi. Valmistuksen lopettaminen johti useisiin yhteydenottoihin pettyneiltä kalamiehiltä, jotka olivat pitäneet Variantia luottouistimenaan. Tämä on selvästi yksi harrastuskalastuksen tuotealueen omituisuuksista: *tuote voi olla niin kalastava tietyissä vesistöissä, että sen haluaa pitää muilta kalamiehiltä salassa*. Mielestäni toinen, ehkä merkittävämpi syy Variantin valmistuksen lopettamiseen löytyy kuitenkin sen esteettisistä tekijöistä. Vaikka se on hyvin toimiva ja kalastava uistin, jolla on uutuusarvoa väriin vaihtoidean vuoksi, sen esteettisiin ominaisuuksiin ei mielestäni ole riittävästi kiinnitetty huomiota.



Räsänen 50/11. Räsänen on Professorin ohella Suomen tunnetuimpia lusikkauistimia, ja sen eri malleja käyttävät niin ammattimaiset lohimiehet kuin satunnaiset mökkikalastajat.

Räsänen on mielestäni yksinkertaista ja toimivaa muotoilua täydellisimmillään ja se on syystäkin klassikko. Sen uinti on uskomattoman elävää ja ilmeikästä, ja sillä saadaan vuosittain huimia määriä saalista lohista säynäviin. Räsäseen, sellaisena kuin se nykyään tunnetaan, on vaikuttanut suuresti Paavo Korpua kehittämällä sitä ja muotoilemalla perinteikkääseen uistimeen uusia malleja ja suunnittelemalla siihen hyvin kalastavia värityksiä. Räsänen on tällä hetkellä Kuusamon Uistimen suosituin tuote.



Lätkä 70/14. Lätkä on suosittu uistin erityisesti taimenta kalastavien harrastajien keskuudessa.

Kuusamon Uistimen Lätkä on yrityksen oman tuotekehityksen helmiä. Konstailematon ja tehokas uinti on tämän uistimen valttikortti. Toiminnallisuuden muotoilu näkyy uistimessa pelkistetyssä ulkomuodossa, sillä uistimen jokaisen yksityiskohdan voi selittää toiminnallisella tarkoituksella. Esimerkiksi Lätkässä ei ole helmeä, koska ilman helmeä on mahdollista saada uintiin vahvempi liike ja Lätkän koukkupäässä on enemmän materiaalia kuin sen etupäässä, jotta se ei sotkeutuisi siimaan heiton aikana.



Tasapainopilkki X-Pro 60mm. X-Pro on yksi suosituimmista suomalaisista tasapainopilkeistä.

X-Pro on geometrialtaan monimutkainen, hienosti viimeistelty tuote. Uistin on tehty valamalla lyijyaihio runkolangan päälle ja sen päälle on ruiskuvalettu muovirunko. Tämän uistimen suunnitteluun on käytetty aikaa, ja se näkyy viimeistelyn geometriassa ja uistimen uinnissa. X-Pron viimeistely on tehty muotteja valmistavassa yrityksessä piirrosten ja prototyypin pohjalta tuotekehitysprosessin loppupäässä alihankintana.

Käsin tehtävien prototyyppien geometria ei vastaa tuotantomenetelmin valmistettua tuotetta, mikä vaikuttaa prototyyppivaiheessa saadun informaation arvoon: *vaikka prototyyppi toimisi loistavasti, se ei tarkoita sitä, että sarjatuotantomenetelmin valmistettu tuote toimisi.* Toimivaa prototyyppiä ei

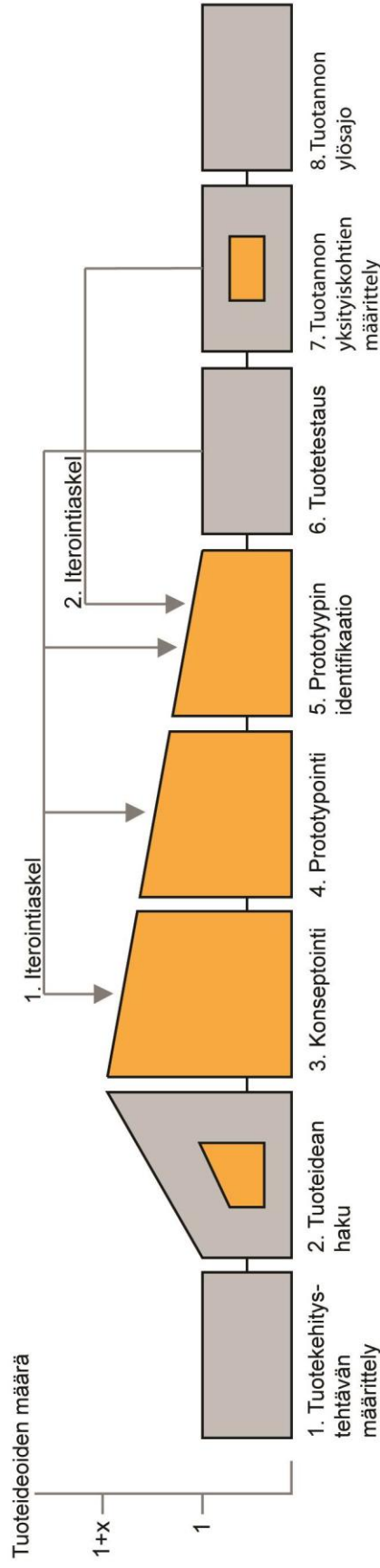
sellaisenaan voi viedä tuotantoon, vaan yleensä tuote täytyy vielä muuttaa 3D-muotoon tuotannon työkalujen valmistusta varten. Kuusamon Uistimen perinteisessä tuotekehitysprosessissa valmistusteknisten yksityiskohtien määrittely vasta aivan tuotekehitysprosessin loppupäässä lisäsi riskitekijöitä tuotannon työkalujen valmistusvaiheessa, sillä lopullisella geometrialla viimeistelyjä kappaleita ei päästy testaamaan kunnolla tuotekehitysprosessin aikana. Tuotannon työkalujen valmistuksessa käytettävän 3D-geometrian tilaaminen on yrityksen ulkopuolelta alihankintana tarkoittaa sitä, että tuotteen suunnitteluun vaikuttaa henkilö, jolla ei usein ole riittävästi tietoa suunniteltavasta tuotteesta tai sen kohderyhmästä. X-Pron kohdalla sattui niin, että uistin toimi ruiskuvalumuotin tilauksen jälkeen loistavasti niin kalastajien, kuin kalojenkin mielestä. X-Pron tuotekehitysprojekti onnistui niin tuotekehitystiimin, kuin 3D-suunnittelijankin työn laadukkuuden ansiosta.





5. 3D-painotteinen tuotekehitysprosessi

PK-yritysten tuotekehityksessä on monenlaisia haasteita. Mahdollisimman hyvien tulosten saavuttamiseksi PK-yrityksen käyttämän tuotekehitysprosessin tulee ottaa huomioon yrityksen lähtökohdat ja palvella yrityksen tavoitteita mahdollisimman hyvin. Tuotekehitysprosessin tulisi myös olla toteutettavissa laadukkaasti yrityskohtaisilla resursseilla. Tuotesuunnittelua käsittelevässä kirjallisuudessa tuotekehitysprosessimalleja on esitelty useita ja niitä on kuvattu hyvin tarkasti. Vaikka suunnittelutieteen kirjallisuuden tuotekehitysprosessimallit ovat hyviä, ne eivät välttämättä sovellu PK-yrityksille, sillä niiden taustalla on usein suuryritysten tuotekehityksen tavoitteet ja mittavien resurssien mahdollistamat menetelmät.

PK-yritykset tarvitsevat tuotekehitysprosessimallin, joka ottaa huomioon yrityksen tuotekehityksen rajalliset resurssit. Seuraavalla sivulla oleva kaavio on yksi tutkielman tuloksista, *3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli*.

3D-painotteinen tuotekehitysprosessi



-  = Tuotekehitysprosessin osa, jossa tuotteen toiminnallisuutta, esteettisiä ja valmistusteknisiä määritelmiä ei muuteta
-  = Tuotekehitysprosessin osa, jossa tuotteen toiminnallisuuteen, esteettisiin ja valmistusteknisiin määritelmiin voidaan tehdä muutoksia 3D-suunnittelun avulla
-  = Tuotekehitysprosessin osa, jossa tuotteen toiminnallisuutta ja esteettisiä tekijöitä määritellään 3D-suunnittelun avulla
-  = Tuotekehityksen kohteena olevien tuoteideoiden määrä. Kuvion korkea yläreuna kuvastaa tuotekehitysprosessin osaa, joissa tuoteideoita on useita.

3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli on PK-yrityksen resurssit huomioon ottava tuotekehitysprosessimalli. PK-yrityksen tuotekehityksen haasteisiin on vastattu tässä mallissa 3D-suunnittelun *kokonaisvaltaisella hyödyntämisellä*. 3D-painotteisessa tuotekehitysprosessimallissa 3D-suunnittelulla on erikoisen suuri painoarvo, ja se on mukana tuoteidean hakuvaiheesta tuotannon yksityiskohtien suunnitteluun asti.

3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli

Vaihe 1: Tuotekehitystehtävän määrittely

Tuotekehitysprosessi alkaa tuotekehitystehtävän määrittämisellä, joka sisältää tuotteen toiminnan vaatimukset ja valmistustekniset tekijät. Tuotekehitystehtävän määrittely sisältää myös yrityksen strategian, kohderyhmän ja tuotteen kaupalliset tavoitteet.

Vaihe 2: Tuoteidean haku

Tuoteidean hakuprosessiin kuuluu olennaisesti kilpailijakartoitus ja käyttäjätiedon hankinta. Tuoteideoita haetaan piirtämällä tai muilla menetelmillä tavoitteena kattava määrä erilaisia ideoita, jotka täyttävät tuotekehitystehtävän määrittelyssä annetut vaatimukset. Tuoteidean hakuprosessissa valmistustekniset tekijät ovat toissijaisessa asemassa, ja päämääränä ovat lennokkaat ja tuoreet ideat. Tässä vaiheessa voidaan tehdä muutamia nopeita 3D-mallinnuksia lupaavista tuoteideoista tai muotohahmotelmista, jos se auttaa hahmottamaan jonkin tietyn designin olemusta.

Vaihe 3: Konseptointi

Konseptointivaiheessa tuoteidean hakuvaiheen ideoista valitaan yksi tai useampia, ja niistä tehdään kohtuullisen tarkat 3D-mallinnukset. Tuotekonsepteista tehdään renderointikuva, jota arvioidaan tuotekehityksen keskeisten toimijoiden, yrityksen johdon ja markkinoinnin toimesta. Oletetulta toiminnaltaan ja esteettisiltä tekijöiltään laadukkain konsepti valitaan prototyyppivaiheeseen. Tuotteen esteettisiä tekijöitä voidaan renderointikuvan perusteella arvioida, mutta toiminnallisista tekijöistä voidaan sanoa jotain varmuudella vasta prototyyppivaiheessa. 3D-tiedostoon voidaan

myös tehdä muutoksia renderointikuvan perusteella ennen prototypointivaihetta esteettisten syiden tai oletetun toiminnan parantamisen vuoksi. Prototypointivaihe voi hyvin muuttaa tuotteen ulkomuotoa, jos tuote ei toimikaan oletetusti. Siitä syystä konseptivaiheen 3D-mallinnuksen ei tarvitse olla kovin tarkasti mallinnettu. Mallinnusohjelmalla tehtyä tuotteen geometriaa pitää pystyä muuttamaan jälkeenpäin helposti, jotta mallintamiseen ei kuluisi paljoa aikaa tuotekehitysprosessin eri osissa. Konseptointivaiheessa myös tuotteen valmistuskustannukset arvioidaan alustavasti.

Vaihe 4: Prototypointi

Valitusta konseptista tehdään prototyyppi. Tuote prototypoidaan RP-menetelmiä hyödyntäen tai tekemällä käsin fyysinen malli tuotteesta. Tuotteen koko, materiaali ja toimintavaatimukset määräävät käytettävän prototypointimenetelmän. Käytettävä prototypointimenetelmä määräytyy tietysti myös sen mukaan, että mitä tuotteen ominaisuutta halutaan tarkastella. Tuotteen esteettisyyttä tai toiminnallisia ominaisuuksia voidaan erikseen prototypoida. 3D-suunnittelua voidaan hyödyntää monin erilaisin tavoin prototypoinnissa. Esimerkiksi käsin metallilevystä leikattavaan prototyyppiin tai sen osaan voidaan tulostaa paperille 2D-viivapiirroksia, jotka saadaan suoraan mallinnetusta geometriasta tai 2D-viivapiirrosten mukaan voidaan laser- tai vesileikata haluttu kappale. 3D-tulostus prototypointimenetelmänä on hyvin nopea ja tarkka työkalu tuotekehityksessä ja sitä kannattaa hyödyntää mahdollisen paljon. Metallin 3D-tulostuskin on tarkkaa ja halpaa tietyillä menetelmillä, joten ulkonäkömalli tai skaalattu ulkonäkömalli kannattaa tilata, jos tuote tullaan tekemään metallista. 3D-tulostus on itsenäinen toimenpide, joka jättää suunnittelijalle aikaa tehdä tulostuksen aikana muita tuotekehitystehtäviä. Tuotteesta tehdään useita prototyyppiejä niin kauan, että prototyyppi täyttää tuotekehitystehtävän määrittelyn mukaiset esteettiset ja toiminnalliset vaatimukset.

Vaihe 5: Prototyypin identifikaatio

Prototyypin identifikaatiovaiheessa prototyypin esteettiset ja toiminnalliset vastaavat tuotekehitystehtävän määrittelyt. Prototyypin identifikaatio sisältää tuotteen lopullisen geometrian, struktuuriset, valmistustekniset ja toiminnalliset tekijät. Käytännössä prototyypin identifikaatio koostuu tarkasta 3D-tiedostosta, jossa on otettu huomioon valmistustekniset vaatimukset 3D-analyysityökaluilla. Prototyypin identifikaatio on viimeistelty tuotekonsepti, joka on mahdollista viedä tuotantoon sellaisenaan.

Vaihe 6: Tuotetestaus

Kun prototyyppi on identifioitu, siitä tehdään tuotteesta riippuen prototyyppi tai sarja prototyyppenä tuotetestausvaiheeseen. Identifioidusta tuotteesta tehdään testisarja. Testisarjaa testataan oikeassa käyttöympäristössä riittävän ajanjakson ajan. Jos tuotetestausvaiheessa tuotteen toiminnassa ei ilmene ongelmia ja tuote toimii suunnitellusti, voidaan keskittyä tuotannon yksityiskohtien suunnitteluun. Jos tuotteen toiminnassa ilmenee ongelmia, on jatkettava prototypointivaiheeseen, mitä seuraa taas uusi prototyypin identifikaatiovaihe ja uusi testisarja.

Vaihe 7: Tuotannon yksityiskohtien määrittely

Tuotteen valmistustekniset yksityiskohdat päätetään ja kustannuslaskelmat laaditaan. Tässä vaiheessa myös tuotteelle haetaan riittävä mallisuoja. Yritys valmistaa tai tilaa tuotannon työkalut identifikaatiovaiheen 3D-tiedoston geometriaa hyödyntäen. Valmistetuilla tuotannon työkaluilla tehdään koe-erä tuotteen toiminnan varmistamiseksi.

Vaihe 8: Tuotannon ylösajo

Työkalujen testauksen jälkeen tuotannon prosessit aikataulutetaan ja tuotanto aloitetaan.

1. Iterointiaskel

Jos tuotetestausvaiheessa (6) havaitaan, että tuote ei toimi suunnitellusti tai sitä voidaan vielä jollain tavalla parantaa, siirrytään takaisin konseptointivaiheeseen (3), prototypointivaiheeseen (4) tai prototyypin identifikaatiovaiheeseen (5) ja tuotteeseen tehdään tarvittavat muutokset. Jos tuotetestausvaiheessa havaitaan, että tuotteeseen olisi syytä tehdä pieniä esteettisiä tai toiminnallisuuden vaikuttavia muutoksia, siirrytään prototyypin identifikaatiovaiheeseen, jossa muutokset tehdään tuotteen 3D-tiedostoon ja sen jälkeen voidaan siirtyä tuotannon yksityiskohtien määrittelyvaiheeseen (7). Jos tuotteeseen tehtävät muutokset ovat vain tuotteen toiminnallisuuden vaikuttavia muutoksia, siirrytään takaisin prototypointivaiheeseen. Jos tuotteeseen tehtävät muutokset ovat suuria tuotteen esteettisyyteen, toiminnallisuuteen tai valmistustekniikkaan vaikuttavia muutoksia, siirrytään konseptointivaiheeseen. Suuret muutokset tuotteen geometriassa voivat

muuttaa tuotetta konseptitasolla, joten niitä on syytä käsitellä konseptivaiheen menetelmin.

2. Iterointiaskel

Jos tuotannon yksityiskohtien määrittelyvaiheessa (7) havaitaan, että tuotetta voidaan jollain marginaalisella tavalla parantaa, siirrytään prototyypin identifikaatiovaiheeseen (5). Tuotteeseen tehtävät muutokset toteutetaan muuttamalla prototyypin identifikaatiovaiheen 3D-tiedostoa. Jos muutokset ovat tuotteen toiminnallisuuteen vaikuttavia muutoksia, tuote muutoksineen prototypoidaan ja testataan uudelleen. Jos tehtävät muutokset eivät ole toiminnallisuuteen tai esteettisyyteen suuresti vaikuttavia, tuote voidaan viedä tuotantoon prototyypin identifikaatiovaiheen 3D-tiedostoa hyödyntämällä.

3D-painotteisessa tuotekehitysprosessimallissa 3D-suunnittelun kokonaisvaltainen hyödyntäminen tarkoittaa sitä, että tuotekehityksen ensisijaisena kohteena on kehiteltävän tuotteen 3D-malli. 3D-tiedostomuodossa olevasta tuotteesta tehdään prototyyppinä hyödyntäen tarkoitukseen sopivia RP-menetelmiä, kuten 3D-tulostusta, CNC-työstöä tai käsin tehtäviä prototypointimenetelmiä. Tuotteeseen tehtävät muutokset tehdään ensin 3D-tiedostoon ja sitten tehdyt muutokset prototypoidaan. 3D-painotteisessa tuotekehitysprosessimallissa kehitetään tuotteen 3D-tiedostoa, joka sisältää myös valmistustekniset määritelmät, kuten päästökulmat ja materiaalivahvuudet. Kun 3D-tiedosto sisältää valmistustekniset määritelmät, on sen prototypointi monella tapaa hyödyllistä. Prototyypin informaatioarvo on monin verroin suurempi, jos tuotteen toiminta voidaan todistaa sarjatuotantotavoin valmistettua valmista tuotetta vastaavalla prototyypillä. 3D-teknologia mahdollistaa tämän useiden tuotteiden kohdalla. Tarkan prototypoinnin mahdollisuus on yksi 3D-painotteisen tuotekehitysprosessimallin vahvuuksista.

3D-suunnittelua korostava tuotekehitysprosessi oli Kuusamon Uistimen perinteistä tuotekehitysprosessia huomattavasti nopeampi. Myös sen tuloksena syntyneet tuotteet olivat geometrialtaan monimutkaisempia, kuin useimmat

Kuusamon Uistimen perinteisen tuotekehitysprosessin tuloksena syntyneet tuotteet. 3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli on intuitiivisempi ja keveämpi versio 3D-suunnittelua korostavasta tuotekehitysmallista.

3D-painotteisen tuotekehitysprosessin menetelmin toteutettiin uusi tuote markkinoille kesäksi 2015. Kyseessä on lippauistin *Menninkäinen*, jonka tuotekehitysprosessi alkoi marraskuussa 2012, ja joka oli tuotetestausvaiheessa helmikuussa 2013. Menninkäistä testattiin kesäkauden 2013 ajan. Tuotetestausvaiheen jälkeen Menninkäiselle tehtiin useita muutoksia sen rakenteeseen ja ulkomuotoon syksyllä 2013, jotta se toimisi kaikenlaisissa vesistöissä mahdollisimman hyvin. Alkukevästä 2014 Menninkäisen valmistukseen vaadittavista tuotannon työkaluista osa suunniteltiin yrityksen henkilöstön voimin ja osa tilattiin alihankintana. Tuotetestausta jatkettiin viimeistellyillä prototyypin identifikaatiovaiheen prototyypeistä koostuvalla koesarjalla kesällä 2014. Menninkäisen markkinointi alkaa alkutalvesta 2015 ja se tulee kaappoihin kesällä 2015. Tuotetestausvaiheeseen asti toteutettiin useita muitakin tuotteita, mukaan luettuna uusi painosyvääjä. Menninkäinen ja painosyvääjä ja niiden suunnitteluun käytetyt prosessikuvaukset ovat kattavasti esitelty taiteellisessa osiossa.

5.1. 3D-tiedoston käyttäminen tuotekehityksen ensisijaisena kohteena

PK-yritykset tarvitsevat rajallisten resurssiensa vuoksi tuotekehitysmallin, joka on toteutettavissa pienellä tuotekehityksen toimihenkilömäärällä ja joka johtaa laadukkaisiin tuotteisiin nopeasti. 3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli vastaa PK-yrityksen haasteisiin asettamalla suunniteltavan tuotteen 3D-tiedoston tuotekehityksen ensisijaiseksi kohteeksi. 3D-tiedoston käyttäminen tuotekehityksen ensisijaisena kohteena tarkoittaa käytännössä sitä, että *3D-tiedosto on aina suunniteltavan tuotteen ensisijainen olomuoto*. Prototyypivaiheessa kehitetään tuotteen 3D-tiedostoa, mikä sisältää tuotteen toiminnalliset, esteettiset ja valmistustekniset määritelmät. Jos

prototypointivaiheessa havaitaan, että tuotteen esteettisiin, toiminnallisiin tai valmistusteknisiin määritelmiin kannattaisi tehdä muutoksia, muutokset tehdään ensin 3D-tiedostoon, ja sen jälkeen muutokset prototypoidaan mahdollisimman informatiivisella menetelmällä.

Kuusamon Uistin käyttää tuotekehityksessään käyttäjätietoa, yhtä päätoimista muotoilijaa ja tuotannon toimihenkilöitä, joilla on tietopohjaa tuotekehityksestä ja harrastuskalastuksesta. 3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli on suunniteltu Kuusamon Uistimen tavoitteet ja resurssit huomioon ottaen. Kuusamon Uistimen tuotekehityksessä kyky tehdä tarkkoja prototyyppisiä tuotteista on tärkeää, koska suurin osa tuotteista on uistimia, joiden toiminnallisuuteen vaikuttavat hyvin pienetkin asiat. Uistinsuunnittelussa pienikin eroavaisuus prototyypin ja valmiin tuotteen geometrian välillä voi heikentää tuotteen toimivuutta merkittävästi. Jos tuotetestausvaiheessa hyväksi havaittu tuotteen geometria ei sellaisenaan siirry tuotannon työkaluihin, ei tuote välttämättä toimi ja tuotannon työkaluilla ei tässä tapauksessa tee yhtään mitään. Ongelma on ratkaistu käyttämällä 3D-tiedostoa ensisijaisena suunnittelun kohteena. Jos prototypoinnissa hyödynnetään 3D-tulostusta, sarjatuotantomenetelmin valmistettuun tuotteeseen lähes verrattavissa oleva tuote tulee testattua prototyypin ominaisuudessa.

Prosessina 3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli perustuu 3D-geometrian nopeaan muokkaamiseen ja muutosten prototypointiin, ja se on nopea juuri 3D-tiedoston ensisijaisuuden vuoksi. Tässä tuotekehitysprosessimallissa on hyvä käyttää mallinnusohjelmistoa, joka mahdollistaa 3D-geometrian muokkaamisen vapaasti jälkeenpäin. Tällaisia ohjelmistoja ovat esimerkiksi Solidworks ja Pro engineer. Käytän Rhinoceros- ohjelmistoa T-Splines -lisäosalla, joka on orgaanisten muotojen mallinnuksessa hyvä työkalu ja mahdollistaa 3D-geometrian vaivattoman muokkaamisen jälkikäteen. Renderointiin käytän nopeaa ja laadukasta KeyShot- ohjelmistoa.

3D-painotteisessa tuotekehitysprosessissa fyysisten prototyyppien tehtävänä on todentaa 3D-tiedoston toiminnalliset ja esteettiset tekijät. Koska valmistustekniset määritelmät sisältyvät 3D-tiedostoon, on prototypointivaiheen

jälkeinen 3D-tiedosto valmis vietäväksi tuotantoon. Erillistä valmistustekniikan suunnitteluvaihetta ei tarvita lukuun ottamatta tuotannon työkalujen vaatimaa mallinnusta. Identifikaatiovaiheen 3D-tiedosto sisältää *tuotteen lopulliset, geometriset määritelmät*. Tuotetta määrittävän 3D-geometrian jatkuva kehittäminen koko tuotekehitysprosessin ajan nopeuttaa tuotekehitysprosessia ja tekee prototyypeistä valmiin tuotteen kaltaisia, mikä myös lisää prototypointivaiheen informatiivisuutta.

Konseptointivaiheessa tehdään suunniteltavasta tuotteesta tarkka 3D-malli, joka toimii myös markkinoinnin työvälineenä. 3D-mallille määrätään materiaalit ja väritys, ja se esitetään 3D-muodossa tai renderoituna kuvana. Yrityksen johto ja markkinointi voivat antaa arvionsa valmiin tuotteen esteettisistä tekijöistä jo ennen prototypointivaihetta, mikä edesauttaa tuotekehityksen läpinäkyvyyttä tuotekehityksen keskeisten toimijoiden keskuudessa. Konseptointivaiheessa kuvia voidaan käyttää myös käyttäjätiedon hankintatyökaluna, mikä tiettyjen tuotteiden kohdalla on erittäin hyödyllistä.

5.2. Prototyypin identifikaatio – silta konseptin ja valmiin tuotteen välillä

3D-painotteisen tuotekehitysprosessimallin erityispiirteenä on tuotekehitysprosessin yhteen kokoava prototyypin identifikaatiovaihe. Prototyypin identifikaatio on käytännössä viimeistelty, valmistustekniset määritelmät sisältävä 3D-muodossa oleva tuotekonsepti. Prototyypin identifikaation käyttäminen siltana konseptointivaiheen, prototypointivaiheen ja tuotannon yksityiskohtien määrittelyvaiheen välillä mahdollistaa nopean tuotekehityssyklin iterointiaskeleineen.

Prototyypin identifikaatio on 3D-muodossa oleva tuotetestausta odottava tuote ja fyysinen prototyyppi. Koska kaikki tuotteeseen kohdistuneet muutokset tuotekehitysprosessin aikana ovat ensin tehty 3D-tiedostoon, on prototyypin identifikaatio tuoteidean hakuvaiheen, konseptointivaiheen ja

prototypointivaiheen lopputulos. Jos tuotetestausvaiheessa tuotteen toiminnassa ilmenee ongelmia, tehdään muutoksia joko konseptitasolla, prototyyppitasolla tai pelkästään prototyypin identifikaation tasolla. Jos tuotteen toiminnassa ilmenee tuotetestausvaiheessa suuria ongelmia, muutokset tehdään konseptitason 3D-tiedostoon, jonka jälkeen muutokset prototypoidaan prototypointivaiheen menetelmin ja sen jälkeen tehdään uusi viimeistelty prototyypin identifikaatio. Jos tuotteeseen tehdään tuotetestausvaiheessa vain pieniä, mutta toiminnallisuuteen vaikuttavia muutoksia, muutokset tehdään prototypointivaiheessa, jonka jälkeen tehdään uusi prototyypin identifikaatio. Jos tuotteeseen tehdään vain pieniä, tuotantoteknisiä tai esteettisiä muutoksia, ne tehdään suoraan prototyypin identifikaatiovaiheen 3D-tiedostoon, jonka jälkeen tuote voidaan viedä tarvittaessa uudelleen tuotetestausvaiheeseen tai hyväksyä sellaisenaan.

6. Tuotekehityksen haasteet PK- yrityksessä

Jokaisella yrityksellä on oma tapansa toteuttaa tuotekehitystä. Tuotekehityksessä käytetty prosessi riippuu sitä toteuttavien henkilöiden taidoista ja yrityksen omista lähtökohdista, historiasta ja tavoitteista. Jokin yritys voi tilata tuotekehitysprosessin tietylle tuotteelle kokonaan alihankintana, jokin yritys voi tehdä tuotekehitysprosessin vain osittain oman henkilöstön voimin ja jokin yritys voi toteuttaa tuotekehitysprosessin kokonaan omalla henkilöstöllä. Eri PK-yritysten tuotekehitysprosessit ovat usein hyvinkin poikkeavia toisiinsa nähden etenkin 3D-suunnittelun hyödyntämisen osalta.

Suuryritysten (työllistävät 50 henkilöä tai enemmän) tuotekehityksen suurimmat haasteet ovat usein tuotekehitykseen yleisesti liittyviä haasteita, kuten tuotteen esteettisten, toiminnallisten ja valmistusteknisten määritelmien laadukas suunnittelu tuotekehitysprosessin eri vaiheissa. Suurissa yrityksissä tuotekehityksen toimihenkilöitä on useita, ja siitä syystä niillä on myös erilaisia haasteita monien eri alojen ammattilaisia yhdistävien tuotekehitysprosessien tehokkaassa toteuttamisessa. PK-yritysten (10–49 henkilöä työllistävät) tuotekehityksen haasteet ovat pääpiirteittäin samat kuin suuryrityksillä, mutta niillä ei ole suuren tuotekehityshenkilöstön tehokkaaseen hyödyntämiseen liittyviä haasteita. PK-yritysten haasteet tuotekehityksessä liittyvät rajallisiin resursseihin. Pienet resurssit tarkoittavat vähälukuista henkilöstöä yrityksen tuotekehityksessä, rajallisia investointimahdollisuuksia ja pienemmän mittakaavan budjettia käytettäväksi tuotekehitykseen. Mikroyrityksissä (työllistävät 1-9 henkilöä) tuotekehityksen resursseihin liittyvät haasteet ovat tietysti vieläkin suurempia.

Usein PK-yritysten kohdalla yksi tuotekehityksen perustavanlaatuisista haasteista on osaavan tuotekehityksen henkilökunnan palkkaaminen pienellä budjetilla. PK-yritys tarvitsisi osaavaa henkilökuntaa tuotekehitykseensä, muttei ehkä pysty maksamaan riittävästi, koska sen markkinaosuus tuotealueellaan ei

ole riittävän suuri. Tämä on paradoksaalinen tilanne, sillä kasvattaakseen markkinaosuuttaan PK-yrityksen tulisi panostaa markkinoinnin ohella tuotekehitykseen, mikä hyvin toteutettuna kasvattaa yrityksen markkinaosuutta.

Toimialan erityispiirteet, suunniteltavan tuotteen konsepti ja yrityksen konekapasiteetti voivat mahdollistaa tai rajoittaa tiettyjen prototyyppityökalujen käyttöä tuotekehitysprosessissa. Esimerkiksi ohutlevysuunnitteluun erikoistunut metallialan PK-yritys, jonka tuotekehitysprosessin kohde on vaikkapa yksinkertainen metallinen ovenkahva puisella kädensijalla, tuskin haluaa käyttää ovenkahvan prototyypin tekoon 3D-tulostusjärjestelmää. Sen sijaan, että yritys 3D-tulostaisi alihankintana 3D-tiedoston geometrian mukaisen ovenkahvan, sen on hyödyllisempää leikata teräslevystä konseptin mukainen malli ja liimata tai ruuvata sen päälle puinen käsin veistetty kädensija. Tässä tapauksessa prototyypin teko käsin on nopeampaa, kustannustehokkaampaa ja oikeiden materiaalien hyödyntämisen takia myös informatiivisempaa. Toisaalta toiselle metallialan PK-yritykselle, jonka suunnittelema ovenkahva on koristeellisempi ja yksityiskohtaisempi, voisi olla järkevää tulostaa muovinen tai metallinen prototyyppi, ja käsitellä sen pinta sarjatuotantomenetelmin valmistetun ovenkahvan metallipinnan näköiseksi.

Yrityksen lähtökohtien lisäksi tuotteeseen liittyvät ominaisuudet, tuotteen materiaali ja valmistustekniikka vaikuttavat olennaisesti tuotekehitysprosessin muodostamiseen ja 3D-suunnittelun tehokkaaseen hyödyntämiseen. Prototyyppi on tuotekehityksen informatiivinen työkalu, joka tehdään, jotta tuotteen lopullisesta olomuodosta saataisiin jotain selville tekemällä siitä malli. Prototyyppitekniikka taas määräytyy sen mukaan, mitä tuotteesta halutaan tietää ja sen mukaan, mikä tekniikka on yrityksen käytettävissä hyväksyttävään hintaan.

6.1. Tuotekehitysprosessi kehitettävänä tuotteena

Tuotekehitysprosessi on yrityksen työkalu ja kilpailuvaltti. Jos laadukas tuote voidaan suunnitella kilpailijoita nopeammin, tuo se merkittävän taloudellisen hyödyn yritykselle. Hyvin dokumentoitu toiminta toimii vahvana tilastollisena työkaluna, jota voidaan käyttää tuotteiden ja prosessien kehittämiseen (Magrab 1997, 267). Uudet tuotteet edesauttavat yrityksiä ylläpitämään vahvoja tuoteportfolioita, ja edesauttavat kestävän kilpailuedun saavuttamista pitkällä aikavälillä (Bruce ja Cooper 2000, 5). Tuotekehityksen ja tuotannon prosessit ovat yrityksille usein tarkoin varjeltuja liikesalaisuuksia. Prosesseihin keskittyvä tieto on yrityksen sisäistä tietotaitoa, josta yritys on joutunut maksamaan omat oppirahansa. Oppirahoilla tarkoitetaan lukuisia teknologiaan, kemikaaleihin ja materiaaleihin liittyviä kokeita, tuotekehityksen ja tuotannon prosessien kehitykseen käytettyä työaikaa ja kokemuksen puutteesta johtuvia välttämättömiä virheinvestointeja. Useimmat yritykset näkisivät mielellään pahimpien kilpailijoidensa tekevän samat virheet, kuin yritys itse on aikaisemmin tehnyt, ja tästä syystä tuotekehitykseen ja tuotannon prosesseihin liittyvä tieto on yrityksen suurimpia liikesalaisuuksia.

Tuotetta ja tuotekehitysprosessia voidaan tarkastella erikseen, mutta niitä ei voi kuitenkaan täysin toisistaan erottaa, sillä tuote on tuotekehitysprosessinsa tulos. Jos tuotekehitys on prosessina laadukas, tuloksena on usein laadukkaita tuotteita. Jos taas tuotekehitysprosessi ei vastaa yrityksen tavoitteisiin, tuotteet harvoin täyttävät niille asetetut vaatimukset. Tuotekehitysprosessi, jossa yrityksen resursseja tai teknologia-ähtöisiä uusia menetelmiä ei ole huomioitu riittävän hyvin voi johtaa tarpeettoman suuriin tuotekehityskustannuksiin tai epäonnistumiseen tuotteen suunnittelussa. Yrityksen toiminnan ja tuotekehitykseen käytettävien resurssien välinen suhde on tärkeää; tuotekehitysprosessin tulee vastata yrityksen tavoitteisiin ja toimia laadukkaasti yrityksen käytössä olevilla resursseilla.

3D-suunnittelun hyödyntäminen yrityksen tavoitteet ja resurssit huomioon ottaen parhaimmillaan nopeuttaa ja selkeyttää yrityksen tuotekehitystoimintaa. Kuusamon Uistimen kontekstissa 3D-painotteinen tuotekehitysprosessi ratkaisi

erityisesti prototypoinnin ongelmia, koska toimivan prototyypin löydyttyä täysin samanlainen prototyyppi oli helppoa tehdä RP -menetelmien avulla. 3D-suunnittelun kokonaisvaltainen hyödyntäminen myös vähensi prototyypin ja sarjatuotantomenetelmin valmistettavan tuotteen eroja, mikä on uistinsuunnittelussa uistimien herkän toiminnallisuuden vuoksi hyvin mieluinen asia.

Yksi monissa tuotekehitysprosessin eri vaiheissa tapahtuvan 3D-suunnittelun hyödyntämisen eduista on se, että tuotekehityksen eri vaiheet arkistoituvat 3D-tiedostojen muodossa tietokoneelle. Suunnittelija voi palata tiettyyn vaiheeseen tuotekehitystä avaamalla siinä vaiheessa tallennetun tiedoston. Myös edelliset tuotekehitysprosessit tallentuvat automaattisesti kovalevylle, mikä auttaa yritystä kehittämään tuotekehitysprosessiaan.

Ihmiset haluavat hyvin suunniteltuja tuotteita, jotka huomioivat heidän arvonsa ja elämäntyylinsä, ja pettyvät tuotteisiin, joissa niitä ei ole otettu riittävän hyvin huomioon (Jordan 2000, 206). Hyvä tuotekehitysprosessi voi olla tuotteen käyttäjälle näkymätön, mutta kuitenkin suuri tekijä tuotteen valinnassa monella tapaa. Hyvin suunniteltu tuotekehitysprosessi alentaa kuluttajahintaa ja hyvin suunnitellut tuotteet herättävät käyttäjässä myös hyvänolon tunnetta, mikä luo arvotekijöitä käyttäjälle. Onnelliset ihmiset myös hyväksyvät tuotteessa pieniä vikoja (Norman 2004, 20). PK-yritykset ovat erityisesti tuotekehitysprosessiensa osalta kovin erilaisia, mikä johtuu usein harvalukuisesta ja koulutukseltaan vaihtelevasta tuotekehityshenkilöstöstä. Kuitenkin PK-yritysten tulisi päästä tuotekehityksessään edes lähelle suurempia kilpailijoitaan, jotta ne voisivat kasvattaa markkinaosuuttaan. Seuraamalla tiukasti tuotannon teknologian ja materiaalien kehitystä, 3D-suunnittelun oikeanlaisella hyödyntämisellä ja siihen liittyvällä henkilöstösuunnittelulla on PK-yritysten mahdollista päästä nopeastikin suurempien kilpailijoidensa tuotteiden laadun tasolle.

6.2. 3D-suunnittelun integrointi PK- yrityksen tuotekehitykseen

3D-suunnittelua on käytetty yleisesti yritysten tuotekehityksessä jo 1980-luvulta lähtien, mutta vasta viime vuosien aikana tapahtunut 3D-tekniikan kehitys ja 3D-tulostusmarkkinoille tulleet halpoja 3D-tulostusjärjestelmiä tarjoavat yritykset ovat mahdollistaneet 3D-tekniikan laajamittaisen hyödyntämisen osana PK-yritystenkin päivittäistä tuotekehitystoimintaa. PK-yritykset ja mikroyritykset hyötyvät 3D-tulostustekniikan harppauksista erityisesti siitä syystä, että 3D-tulostaminen on nykyään tietyillä laitteilla todella kustannustehokasta, eikä kaikkien 3D-tulostusjärjestelmän käyttäminen edes vaadi kouluttautumista. 3D-tulostusjärjestelmiä on tietenkin monenlaisia koulutuksen vaativista järjestelmistä harrastajatason yksinkertaisiin 3D-tulostimiin, joiden käyttämiseen riittää laitteen mukana tulevat käyttöohjeet. Se, miten yrityksen tulisi käyttää 3D-suunnittelua, riippuu siitä, millaisia tuotteita yritys valmistaa, mikä on yrityksen kohderyhmä ja minkälaiset resurssit yrityksellä on käytössään. 3D-suunnittelun hyödyntäminen onkin yrityskohtaisesti hyvin vaihtelevaa, mikä johtuu siitä, että tuotteet, toimialat ja yritysten henkilöstön osaaminen ovat erilaisia.

3D-suunnittelun hyödyntäminen PK-yrityksen tuotekehityksessä keskittyy sen toteuttajaan: henkilöön tai henkilöihin, jotka yrityksessä tai yrityksen ulkopuolelta alihankintana toteuttavat tuotteen 3D-suunnittelun. Kuusamon Uistimen perinteisessä tuotekehitysprosessissa 3D-suunnittelua hyödynnettiin prosessin loppupäässä alihankintana, koska yrityksen henkilöstöllä ei ollut 3D-osaamista, eikä 3D-osaamisen hankkimiseen yrityksen tuotekehitystoimijoiden käyttöön nähty suurempaa tarvetta. Yrityksen tapaan hyödyntää 3D-suunnittelua vaikuttivat myös yrityksen tuotealakohtaiset erityispiirteet. Prototyyppien valmistaminen käsin ei ollut ainoastaan mahdollista, vaan joidenkin tuotteiden kohdalla myös ainoa kustannustehokas tapa saada selville tuotteen toiminnalliset ja esteettiset tekijät. 3D-tekniikkaan pohjautuvien RP -menetelmien kustannuksien tultua kohtuullisiksi oli yritykselle mahdollista kokeilla toteuttaa tuotekehityksen prototyyppivaihe myös hyödyntämällä 3D-suunnittelua.

Kaikilla PK-yrityksillä ei ole järkevää tai edes mahdollista palkata vakituista 3D-suunnittelun hallitsevaa muotoilijaa. On olemassa myös muita tapoja 3D-osaamisen hyödyntämiseen: yritys voi ostaa tuotekehityksen 3D-suunnittelun muotoilutoimistolta, olla yhteistyössä 3D-tekniikan ja 3D-osaamisen omaavien opetuslaitosten kanssa, hankkia yritykselle CAD-ohjelmistoon lisenssi ja jollekin tuotekehityksen toimihenkilölle siihen tarvittava koulutus tai sitten käyttää tuotekehitysprosessia, jossa ainoa 3D-suunnittelua sisältävä osa-alue on tuotannon työkalujen valmistus alihankintana. On tietenkin olemassa myös käsityöpainotteisia yrityksiä, joiden tuotteiden valmistuksessa ei tarvita 3D-geometriaa.

Kaikissa 3D-suunnittelun hyödyntämisen muodoissa on myös huonot puolensa. Päätoimisen ja osaavan teollisen muotoilijan palkkaaminen vaatii rahaa, ja siihen monilla mikroyrityksillä ja PK-yrityksillä ei usein ole riittäviä resursseja. Jos yritys ostaa tuotekehityksen kokonaan, tai vain tuotekehityksen 3D-suunnittelun muotoilutoimistolta, yrityksen tuotteiden suunnitteluun osallistuu olennaisesti henkilö tai henkilöitä, joilla ei aina ole riittävää tietopohjaa suunniteltavasta tuotteesta. Se voi helposti johtaa ylimääräisiin kustannuksiin 3D-malliin tehtävien useiden muutoksien takia, koska tuotteeseen pintapuolisesti perehtynyt 3D-suunnittelija ei voi tietää suunniteltavasta tuotteesta niin paljon kuin tuotekehitysprosessissa mukana olleet toimihenkilöt. Ongelmana tässä 3D-suunnittelun hyödyntämisen tavassa voidaan nähdä myös tuotekehitysprosessin loppupään mukanaan tuomat, joskus yllättävätkin ongelmat, joihin tuotekehityksen henkilöstön tulisi reagoida ennen tuotannon työkalujen tilausta. Tuotteen määritelmiin ja tuotevaatimuksiin perehtynyt suunnittelija voisi ratkaista tuotteessa ilmenevät ongelmat eri tavalla, kuin pelkän 3D-suunnittelutyön tekijä. Jos 3D-suunnittelun tilaa muotoilutoimistolta, sillä on hyvä olla riittävän tarkka käsitys yrityksen tavoitteista, suunniteltavasta tuotteesta ja sen kohderyhmästä. Yhteistyö oppilaitosten kanssa, joilla on tarvittava osaaminen ja laitteisto 3D-suunnittelun toteuttamiseen, on usein tuskallisen hidasta. Se johtuu siitä, että oppilaitoksien toiminnassa oppilaiden opetus on ymmärrettävästi priorisoitu korkeammalle kuin yritys yhteistyö. Joskus työn tekävän oppilaan löytäminen on hankalaa, tai sitten työssä kestää yllättävän kauan. Tästä syystä tuotekehitysprosessi voi jäädä paikoilleen

pitkäksi ajaksi, jos yritys tilaa palvelun oppilastyönä. Hyvänä puolena on se, että oppilaitoksilla on käytettävissään usein hankerahaa, jolla ne korvaavat osan mukaan lähtevän yrityksen kuluista. Tämän lisäksi oppilastyöt ovat ammattilaisten tekemään työhön verrattuna hyvin halpoja.

Kenties PK-yritykselle varteenotettavin ja kustannustehokkain tapa hyödyntää 3D-suunnittelua sen hallitsevan muotoilijan palkkaamisen ohella on kouluttaa yrityksen henkilökunnasta henkilö käyttämään 3D-suunnittelua tuotekehityksen tarpeisiin. 3D-ohjelmiston käytön opettelu vie aikansa, mutta jos yritys ei tarvitse 3D-suunnittelua jokapäiväisessä tuotekehitystyössään ja tuotteiden geometria on yksinkertaista, on se hyvä tapa hankkia 3D-osaaminen yrityksen käyttöön. Jos yritys ei vaikka tuotealueensa vuoksi tarvitse 3D-suunnittelua tuotekehityksen työkaluksi, on perusteltua tilata 3D-suunnittelu alihankintana vain tuotannon työkalujen valmistukseen.

Yrityksen valitsema tapa integroida 3D-suunnittelua tuotekehitykseensä riippuu ensisijaisesti yrityksen tavoitteista, taloudellisista resursseista ja tuotealakohtaisista erityispiirteistä. Erityisesti suunniteltavan tuotteen materiaali vaikuttaa yrityksen tapaan hyödyntää 3D-suunnittelua tuotekehityksessään. Esimerkiksi yrityksen, joka valmistaa mattoja, ei olisi järkevää käyttää 3D-suunnittelua tuotekehityksessään samalla tavalla kuin yritys, joka valmistaa huonekaluja. Mattoja valmistavalle yritykselle käsin tehdyt prototyypit ovat informatiivisempia kuin 3D-tiedostot. Huonekaluja valmistava yritys voi hyötyä 3D-suunnittelusta huomattavasti enemmän, sillä se voi arvioida tuotteen esteettisiä tai rakenteellisia tekijöitä ennalta 3D-tiedoston avulla, käyttää 3D-tiedoston geometriaa teknisissä piirroksissa ja hyödyntää 3D-geometriaa esimerkiksi tuotannon työkalujen, prototyyppien tai tuotannon CNC-työstössä.

7. 3D-suunnittelu PK-yrityksen kontekstissa

Tutkielmani tulosten valossa ehdotan ratkaisuksi PK-yrityksen tuotekehityksen haasteisiin 3D-suunnittelun kokonaisvaltaista hyödyntämistä. 3D-suunnittelun kokonaisvaltainen hyödyntäminen käsittää kehiteltävän tuotteen 3D-mallin pitämisen tuotekehityksen ensisijaisena kohteena jo tuotekehitysprosessin alkupäästä lähtien ja mahdollisimman informatiivisten RP -menetelmien käytön tuotekehitysprosessissa prototypointityökaluna. Prototyypit, jotka on valmistettu sopivalla RP -menetelmällä, toimivat myös hienosti tuotetestausvaiheessa niiden ollessa monin tavoin verrattavissa sarjatuotantomenetelmin valmistettuun lopputuotteeseen. 3D-painotteisessa tuotekehitysprosessimallissa kyse on 3D-suunnittelun kokonaisvaltaisesta hyödyntämisestä Kuusamon Uistimen kontekstissa. Olen vakuuttunut, että 3D-painotteisen tuotekehitysprosessimallin mukainen 3D-suunnittelun kokonaisvaltainen hyödyntäminen tuotekehityksessä soveltuu monien PK-yritysten – ja myös suurempien yritysten – tuotekehityksen työkaluksi. On tietenkin olemassa paljon yrityksiä, joiden valmistamien tuotteiden materiaalin ja ominaisuuksien vuoksi ei ole järkevää käyttää 3D-painotteisen tuotekehitysprosessimallin kaltaista prosessia tuotekehityksessään. Tällaisia yrityksiä ovat esimerkiksi tekstiilialan yritykset, sillä nykyisillä RP-menetelmillä kankaiden tapaisten materiaalien prototypointi on hankalaa ja renderoitujen 3D-kuvien informaatioarvo ei ole tekstiilien kohdalla aina kovinkaan olennaista.

3D-suunnittelun käyttökohteet ovat moninaisia ja tuotekehityksessä niillä on erilaisia päämääriä. 3D-suunnittelua voidaan hyödyntää tuotekehityksen alkupään pääpiirteisestä mallinnuksesta ja tuotannon työkalujen tarkkoihin mallinnuksiin, ja näiden välillä on paljon erilaisia käyttökohteita. 3D-suunnittelun käyttökohteita tulee tulevaisuudessa olemaan lisää ja 3D-teknologian hyödyntämisen mahdollisuudet kasvavat teknisen kehityksen myötä. Myös kaupankäynti voi kokea suuren muutoksen, sillä osa yrityksen tuotteista voidaan ehkä tulevaisuudessa myydä 3D-tiedostoina tulostettavaksi asiakkaan

kotitulostimella. Tähän hyvin uskottavaan skenaarioon on vielä pitkä matka, mutta 3D-tulostusteknologia on jo saatavilla kotitalouksille sopivaan hintaan. Kotitalousluokan 3D-tulostimissa on kuitenkin vielä paljon kehitettävää käytettävyydessä ja toimintavarmuudessa.

Kehitys 3D-teknologian alueella on johtanut myös toisenlaisen kaupankäynnin muotojen yleistymiseen. Muutamat paperille, kankaille, tekstiileille ja keramiikalle aikaisemmin painopalveluja tarjoavat kivijalkayritykset ovat ottaneet palveluihinsa mukaan 3D-tulostuksen. Yksi tällaisista yrityksistä on Suomessakin toimiva Multiprint, joka hankki monenlaisia 3D-tulostusjärjestelmiä asiakkaidensa 3D-tulostustarpeisiin. Voi kuitenkin olla, että monikansalliset 3D-tulostuspalveluja tarjoavat verkkokaupat, kuten kappaleessa 2.3. esittelemäni Shapeways, valtaavat 3D-tulostemarkkinat käyttäen parhaita mahdollisia 3D-tulostusjärjestelmiä suuren tuotantovolyymien mahdollistamilla halvoilla hinnoilla.

Usein PK-yritykset käyttävät 3D-suunnittelua vasta tuotekehityksen loppupäässä alihankintana, kun tuotteen tekniset yksityiskohdat on päätetty ja tuotteen ulkomuoto on pääpiirteittäin selvillä. Tällainen tuotekehityksen toimintamalli voi johtaa siihen, että yritys häviää kilpailijoilleen tuotekehityskustannuksissa huomattavasti. Tulevaisuudessa yrityksen, joka hyödyntää tuotekehityksessään 3D-suunnittelua kokonaisvaltaisesti ja yrityksen, joka tilaa 3D-suunnittelun alihankintana, tuotekehityskustannusten välinen ero tulee olemaan nykyistä huomattavasti suurempi. Se johtuu siitä, että 3D-teknologiaa hyödyntäviä RP-menetelmiä kehitetään jatkuvasti kustannustehokkaammiksi ja laadukkaammiksi. Koko ajan keksitään uusia menetelmiä, joilla uusia ja taas uusia materiaaleja pystyttäisiin 3D-tulostamaan. Jos PK-yrityksellä on selkeä tarve, mutta ei ole mahdollisuutta palkata yritykseensä 3D-osaamista, on sillä mielestäni vain yksi hyvä menettelytapa. Varteenotettavimpana vaihtoehtona 3D-suunnittelun hyödyntämiselle alihankintana tuotekehitysprosessin jälkeisenä työvaiheena on jonkin tietyn muotoilijan tai muotoilutoimiston käyttäminen pitkällä aikavälillä, jolloin 3D-suunnittelun tekijällä olisi kattava tietopohja suunniteltavasta tuotteesta, yrityksestä ja yrityksen resursseista ja tavoitteista. 3D-suunnittelun hyödyntämisellä PK-yrityksen tuotekehityksessä on etunsa, mutta se vaatii aina

3D-suunnittelun hallitsevaa henkilöstöä, joka tuntee toimialansa ja yrityksen tavoitteet ja rajoitukset.

3D-teknologian hyödyntäminen tuotekehityksessä PK-yrityksen resursseilla voi olla hyvin edullista, eikä yksinkertaisempien 3D-tulostusjärjestelmien hallitsemiseen tarvita koulutusta. 3D-teknologian hyödyntämisen suurin este PK-yritykselle onkin 3D-suunnittelun hinta. 3D-osaajan tuntipalkka on tällä hetkellä noin 50 - 120 €/h yrityksestä ja 3D-osaajan koulutuksesta riippuen. 3D-suunnitteluohjelmiston käyttöä ei opita parin viikon koulutuksella, vaan 3D-osaaminen on suuri kokonaisuus, jonka hallitsemiseen vaaditaan lukemattomia työtunteja. Tämä on suurin yksittäinen syy, miksi monet PK-yritykset hankkivat 3D-suunnittelun alihankintatyönä vain välttämättömissä tuotekehitysprosessinsa vaiheissa. Nämä monet PK-yritykset myös pysyvät PK-yrityksinä ehkä juuri tästä syystä: ne eivät uskalla panostaa 3D-suunnittelun kokonaisvaltaiseen hyödyntämiseen, mikä hyvin toteutettuna auttaisi niitä tekemään laadukkaampia tuotteita kustannustehokkaasti.

3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli on käyttämäni 3D-suunnittelua korostavan tuotekehitysprosessin tulosten pohjalta suunniteltu ja viimeistelty tuotekehitysprosessimalli PK-yrityksen tuotekehityksen työkaluksi, jota on mahdollista toteuttaa PK-yrityksen resursseilla. Jos tuotekehityksen kustannukset pysyvät pieninä, mutta tuotekehitys johtaa laadukkaisiin tuotteisiin, on PK-yrityksen helpompi kasvattaa markkinaosuuttaan. Se on merkittävä tavoite yritykselle kuin yritykselle sen koosta riippumatta.

7.1 Tutkimuksen tulosten yleistettävyys

Tutkimuksen tuloksena syntynyt tieto on osaltaan PK-yrityksen tuotekehitystoimintaan ja sen vaihtoehtoihin toteuttamistapoihin liittyvää yleistä tietoa ja yksityiskohtaisempaa prosessiteknistä tietoa, joka on sidoksissa yhden yrityksen kontekstiin. Tutkimuksen tulokset yleisellä tasolla ovat osin myös tuotekehityksen prosesseihin liittyvää tietoa, joka ei suoranaisesti ole kontekstisidonnaista. Esimerkiksi 3D-tiedoston käyttäminen 3D-painotteisen

tuotekehitysprosessimallin mukaisesti ensisijaisena tuotekehityksen kohteena on tuotekehityksen luonnetta määrittävä tutkimustulos ja hyvä vaihtoehto ratkaisuksi PK-yritysten tuotekehityksen haasteisiin.

Prototyypin identifikaatio on tärkein 3D-painotteisen tuotekehitysprosessimallin osa. Prototyypin identifikaatiovaiheessa kootaan yhteen tuotekehitysprosessin aikana hankittu tieto suunniteltavasta tuotteesta ja sen toiminnallisista, esteettisistä ja valmistusteknisistä tekijöistä. Prototyypin identifikaation määritelmiä muutetaan, jos siihen tuotetestausvaiheessa tai tuotannon yksityiskohtien määrittelyvaiheessa ilmenee tarvetta, mutta kuitenkin prototyypin identifikaation geometria määrittää lopullisen tuotteen. 3D-tiedoston käyttäminen tuotekehityksen ensisijaisena kohteena kiteytyy prototyypin identifikaatioon ja yhdessä ne tuovat tuotekehitysprosessiin notkeutta ja nopeutta.

3D-suunnittelua korostava tuotekehitysmalli on toiminut yhden PK-yrityksen tuotekehityksessä hyvin, mihin suuresti vaikuttivat yritykselle uudenlaisten menetelmien integrointi tuotekehitykseen ja uudenlaisen osaamisen hankinta yrityksen palvelukseen. Kaikki yritykset eivät valmista uistimia, mutta monille PK-yrityksille tutkimuksen tulokset voivat päteä lähes sellaisenaan. Tuotekehityksen kohteet voivat olla hyvin erilaisia, mutta niiden suunnittelussa käytetyt tuotekehitysprosessit ovat sisällöltään samankaltaisia. Jokin yritys voi suunnitella hyvin yksinkertaisia tuotteita ja erottuakseen kilpailijoistaan käyttää paljon aikaa tuotekehitysprosessin alkupään lennokkaaseen ideointiin ja konseptointivaiheeseen. Joissakin yrityksissä tilanne voi olla päinvastainen: tuotteet ovat monimutkaisia ja tuotekehitysprosessi painottuu tuotekehitysprosessin loppupäähän, valmistusteknisten ja teknologisten määritelmien suunnitteluun.

3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli on suunniteltu *keventämään* PK-yrityksen tuotekehitystä, tekemään siitä nopeampaa ja intuitiivisempaa. Kuusamon Uistimen tuotekehityksessä 3D-painotteinen tuotekehitysprosessimallin intuitiivisuus ja keveys näkyy aiempaa huomattavasti nopeammassa ja kustannustehokkaammassa prototypointivaiheessa. Myös kehiteltävät tuoteideat ja tuotekonseptit ovat tulleet 3D-painotteisen

tuotekehitysprosessin myötä aiempia monimutkaisemmiksi esteettisiltä ja toiminnallisilta tekijöiltään. Tiedän, että 3D-painotteinen tuotekehitysprosessi voi johtaa hyvin toteutettuna loistaviin tuloksiin PK-yrityksen tuotekehityksessä siitä syystä, että niin on käynyt Kuusamon Uistimen kohdalla.

8. 3D-teknologia tuotekehityksen työkaluna – vauhtia ja vaaran paikkoja

3D-teknologia – niin hyödyllistä kuin se tuotekehityksen työkaluna onkin – voi olla petollista. Aiemmin vaikeasti prototyyppitavat tuotteet ovat 3D-tulostuksen kehityksen myötä kustannustehokkaasti, helposti ja nopeasti valmistettavissa. Tästä seuraa se, että kynnyks tuoteidean tai tuotekonseptin mallintamiselle ja 3D-tulostamiselle on hyvin matala 3D-suunnittelun hyvin hallitsevan suunnittelijan päivittäisessä työskentelyssä. 3D-tulostettuja prototyyppijä voi tuotekehitysprojektin alkuvaiheen edetessä kertyä helposti useita kymmeniä. Tämä on ongelma vain, jos niiden ideoiden kehittämiseen ei ole käytetty riittävästi aikaa. Vaivattomien ja nopeiden RP -menetelmien hyödyntäminen tuoteideoiden ja tuotekonseptien arvioimisessa tarvitsi selkeän ja asteittaisen tuotekehitysprosessimallin, joka ei kahlitse lopputuotetta konseptiin, vaan etenee nopeiden ja tarkkojen prototyyppointimenetelmien mahdollistaman tiedonhankinnan kautta. Tämä on yksi syy 3D-painotteisen tuotekehitysprosessimallin kehittämiseksi ja yksi sen suurimmista eduista.

3D-painotteinen tuotekehitysprosessi voi myös johtaa epäonnistumiseen tuotekehityksessä, jos tuotteen fyysisille prototyypeille ei anneta tarpeeksi painoarvoa. 3D-tiedoston käyttäminen ensisijaisena tuotekehityksen kohteena oikaisee monia mutkia tuotekehityksen loppupäässä, mutta 3D-teknologian mahdollisuuksien mukanaan tuoma vauhtisokeus voi aiheuttaa sen, että lopputuote ei vastaakaan tuotekehitystehtävän määrittelyssä asetettuja tuotevaatimuksia. Usein tuote voi näyttää hyvältä renderoidun kuvan perusteella, mutta käsin kosketeltava kappale on monin verroin informatiivisempi. Kuva tuotteen 3D-mallista sille edullisessa kulmassa, oikeassa valaistuksessa ja renderoitu pinta todellisuutta vastaamattomilla parametreilla voi olla vakuuttava, mutta se on loppujen lopuksi vain kuva. 3D-tulostus ainoana prototyyppointimenetelmänä voi toimia hyvin joidenkin tuotteiden kohdalla, mutta uistimien suunnittelussa täytyy käyttää 3D-tulostuksen rinnalla myös muita käsin tehtäviä menetelmiä. Usein prototyyppit, joiden täytyy toimia

sarjatuotantomenetelmin valmistetun tuotteen kaltaisesti, tarvitsevat myös käsin tehtäviä prototypointimenetelmiä materiaaliteknisistä syistä.

3D-tulostusteknologia on luonut 3D-suunnittelun hyödyntämiselle tuotekehityksessä prosessitekniisiä kehityspaineita sen kehittyttyä aiempaa laajemmin hyödynnettäväksi kustannustehokkaalla tavalla. 3D-tulostimet ovat nyt teknisesti kehittyneempiä ja PK-yritysten kannalta ratkaisevasti edullisempia. Vielä kymmenen vuotta sitten 3D-suunnittelun hyödyntämisessä tuotekehityksessä ainoa selkeä huono puoli on ollut 3D-geometrian kallis prototypointi RP -menetelmin. Nyt tilanne on hieman toisenlainen PK-yritysten kannalta: 3D-tulostus on halpaa, mutta 3D-osaaminen ei. PK-sektorilla tähän kannattaisi reagoida hankkimalla yritykseen 3D-osaamista, sillä 3D-teknologia tulee jatkossakin kehittymään ja mahdollistamaan yhä uusia menetelmiä ja uusien materiaalien prototypointia. Tästä kertoo sekin, että 3D-teknologian uusista saavutuksista uutisoidaan nykyään usein. Esimerkiksi Nasa (National Aeronautics and Space Association) rahoittaa ajatustason tutkimuksen, jonka tavoitteena on 3D-tulostaa ruokaa astronauteilleen viiden vuoden matkalla Mars-planeetalle (NASA 2013) ja Michiganin yliopiston lääkärit pelastivat erään vauvan hengen keuhkoputkeen sijoitettavan 3D-tulostetun bioproteesin avulla (UOFM, 2013). Hyvän kuvan 3D-tulostuksen kustannustehokkuudesta antaa uutinen 3D Printing Industry:n kotisivuilla, jossa kuusivuotiaalle pojalle 3D-tulostettiin muovinen käsiproteesi, jolle valmistettiin 350 dollarin hintaan, sisältäen sisältää proteesiin tarvittavan 50 dollarin arvoisen lihassensorin (3D Printing Industry, 2013). Uutisen mukaan perinteisillä lääketeollisuuden menetelmillä tehty käsiproteesi on noin 40 000 dollarin arvoinen, joten pojan tulostetun käsiproteesin hinta oli alle 1 prosentti siitä hinnasta.

Tällä hetkellä kaupankäynti 3D-tulostusteknologian alueella keskittyy aiemmin esittelemäni Shapewaysin kaltaisiin 3D-tulostuspalveluja tarjoaviin yrityksiin ja 3D-tulostinlaitteistoa valmistaviin yrityksiin. Koska 3D-suunnittelun hallinta on kohtuullisen hankala taito oppia, uskon 3D-malleja myyvien 3D-kauppojen markkinoiden kasvavan nopeasti. 3D-kaupoissa myydään tulostusvalmiita mallinnustiedostoja, jotka asiakas voi tulostaa kotona. Jotta tämän tyyppinen kaupankäynti yleistyisi, on 3D-tulostustekniikan kehityttävä tee-se-itse-

ajatusmaailman omaavien ihmisten harrastuksesta paperille tulostamisen kaltaiseksi yleiseksi tekniikaksi. Ottaen huomioon, kuinka huimasti 3D-tulostus on lähivuosien aikana kehittynyt, on tämä lähitulevaisuuden visio täysin mahdollinen, mikä samalla pelottaa ja innostaa monia yrityksiä. Uhkakuvina nähdään valmiiden tuotteiden 3D-skannaus ja 3D-skannaustiedoston tulostaminen omalla henkilökohtaisella 3D-tulostimella. Vastakohtaisesti monet yritykset näkevät 3D-tulostustekniikan yleistymisessä myös uuden tavan myydä tuotteitaan. 3D-suunnittelu kuitenkin tulee jatkossakin olemaan suuressa arvossa koneistuvassa nykymaailmassa, tulee 3D-tulostuksesta kotioloissa yleistä tai ei.

3D-painotteinen tuotekehitysprosessimalli toimii tällä hetkellä parhaiten kohtuullisen pienten muovista valmistettujen tuotteiden suunnittelussa, sillä nyt muovin 3D-tulostus on nopeaa, edullista ja tarkkaa. Ainoa selkeä rajoitus on tulostettavan tuotteen koko, joka riippuu 3D-tulostimesta ja sen käyttämän tulostusalueen laajuudesta. Tosin koko ei ole este, jos tulostaa haluamansa mallin osissa ja liimaa osat yhteen tulostuksen jälkeen. Myös metallin 3D-tulostus on nykyään kustannustehokasta, jos se tehdään koruteollisuuden yleisesti käyttämän menetelmän mukaisesti. Siinä 3D-tulostetaan ensin vahamateriaalista pienellä resoluutiolla haluttu tuotteen geometria, upotetaan se juoksevaan kipsivaluun, syntyneen kipsivalumuotin kovetuttua se kuumennetaan, jolloin sula vaha voidaan valuttaa ulos kipsisestä valumuotista. Sen jälkeen sula metallimateriaali kaadetaan kipsimuottiin ja metallinen kappale on valmis kiillotettavaksi haluttuun pinnanlaatuun. Shapeways tarjoaa myös tällaisen 3D-tulostusvaihtoehdon, jossa lusikkaustimen hinnaksi tulee noin 30 - 80 euroa postituskuluineen.

3D-suunnittelun kokonaisvaltainen hyödyntäminen tuotekehityksessä tuo tuotekehitykseen nopeutta ja kustannustehokkuutta, mutta onnistuneen tuotekehityksen kannalta tärkeää on antaa fyysisille prototyypeille painoarvoa, hyödyntää käyttäjätutkimuksen menetelmiä ja pitää huolta siitä, että tuote täyttää tuotekehitystehtävän määrittelyn mukaiset tuotevaatimukset. Mikään tuotekehitysprosessimalli ei myöskään yksinään johda hyviin lopputuloksiin, jos käyttäjien tarpeita ei huomioida riittävästi. Yhtäläillä vaarallista on myös

kunnioittaa käyttäjätietoa liikaa, sillä käyttäjät eivät aina tiedä, minkälaisen tuotteen he tosiasiaassa haluaisivat.

3D-tekniologian mahdollistama prototypoinnin nopeus ja prototyyppien tarkkuus mahdollistavat useamman konseptin tarkan prototypoinnin kustannustehokkaasti ja samanaikaisesti, mikä edesauttaa onnistuneiden lopputulosten saavuttamista tuotekehityksessä. Se mahdollistaa myös käyttäjätiedon hyödyntämisen eri tavalla; käyttäjät voivat arvioida useampaa erilaista 3D-tulostettua, mutta sarjatuotantomenetelmin valmistettua tuotetta vastaavaa prototyyppiä kerralla. 3D-tekniologian kehitys on erityisen hyödyllistä PK-yritysten näkökulmasta, sillä laadukkaammat tuotekehityksen lopputulokset voidaan 3D-tekniologiaa hyödyntämällä saavuttaa aiempaa merkittävästi kustannustehokkaammin.

3D-tekniologia on helppo mieltää suurten yritysten työkaluksi, jota käyttää korkeasti koulutettu asiantuntijahenkilöstö, ja jolla tuotetaan geometrialtaan monimutkaisia ja kalliita tuotteita suurille käyttäjämassoille. Sitä se on suurilta osin joskus ollutkin, mutta nykyään tämä miellelyhtymä on vaarallinen PK-yrityksille. 3D-tekniologian ja varsinkin 3D-tulostuksen hyödyntäminen PK-yritysten tuotekehityksessä on ollut vaatimatonta, mutta sitä se ei tule olemaan jatkossa. Nykyään jopa yksityinen kuluttajakin voi suunnitella haluamansa tuotteet avoimen lähdekoodin mallinnusohjelmistoilla, tilata 3D-tekniologiapalveluita tarjoavalta yritykseltä suunnittelemansa mallit pintakäsitteltyinä edullisesti tai 3D-tulostaa suunnittelemansa mallit itse omalla noin 500 euron arvoisella 3D-tulostimellaan. Jos PK-yritys ei hyödynnä 3D-tekniologiaa tuotekehityksessään vaikka sen käyttäminen olisi perusteltua, ja jatkaa itsepintaisesti ennen hyvin toimineella tuotekehitysprosessimallillaan, uskon sen tulevan pian huomaamaan ajan ajavan sen ohitse. 3D-tekniologian mahdollistamat RP-menetelmät ovat jo nyt vertaansa vailla osaavan käyttäjän käsissä ja siihen tulee reagoida niin pienissä kuin suurissakin yrityksissä.

Lähteet

Anttila Pirkko (2006). Tutkiva toiminta ja Ilmaisu, Teos ja Tekeminen. AS Pakett: Tallinna

Aspelund Karl (2006). The Design Process. Fairchild Publications: New York

Beng Tor Shu, Britton Graeme, Chandrashekar Muthu & Wee Ng Kek (1998). Functional Design. Teoksessa Usher John M., Roy Utpal ja Parsaei Hamid R. (toim.) Integrated Product and Process Development. John Wiley and Sons, Inc: New York

Bruce Margaret & Cooper Rachel (2000). Creative product design. John Wiley & Sons Inc: New York

Bruce Margaret & Bressant John (2002). Design In Business. Person Education Limited: Gosport

Cagan Jonathan ja Vogel Graid M. (2002). Kehitä Kärkituote. Kääntänyt Maarit Tillman. Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä

Carlopio James (2010). Strategy by design : a process of strategy innovation. St. Martin Press LLC: New York

Chua C.K., Leong K. F., ja Lim C.S. (2003). Rapid Prototyping. 2. painos. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd: Singapore

Gad Thomas (2000). 4D- Brandimalli – menetelmä tulevaisuuden brandin luomiseen. Käännös 2001. Gummerus Kirjanpaino Oy: Jyväskylä.

Hallgrimmson Bjarki (2012). Prototyping And Modelmaking In Product Design. Laurence King Publishing Ltd: China

Hyysalo Sampsa (2009). Käyttäjä tuotekehityksessä. Otavan Kirjapaino Oy: Keuruu

Jordan Patrick W. (2000). Designing pleasurable products. Taylor & Francis: London.

Jormanainen Juha (2009). 50 parasta uistinta kautta aikojen. Gummerus Kustannus Oy: Jyväskylä

Kettunen Ilkka (2000). Muodon palapeli. WS Bookwell Oy: Porvoo.

Kokkonen Ville, Kuuva Markku, Leppimäki Sami, Lähteinen Ville, Meristö Tarja Piira Sampsa & Säaskilahti Mikko (2005). Visioiva tuotekonseptointi. Salpausselän Kirjapaino Oy: Hollola

Kotro Tanja (2005). Hobbyist knowing in product development. Tammer-paino 2005: Tampere

Laine Markus, Bamberg Jarkko & Jokinen Pekka (2007). Tapaustutkimuksen taito. Gaudeamus Helsinki University Press: Helsinki

Magrab Edward B. (1997). Integrated Product and Process Design and Development. CRC Press LLC: Florida

Miles Matthew B. & Huberman Michael A. (1994). Qualitative Data Analysis. SAGE Publications, Inc: Kalifornia

Molitch-Hou Michael. (2014). 3D Printing Industry. Alex's 3D Printed Bionic Arm E-Nables Volunteers to Form Limbitless Solutions. (<http://3dprintingindustry.com/2014/11/03/limbitless-solutions-3dp-bionic-arm/>).

Luettu 6.11.2014

NASA (National Aeronautics and Space Association). 3D Printing: Food in Space. (www.nasa.gov/directorates/home/feature/_3d_food.html). luettu 29.5.2013

Niiniluoto Ilkka (2003). Totuuden rakastaminen: tieteenfilosofisia esseitä. Kustannusosakeyhtiö Otava: Keuruu

Norman Donald A. (2004). Emotional design. Basic Books: New York

Pham D.T & Dimov S.S (2001). Rapid Manufacturing: the technologies and applications of rapid prototyping and rapid tooling. Springer-Verlag London Limited: Iso-Britannia

Reinertsen Donald G.(1997). Managing the Design Factory. The Free Press: New York

Richey Rita C. ja Klein James D. (2007). Design and Development Research. Lawrence Erlbaum Associates, Inc: New Jersey

Riipi Perttu (9.4.2013). Selvitys yrityssektorin taloudellisista vaikutuksista. Lapin Yrittäjien diaesitys.

Schouwenburg Robert (2011). 3D Printing Technologies Explained. (http://www.shapeways.com/blog/archives/1215-3d-printing-technologies-explained.html?%2Farchives%2F1215-3d-printing-technologies-explained_html) Luettu 24.1.2014.

Setälä Jari (2008). Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen diaesitys Kalastuslain kokonaisuudistuksen aloitusseminaarissa 27.11.2008 Säätytalolla, Helsingissä.

Thompson, Rob (2007). Manufacturing processes for design professionals. Thames and Hudson Ltd: Lontoo

Tuomi Jouni ja Sarajärvi Anneli (2002). Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä

Ulrich Karl T. ja Eppinger Steven D. (2003). Product Design and Development. 3. painos. The McGraw-Hill Companies: New York

UOFM. (2013). Baby's life saved with groundbreaking 3d printed device from University of Michigan that restored his breathing. (www.uofmhealth.org/archive/201305/baby's-life-saved-groundbreaking-3d-printer-device). Luettu 29.5.2013.