



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

AINO HUHMA
VIRTUAALINEN MUODIN ARVOKETJU
Diplomityö

Tarkastajat: professori Heikki
Mattila, DI Milka Mustonen
Tarkastajat ja aihe hyväksytty
Automaatio-, kone- ja
materiaalitekniikan
tiedekuntaneuvoston kokouksessa
5. joulukuuta 2012

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Materiaalitekniikan koulutusohjelma

HUHMA, AINO: Virtuaalinen muodin arvoketju

Diplomityö, 68 sivua, 6 liitesivua

Maaliskuu, 2013

Pääaine: Tekstiili- ja vaatetustuotantotekniikka

Tarkastajat: professori Heikki Mattila, DI Milka Mustonen

Avainsanat: Virtuaalisuus, 3D-mallinnus, PLM, tuotetiedon hallinta

Tämä diplomityö on tehty osana *VIRTA – virtuaalinen tuotesuunnittelu ja –hallinta* –projektia. Työn tarkoituksena on selvittää virtuaalisen tuotesuunnittelun ja –hallinnan mahdollisuuksia tekstiili- ja vaatealalla. Tavoitteena on arvioida tähän liittyvillä järjestelmillä saavutettavia hyötyjä sekä niihin liittyviä haasteita.

Muodin arvoketju on monimutkainen ja laajalle levittänyt verkosto. Yritysten on kyettävä vastaamaan kysyntään ja reagoimaan nopeasti. Tämä vaatii toimivan ja ketterän arvoketjun, jossa eri toiminnot ovat sujuvasti yhteydessä toisiinsa. Vaaditaan toimivaa kommunikaatiota sekä läpinäkyvyyttä. Modernin arvoketjun edellytyksenä on tiedon reaaliaikaisuus ja automaattinen välitys osapuolelta toiselle.

Ottamalla käyttöön 3D-mallinnuksen kaltaisia virtuaalisia tuotesuunnittelutekniikoita, on mahdollista vähentää valmistettavien mallikappaleiden määrää huomattavasti. Tuotekehityksen virtualisoiminen voi lyhentää kokonaistoimintoaikoja merkittävästi. Tuotteen 3D-mallia kannattaa hyödyntää mahdollisimman monissa käyttökohteissa.

Jatkuvasti lisääntyvän tiedon tehokkaimpaan hallintaan yrityksillä on hyvä olla tietojärjestelmät, jotka on integroitu toisiinsa siten, että tieto kulkee helposti järjestelmien välillä. Tiedon päivittämisen eri järjestelmiin tulisi olla mahdollisimman automaattista. Tarvittavan tiedon löytyminen ja varmuus tiedon oikeellisuudesta on taattava. Kaikkia yrityksen tietojärjestelmiä yhdistämään ja kaiken tarvittavan tiedon säilytykseen ja jakamiseen on kehitetty PLM-järjestelmät (Product Lifecycle Management). Järjestelmä on melko suuri investointi ja oleellista olisikin valita kullekin yritykselle sopivin ratkaisu.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Master's Degree Programme in Materials Science
HUHMA, AINO: Virtual Fashion Value Chain
Master of Science Thesis, 68 pages, 6 Appendix pages
March, 2013
Major: Textile and Clothing Production Management
Examiners: Professor Heikki Mattila, DI Milka Mustonen
Keywords: Virtual, 3D modelling, PLM, product data management

This thesis is a part of the *VIRTA – virtual product design and management* –project. The aim of this research is to look into the possibilities of virtual product design and product management in the textile and clothing industry. The objective is to evaluate the benefits and challenges regarding the software related to this.

The fashion value chain is a complex and widely spread network. Companies need to be able to respond to the demand and to react rapidly. This requires a functional and agile value chain, where separate functions are smoothly linked together. Functioning communication and transparency are required. The prerequisite for a modern value chain is real-time information and automatic data transmission from one party to another.

By adopting virtual product design techniques, such as 3D modelling, it is possible to reduce the amount of samples made remarkably. Virtualisation of product development can reduce total operating times significantly. It is advisable to utilise the 3D model of a product in as many applications as possible.

In order to manage the continuously increasing amount of information effectively, companies ought to have information systems that are integrated with each other so that the data is easily transferred between the systems. Data updating into all systems should be as automatic as possible. Finding the information needed and certainty on the validity of the information have to be guaranteed. PLM (Product Lifecycle Management) systems have been created to link all the information systems of a company and to store and share all data needed. A PLM system is a rather large investment and therefore it would be important to select the most suitable alternative for each company.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Tampereen teknillisessä yliopistossa Kuitu- ja tekstiilitekniikan yksikössä osana VIRTIA - Virtuaalinen tuotesuunnittelu ja -hallinta -projektia.

Haluan kiittää työni ohjaajia professori Heikki Mattilaa ja Milka Mustosta hyvistä neuvoista sekä siitä, että sain olla mukana VIRTIA-projektissa. Erityisesti kiitos Milkalle innokkuudesta ja mielenkiinnosta työtäni kohtaan.

Kiitokset myös perheelleni ja ystäväilleni, jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua diplomityön teon aikana.

Espoossa 28.3.2013

Aino Huhma

SISÄLLYS

1	Johdanto	1
1.1	VIRTA-projekti.....	1
1.2	Aihepiirin rajaus, tutkimusmenetelmät ja työn rakenne	2
1.3	Työn tavoitteet	2
2	Muodin arvoketju	4
2.1	Megatrendit tulevaisuuden ennustajina.....	4
2.2	Muuttunut kuluttajakommunikointi	7
2.2.1	Verkkokauppa.....	8
2.2.2	Sosiaalinen media	9
2.3	Kysyntälähtöisempi toimitusketju.....	11
2.4	Yrityksen tietojärjestelmät	14
2.5	Aikaisemmat tutkimukset	16
3	Tuotesuunnittelu.....	18
3.1	Tuotesuunnitteluprosessi.....	18
3.2	2D-piirros ja kaavoitus	18
3.3	3D-mallinnus.....	20
3.3.1	Visualisointi ja simulointi.....	22
3.3.2	3D-järjestelmätoimittajat	23
3.3.3	3D-järjestelmien vertailua.....	26
3.3.4	Tuotekuvien hyödyntäminen	30
3.4	Konfigurointi.....	31
3.5	Vartaloskannaus	33
4	Tuotehallinta	35
4.1	Tuotetiedonhallinta	35
4.2	PLM-järjestelmä.....	36
4.2.1	Tekstiili- ja vaatetusalan PLM-järjestelmät.....	37
4.2.2	PLM-kysely – järjestelmien vertailua.....	39
4.2.3	PLM-järjestelmän hankinta.....	43
4.2.4	PLM-järjestelmään liittyviä hyötyjä ja haasteita	45
5	Käytännön sovellutuksia	47
5.1	Virtuaalisuus tällä hetkellä suomalaisissa yrityksissä.....	47
5.2	Adidas	49
5.2.1	Adidas Groupin järjestelmät	49
5.2.2	3D-mallien hyödyntäminen Adidaksella	50
5.2.3	Massaräätälöinti Adidaksella.....	52
5.2.4	Virtualisoinnin hyötyjä ja haasteita	53
5.2.5	Katsaus tunnuslukuihin.....	54
6	Päätelmät	56
6.1	Vastauksia tutkimuskysymyksiin.....	56
6.1.1	Miten virtuaaliset työkalut tulevat muuttamaan arvoketjua?.....	56

6.1.2	Mitä virtuaalisuuden työkaluja on saatavilla? Mitkä yritykset tarjoavat näitä työkaluja?	57
6.1.3	Mitkä vaatealan yritykset hyödyntävät jo virtuaalisuutta ja miten? ..	58
6.1.4	Mitä vaiheita ja kustannuksia virtuaalisten työkalujen hankintaan ja käyttöön liittyy?	59
6.1.5	Mitä hyötyjä ja haasteita virtuaalisuuden työkaluihin liittyy?.....	60
6.2	Tulevaisuudennäkymiä ja työn onnistuminen.....	62
	Lähteet.....	64
	Liite 1: 3D-järjestelmiin liittyvä kysely	
	Liite 2: PLM-järjestelmiin liittyvä kysely	
	Liite 3: Kysely suomalaisille yrityksille	

LYHENTEET

2D	Kuva, jossa on kaksi ulottuvuutta: pituus ja leveys
3D	Kuva, jossa on kolme ulottuvuutta: pituus, leveys ja syvyys
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu (Computer Aided Design)
CAM	Tietokoneavusteinen valmistus (Computer Aided Manufacturing)
CRM	Asiakkuuksien hallintajärjestelmä (Customer Relationship Management)
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Planning)
PDM	Tuotetiedonhallintajärjestelmä (Product Data Management). Ohjelmistojärjestelmä, jolla hallitaan tuotteisiin liittyviä tietoja.
PK-yritykset	Pienet ja keskisuuret yritykset
PLM	Tuotteen elinkaaren hallinta -järjestelmä (Product Lifecycle Management). Ohjelmistokokonaisuus, jonka avulla hallitaan kaikkia tuotteisiin liittyviä tietoja ja prosesseja.
SRM	Toimittajasuhteiden hallintajärjestelmä (Supplier Relationship Management)

1 JOHDANTO

Tässä kappaleessa kerrotaan tähän diplomityöhön liittyvästä VIRT A-projektista (kappale 1.1), diplomityön aihepiirin rajauksesta, tutkimusmenetelmistä ja työn rakenteesta (kappale 1.2) sekä diplomityön tavoitteista (kappale 1.3).

1.1 VIRT A-projekti

Tämä diplomityö on osa *VIRT A – virtuaalinen tuotesuunnittelu ja -hallinta* –projektiä. VIRT A on jatkoa Tampereen teknillisen yliopiston ja Boråsin yliopiston *KELANO – Kestävää Laatua Nopeasti* –projektille (2010 - 2011). Projektin rahoittaa teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus, Tekes ja koordinaattorina toimii Tekstiili- ja vaatealalla oleva Finatex ry. Tutkimuksesta vastaavat Tampereen teknillinen yliopisto sekä Aalto-yliopisto. Projektipartnereina on seitsemän suomalaista teva-alan yritystä.

Dimex Oy
Finlayson Oy
Lindström Oy
Nanso Oy
Reima Oy
Standa Oy
Voglia Oy

Lisäksi sidosryhmäyrityksinä on järjestelmätoimittajia, best practice -yrityksiä sekä vähittäiskauppayhtiötä. Projektilla on kaksi päätavoitetta: tehdä kullekin osallistuvalla yritykselle yksityiskohtainen suunnitelma virtuaalisovelluksista koko tuoteketjun alueelle ja laatia koko toimialaa hyödyttävä julkaisu virtuaalisen tuotesuunnittelun ja -hallinnan mahdollisuuksista tekstiili- ja vaatealalla. Projekti alkoi huhtikuussa 2012 ja loppuu maaliskuussa 2013.

VIRT A

1.2 Aihepiirin rajaus, tutkimusmenetelmät ja työn rakenne

Tutkimus tehdään suomalaisten tekstiili- ja vaatetusalan (teva) yritysten näkökulmasta. Tutkimus rajataan koskemaan virtuaalisia tiedonhallintavälineitä sekä tuotannon ja tuotesuunnittelun uusia tekniikoita. Työssä ei käsitellä CAM-tekniikoita (Computer Aided Manufacturing), joista uusimpiin kuuluvat 3D-tulostus sekä digitaalinen printtipaino.

Tämä työ on jaettu teoriaosaan ja käytännön osaan. Teoriasosassa on yhdistetty aiheen taustalla olevaan teoriaan perustuva kirjallisuusselvitys sekä haastatteluista saadut tiedot. Käytännönosassa on tutustuttu sekä suomalaisten yritysten virtuaalisuuden hyödyntämisen nykytilanteeseen että esimerkkiyrityksiin haastattelujen sekä kirjallisuuslähteiden pohjalta. Lopuksi on esitetty päätelmiä ja ehdotuksia teva-alan yrityksille.

Tämä diplomityö on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Laadullisessa tutkimuksessa pyritään ymmärtämään tutkimuksen kohteena olevaa ilmiötä ja tuottamaan ratkaisuja analysoituihin ongelmiin. Tässä työssä analysoitavaa teoretietoa on haettu kirjallisuudesta, tieteellisistä artikkeleista sekä www-artikkeleista. Analyysissä on yhdistetty teoretietoa VIRTA ja KELANO -projekteissa tehtyihin haastatteluihin sekä yritysvierailuista saatuihin tietoihin.

Työ alkaa johdatuksella muodin arvoketjun nykytilanteeseen (kappale 2). Tämän jälkeen paneudutaan tuotesuunnitteluun (kappale 3) keskittyen erityisesti 3D-mallinnukseen. Seuraavaksi käsitellään tuotehallintaa (kappale 4), jossa pääpainona on PLM-järjestelmä (Product Lifecycle Management). Käytännön sovellutuksissa (kappale 5) tutustutaan ensin suomalaisiin teva-alan yrityksiin, ja niiden tämänhetkiseen tilanteeseen virtuaalisen tuotesuunnittelun ja -hallinnan osalta. Nykytilan kartoituksen jälkeen tarkastellaan esimerkkiyrityksen, Adidaksen, virtuaaliratkaisuja ja niistä saatuja kokemuksia. Työn lopussa kootaan työ päätelmiksi (kappale 6). Vastaavanlaista selvitystä ei ole Suomessa tehty aiemmin. Tätä tutkimusta on hyödynnetty projektiin liittyvän julkaisun laatimisessa.

1.3 Työn tavoitteet

Tämän diplomityön päätavoitteena on selvittää virtuaalisen tuotesuunnittelun ja -hallinnan mahdollisuuksia teva-alalla. Pohjatyönä selvitetään millaisia virtuaalisen suunnittelun ratkaisuja on maailmalla käytössä ja minkälaista valmista tekniikkaa on tarjolla tekstiilimateriaalien ja valmiiden tuotteiden virtuaaliseen suunnitteluun ja tuotehallintaan. Työssä arvioidaan järjestelmillä saavutettavat hyödyt ja haasteet, aiheutuvat kustannukset, sekä mitä kehitettävää järjestelmissä vielä on.

Päätutkimuskysymys on:

Mitä hyötyjä ja haasteita virtuaalisen tuotesuunnittelun ja -hallinnan järjestelmiin liittyy?

Alakysymyksiä ovat:

Miten virtuaaliset työkalut tulevat muuttamaan muodin arvoketjua?

Mitä virtuaalisuuden työkaluja on saatavilla?

Mitkä yritykset tarjoavat näitä työkaluja?

Mitkä vaatealan yritykset hyödyntävät jo virtuaalisuutta ja miten?

Mitä vaihteita ja kustannuksia virtuaalisten työkalujen hankintaan ja käyttöön liittyy?

2 MUODIN ARVOKETJU

Tässä kappaleessa kuvataan tämänhetkisiä ja tulevia megatrendejä, ja niiden vaikutusta teva-alaan (kappale 2.1), muuttunutta kuluttajakommunikointia (kappale 2.2), yhä kysyntälähtöisempää toimitusketjua (kappale 2.3), yrityksen tietojärjestelmiä (kappale 2.4) sekä aikaisempia tutkimuksia (kappale 2.5).

2.1 Megatrendit tulevaisuuden ennustajina

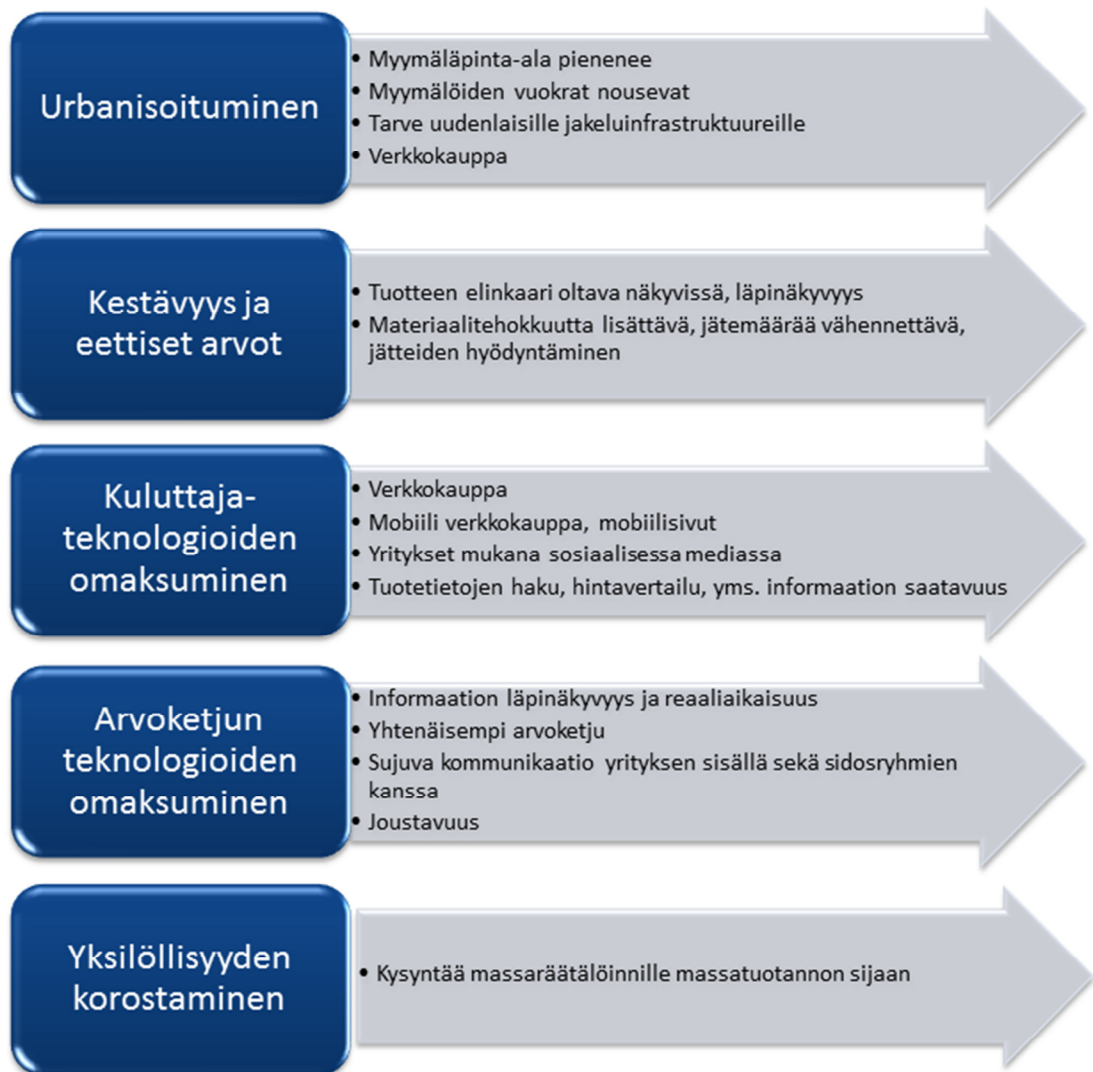
Megatrendeillä tarkoitetaan globaaleja ilmiöitä, suuria suuntauksia, joilla on vaikutusta yhteiskuntien rakenteisiin sekä yksilöiden käytökseen ja asenteisiin. Hernesniemen (2001) mukaan megatrendit ovat ilmiöitä tai ilmiökokonaisuuksia, joilla on jo toteutuneen kehityksen perusteella tunnistettavissa oleva suunta, jonka voidaan perustellusti ajatella jatkuvan samansuuntaisena tulevaisuudessakin.

The Consumer Goods Forum –toimialaverkoston 2020 Future Value Chain –hankkeessa kartoitettiin seuraavien kymmenen vuoden aikana kulutushyödykkeiden alaan vaikuttavia trendejä. 12 globaalia yhteiskuntiin, kulutuskäyttäytymiseen, ympäristöön ja teknologiaan liittyvää ydintrendiä tunnistettiin. (The Consumer Goods Forum 2011) Samankaltaisia megatrendejä pidetään yleisesti tärkeinä ja vaikuttavina. Megatrendeistä voidaan ajatella seuraavan vaatimuksia uusiin liiketoimintamalleihin. Monet yritykset hyödyntävät megatrendejä strategioidensa luomisessa. Kuvaan 1 on kerätty keskeisimmät megatrendit jaettuna aihealueisiin väestö, yhteiskunta, ympäristö sekä markkinat.



Kuva 1. Keskeisimmät megatrendit. (Vanhanen, 2011; The Consumer Goods Forum, 2011)

Tekstiili- ja vaatealaan megatrendit vaikuttavat usealla tavalla. Yksi ajatus siitä kuinka megatrendit muuttavat tulevaisuuden vaatekauppaa on esitetty kuvassa 2. Tässä on tarkasteltu erikseen urbanisoitumista, kestävyyttä ja eettisiä arvoja sekä kuluttajateknologian ja arvoketjun teknologioiden omaksumista. Tässä diplomityössä keskitytään arvoketjujen teknologioihin tiedonhallintaan ja tuotemallintamiseen liittyen.



Kuva 2. Tärkeimmät megatrendit ja niiden vaikutukset teva-alaan.

Urbanisoituminen

Tällä hetkellä jo yli puolet maapallon väestöstä elää kaupungeissa. Vuoteen 2050 mennessä arviolta lähes 70 % ihmisistä elää urbaanissa ympäristössä. (United Nations, 2012) Urbanisoitumisen seurauksena luultavasti myymälöiden pinta-ala pienenee ja vuokrat nousevat. Tulevaisuudessa ei ole tilaa myymälöiden yhteydessä sijaitseville varastoille samalla tavalla kuin ennen. Urbanisoituminen luo merkittäviä haasteita hankintaan ja logistiikkaan sekä tarpeen uudentyyppisille jakeluinfrastruktuureille. (The Consumer Goods Forum, 2011)

Kuluttajateknologioiden omaksuminen

Uusien informaatioteknologioiden omaksuminen muuttaa ostamiskäyttäytymistä. PC:n rinnalla myös mobiili verkkokauppa ja muu internetin käyttö lisääntyy. Myös älypuhelinien käyttö mm. tuotetietojen hakemiseen ja hintavertailuun yleistyy. Kivijalkaliikkeissä hyödynnetään entistä enemmän teknologiaa kuluttajien käyttöön,

kuten kosketusnäyttöjä. Sosiaalisen median vaikutus kasvaa. Läpinäkyvyyttä sekä yhteistyötä ja kommunikaatiota kuluttajien kanssa vaaditaan.

Uusien kuluttajateknologioiden omaksuminen aiheuttaa vaatimuksia uudentilaisille palveluille. Kehittyvä vahvempi verkkopohjainen palvelutalous, jossa on kuluttajille valinnanvaraa ja läpinäkyvyyttä. Kuluttajat vaativat räätälöidympiä tuotteita massatuotannon sijaan.

Arvoketjun teknologioiden omaksuminen ja moderni IT

Parantuva yhteistyö, arvoketjun uudet knologiat sekä informaation läpinäkyvyys mahdollistavat yhtenäisemmän ja joustavamman arvoketjun sekä paremman läpinäkyvyyden ja jäljitettävyyden. Kyvyt reaaliaikaisesti ja jatkuvasti seurata, analysoida, kommunikoida ja reagoida informaatioon yrityksen rajojen yli kasvavat. Kommunikaatio sekä sujuva tiedonvälitys tulevat olemaan kriittisimmät tekijät menestyvässä liiketoiminnassa.

Luonnonvarojen niukkuus, ympäristö- ja sosiaalinen vastuu sekä lisääntyvät rajoitukset

Väestönkasvu lisää ruoan, energian ja puhtaan veden tarvetta valtavasti. Luonnonvaroihin kohdistuva paine johtaa kasvaviin tuotantokustannuksiin. Kuluttajatietoisuus kestävyden, ekologisuuden ja eettisyyden suhteen kasvaa. Kuluttajat vaativat valtioilta ja yrityksiltä suurempia rooleja taistelussa ilmastonmuutosta vastaan. Kestävyys vaikuttaa kuluttajien ostokäyttäytymiseen ja ostopäätöksiin. Yrityksiltä vaaditaan rehellisyyttä ja läpinäkyvyyttä. Tuotteen elinkaari on oltava näkyvässä. Materiaaleja on kehitettävä, materiaalitehokkuutta lisättävä sekä jätemääriä vähennettävä. Kestävyden ja turvallisuuden on oltava kiinteä osa yrityksen toimintoja.

Yksilöllisyyden korostaminen

Halu erottua massasta ja korostaa persoonaa ja yksilöllisyyttä on yksi tämän hetken vaatealaa vaikuttavista megatrendeistä. Yksilöllisyyden korostaminen luo kysyntää massaräätälöinnille eli konfiguroitaville tuotteille massatuotannon sijaan.

2.2 Muuttunut kuluttajakommunikointi

Internetin käyttäjämäärät ovat kasvaneet nopeasti 2000-luvulla. Verkkokaupan ennustetaan kasvavan valtavasti erityisesti aikuistuvan sukupolven mukana. (Kurjenoja 2012) Monikanavaisuus vahvistuu. Mobiili käyttö älypuhelimilla ja tableteilla mahdollistavat tiedonhaun milloin vain missä vain. Mobiili käyttö mahdollistaa mm. jatkuvan yhteyden sähköpostiin, sosiaalisiin verkostosivustoihin, hakukoneisiin ja yritysten verkkosivuihin.

Suomessa älypuhelimien omisti 38 prosenttia väestöstä vuonna 2012, ja määrä on kasvussa. Älypuhelinien yleistyessä yritykset tavoittavat uudenlaisia kuluttajia, jotka ovat jatkuvasti on-line. Älypuhelimella haetaan tietoa mm. tuotteiden käyttäjäkokemuksista, hinnoista ja saatavuudesta. Mobiililaitteella tiedonhaku on mahdollista nopeasti, helposti ja missä tahansa. Myös älypuhelimella ostoksen tekeminen yleistyy. Älypuhelimella tehtävät tiedonhauk vaikuttavat sekä verkkokaupassa että kivijalkaliikkeessä tehtäviin ostoksiin. Mobiilipalveluissa ja muutenkin verkossa näkyminen on tärkeää yrityksille. Yhteystiedot sekä muu oleellinen tieto, kuten myymälän aukioloajat, on oltava helposti saatavilla. (Google 2012)

Internetiä hyödynnetään yrityksissä monissa vaiheissa ja toiminnoissa:

- Viestintä
 - sähköposti
 - keskustelut
 - tuotetietojen ym. informaation välitys
- Etävalvonta
 - tuotantolinjat
 - tuotannon seuraaminen, missä vaiheessa valmistusta ollaan kunkin tuotteen osalta
 - logistiikan seuraaminen
- Sähköinen kauppa
 - osto (materiaalitoimittajat)
 - myynti, verkkokauppa
 - laskutus
- Markkinointi
 - tuote-esittelyt
 - yritysinfo
- Tiedonetsintä

(Virtanen 2010)

2.2.1 Verkkokauppa

Kivijalkakaupat ovat yhä ensisijaisia ostospaikkoja, mutta verkkokauppojen määrä sekä niistä ostaminen lisääntyy. Vuonna 2011 verkkokaupan osuus Suomen vähittäiskaupasta oli noin kahdeksan prosenttia ja näistä suomenkielisten verkkokauppojen osuus oli 87 prosenttia. Verkkokaupan kasvu oli 15 prosenttia, kun taas kaupan kasvu oli vain 1-2 prosenttia. Nuorten keskuudessa erityisesti naisten vaatteiden ostaminen verkkokaupasta on kasvussa. (Kurjenoja 2012)

Urbanisoituminen on valtava, maailmanlaajuinen megatrendi. Urbanisoitumisen seurauksena myymälöiden pinta-alat todennäköisesti pienenevät vuokrien noustessa ja

tilojen puutteen seurauksena. Kun uusia kivijalkaliikkeitä on entistä vaikeampi avata hyvillä paikoilla, on verkkokauppa helpompi vaihtoehto tulla markkinoille.

Verkkokaupan kautta yritys saa myös asiakaspalautetta sekä kerättyä tietoa asiakkaistaan. Mitä enemmän yritys tietää asiakkaistaan, sen helpompi sen on mm. kohdistaa markkinointia ja sivujen ulkoasua osuvammin eri asiakasryhmille. Verkkosivut voidaan personoida näkymään eri asiakkaille erilaisina. Aikaisempien ”klikkausten” perusteella voidaan etusivulla mainostaa kyseistä asiakasta todennäköisesti kiinnostavia tuotteita. (Vanhatapio 2012) Personoiduilla verkkosivuilla voidaan helpottaa asiakasta kiinnostavien tuotteiden löytämistä. Vaatteiden verkkokaupassa erityisen tärkeää on tuotteiden toimitusnopeus ja sivuston nopea latautuminen. Verkkokaupassa voidaan hyödyntää sosiaalista mediaa esimerkiksi siten, että asiakkailta on mahdollisuus kommentoida mm. vaateen mitoitusta ja kommentit ovat näkyvissä kaikille tuotetta katsoville. (Vanhatapio 2012) Myös erilaiset linkitykset sosiaalisiin verkostosivustoihin ja blogeihin laajentavat yrityksen näkyvyyttä verkossa.

2.2.2 Sosiaalinen media

Sosiaalinen media tarkoittaa työkaluja, tiloja ja toimintatapoja, joiden avulla ihmiset voivat luoda, jakaa, vaihtaa ja kommentoida sisältöjä virtuaalisissa yhteisöissä ja verkostoissa. (Heinonen & Halonen 2007) Kangas et al. (2007) määrittelevät sosiaalisen median tarkoittamaan sovelluksia, jotka perustuvat joko kokonaan käyttäjien tuottamaan sisältöön tai joissa käyttäjien tuottamalla sisällöllä ja käyttäjien toiminnalla on merkittävä rooli sovelluksen tai palvelun arvon lisääjänä.

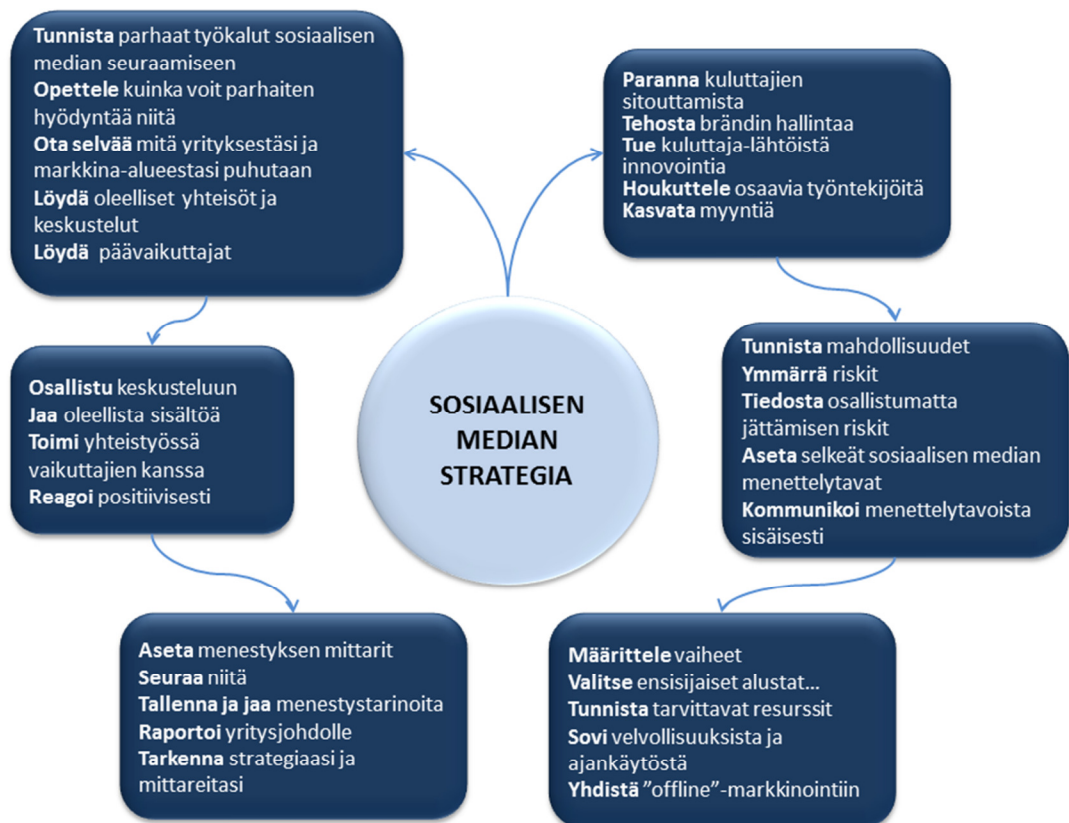
Sosiaalisen median sovelluksille tyypillistä on osallistuminen, avoimuus, keskustelu, yhteisöt ja verkottuminen. Sosiaalisen median sovelluksia voidaan ottaa käyttöön myös yrityksen sisäisissä toiminnoissa, vaikkapa sisäisessä projektiviestinnässä. Onnistuneen sisäisen lanseerauksen jälkeen yritys voi laajentaa sosiaalisen median työkaluja ja käytäntöjä myös partneri-yritysten ja asiakkaiden suuntaan. Nämä sovellukset ja työkalut ovat tyypillisesti hyvin kevyitä eivätkä ne vaadi asentamista omalle päätteelle ja toimivat standardiselaimissa. Sosiaalisen median työkalut ovat usein ilmaisia tai vähintäänkin erittäin halpoja. (Kangas et al. 2007)

Sosiaalisen median työkaluja ovat mm.

- Sisällön luomisen ja julkaisemisen työkalut (kuten blogit, wikit, podcastit)
- Sosiaaliset verkostosivut (esim. Facebook, Twitter, LinkedIn)
- Sisällön jakamiseen tarkoitettut sivut (esim. Youtube)
- Yhteisöllisen työn mahdollistavat sivut (esim. Wikipedia)
- Virtuaaliset maailmat/ympäristöt (esim. Second Life, Habbo Hotel, WoW)
- Add-onit (esim. Google Maps)

Yritys voi hyödyntää sosiaalista mediaa monella eri tavalla. Kuvassa 3 on esitetty yksi esimerkki yrityksen sosiaalisen median strategiasta. Asiakasrajapinnan hyötyinä voivat olla käyttäjälähtöinen innovointi ja tuotekehitys asiakkaiden osallistumisen, kommentoinnin ja palautteen kautta. Muita hyötyjä asiakasrajapinnassa voidaan kokea yrityskuvassa, maineessa ja läpinäkyvyydessä sekä asiakaslähtöisyyden lisääntymisessä. Mahdollisia sosiaalisen median sisäisen käytön hyötyjä saavutetaan yhteistyön ja kommunikaation tehostumisella, tiedon ja asiantuntijoiden löytämisen nopeutumisella ja helpottumisella sekä virtuaalisilla tuotekehitystiimeillä ja projektiympäristöillä. (Lakkala 2011b)

Haasteena sosiaalisen median työkalujen käyttöönotossa, kuten kaikissa yrityksen muutoksissa, on kulttuurinmuutoksen hitaus. Haasteina voidaan kokea myös IPR-oikeuksien (intellectual property rights) ja muun lainsäädännön vaikutukset sekä tietoturva-asiat. Sosiaalisen median kautta kilpailevat yritykset voivat saada tietoa yrityksen asioista. (Lakkala 2011b)



Kuva 3. Esimerkki yrityksen sosiaalisen median strategiasta. (muokattu lähteestä Dawson)

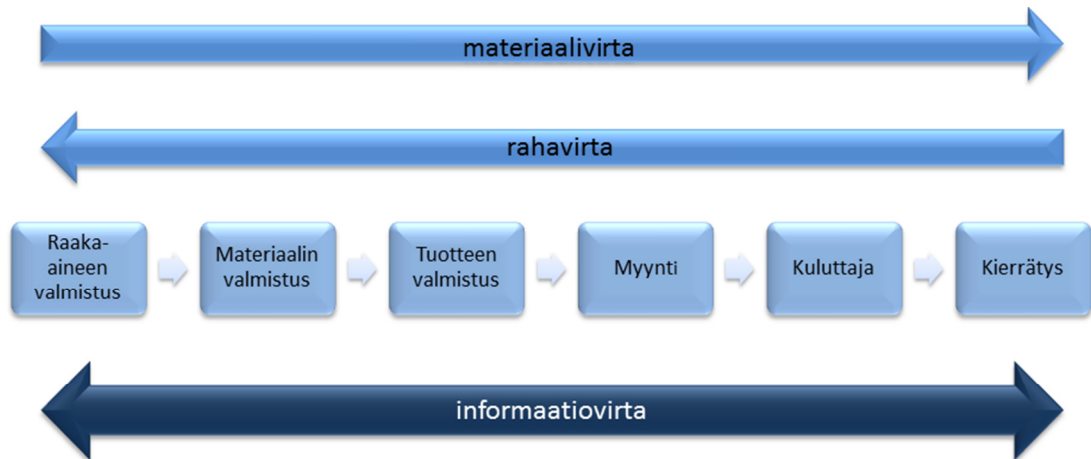
Crowdsourcing on yrityksille mahdollinen tapa hyödyntää internetin käyttäjiä sosiaalisen median kautta. Crowdsourcing, yleisöosallisuus, on yrityksen toimintojen ja työtehtävien ulkoistamista avoimesti suuren, määrittelemättömän ihmisjoukon suoritettaviksi tavallisesti internetin välityksellä. (Howe, 2006) Crowdsourcingissa

asiakas otetaan osaksi yrityksen prosesseja tuottamaan lisäarvoa yritykselle ja itselleen. Sen muotoja ovat mm. ideointi, sisällöntuotanto, tuotteiden suunnittelu, päätöksenteko tuotteiden ominaisuuksista sekä arvioinnit ja äänestykset. Yritys voi esimerkiksi antaa vaihtoehtoisia tuotteita nähtäväksi (esim. 3D-malleina) ja selvittää mille tuotteista olisi todennäköisimmin kysyntää. Tuotantoon voidaan sitten ottaa juuri nämä parhaiten arvioidut tuotteet.

2.3 Kysyntälähtöisempi toimitusketju

Tekstiilien ja vaatteiden toimitusketju kuvataan usein selkeänä ja lineaarisena toimintojen ketjuna. (Ladd 2004) Toimitusketjulla (supply chain) tarkoitetaan kaikkia niitä työvaiheita, jotka kuuluvat tuotteiden valmistukseen ja käsittelyyn. Nykyajan monimutkaisempaa yritystoimintaa voidaan paremmin kuvata arvoketjuna. Arvoketju (value chain) käsittää toimitusketjun lisäksi yrityksen sisäiset ja ulkoiset toiminnot, joissa on yrityksen työntekijöiden lisäksi sidosryhmät mukana. Sidoryhmiin kuuluvat mm. asiakkaat, jälleenmyyjät, tavarantoimittajat, alihankkijat, sijoittajat ja ammattiliitot. Arvoketjussa välitettävä tieto koordinoi eri toimintojen suuntautumista organisaatioiden kesken. Arvoketjun käsite korostaa yhteistyörakennetta, jossa eri osilla on lisäarvoa tuottava vaikutus, ja jossa kaikki osat toimivat yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi. (Ladd 2004)

Arvoketjussa liikkuu rahaa, tietoa ja materiaalia. Rahavirtaan kuuluu mm. suoritteista maksetut korvaukset, maksut tuotannon tekijöistä, pääomasijoitukset sekä verot ja voitonjako osakkaille. Informaatiovirtaan kuuluu tiedon välitys yrityksen sisällä ja yrityksen ja sen sidosryhmien välillä. Materiaalivirtaan kuuluu raaka-aineiden ja materiaalin jalostus sekä tuotantokoneet ja -resurssit. (Virtanen 2010) Kuvassa 4 on esitetty arvoketju ja siihen liittyvät virrat.



Kuva 4. Arvoketjun virrat.

Perinteisesti tuotesuunnittelu on ollut valmistajakeskeistä. Vähittäiskaupan ja kuluttajan näkemyksiä ei hyödynnetä riittävästi. Asiakaspalaute saadaan liian myöhään, jotta sitä voitaisiin hyödyntää, esimerkiksi prototyypin valmistuttua tai vasta ensimmäisten myyntien jälkeen. Jo tuotesuunnitteluprosessi on pitkä. Ennen myyntimallistojen valmistamista käytetään suunnitteluresurssien lisäksi suuria määriä resursseja näytekappaleisiin. Aikaa ja rahaa tuhlataan väärin tuotteiden kehittämiseen, sillä kaikki eivät mene normaalisti ovh-hinnalla kaupaksi. Samalla parhaiten myyvät tuotteet loppuvat usein kesken. Pitkistä toimitusajoista johtuen lisätoimituksia ei välttämättä saada ajoissa. Myös pääoma on kiinni myymättömissä tuotteissa. (Mattila & Mustonen 2011)

Perinteisesti myös tuotetiedonhallinta (tiedon luonti, varastointi ja jakaminen) ei ole automaattista koko arvoketjussa. Kommunikointi loppuasiakkaan kanssa on usein yksipuolista. Yritysten sosiaalisen median käyttö on vähäistä. Vähittäiskauppa-asiakkaan kanssa uusien työkalujen käyttö on vähäistä (mm. asiakaskohtaiset katalogit, virtuaalinen esillepano ja virtuaalinen sovitus) ja läpinäkyvyys on heikko. (Mattila & Mustonen 2011)

Tulevaisuudessa mallistot tulevat uusiutumaan jatkuvasti kysynnän mukaan, joten perinteinen kahden sesongin ajattelu poistuu. Näin ollen myöskään suunnittelu, valmistus, ja muut toiminnot eivät noudata enää samanlaista selkeää sykliä kuin ennen. Markkinoiden on vastattava kysyntään ja reagoitava nopeasti. Tämä vaatii nopean ja ketterän arvoketjun.

Eri toimintojen on oltava yhteydessä toisiinsa. Vaaditaan toimivaa kommunikaatiota sekä läpinäkyvyyttä eri osille. Modernissa arvoketjussa hyödynnetään reaaliaikaista dataa. Kun tarjonta vastaa paremmin kysyntää, jää vähemmän tuotteita yli ja toiminta noudattaa näin ollen paremmin myös kestäväen kehityksen periaatteita. Kun kysyntä ja tarjonta kohtaavat paremmin, joudutaan myös pienempi prosentti tuotteista myymään alennetuilla hinnoilla, mikä on yritykselle kannattavampaa. Nopeampi toimitusketju pienentää sidotun pääoman määrää. Tiedon hallinta suunnittelussa ja tuotannossa nopeuttaa toimintoja ja parantaa kannattavuutta. Tuotetiedonhallintaa käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.

”Kaikki luulevat mittakaavaetujen selittävän Wal-Martin menestyksen.

Oikea selitys on se, että korvasimme varastot tiedolla.”

Sam Walton, Wal-Martin perustaja

(Hassan, 2008 s.163)

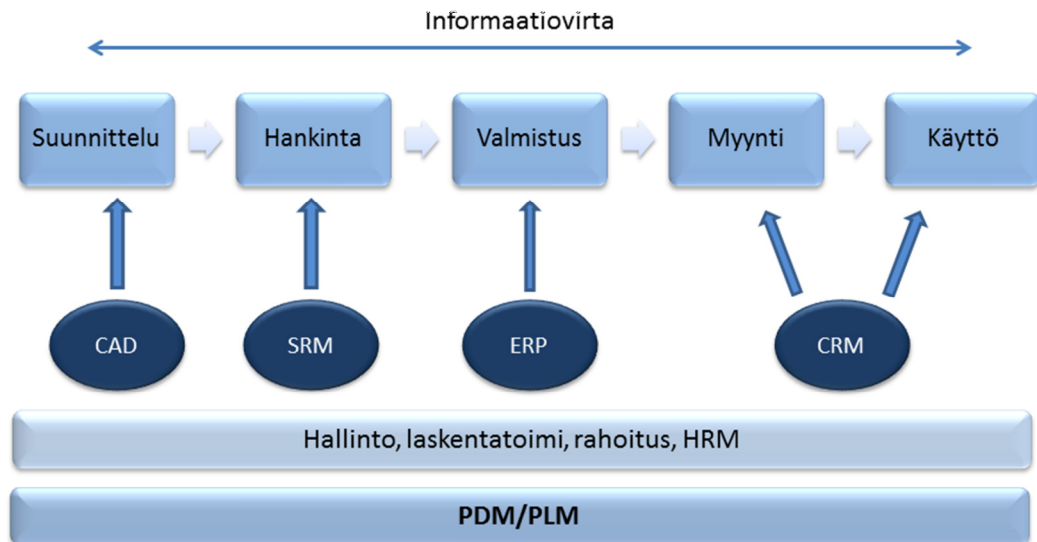
Ottamalla käyttöön virtuaalisia tuotesuunnittelutekniikoita tavoitellaan valmistettavien mallikappaleiden määrän vähentämistä huomattavasti. Tuotekehityksen virtualisoiminen voi lyhentää kokonaistoimintoaikoja merkittävästi, jopa puolittaa ne. Taulukkoon 1 on kerätty muutoksia arvoketjussa.

Taulukko 1. Muutoksia arvoketjussa.

Perinteinen toimitusketju	Moderni arvoketju
Kivijalkaliikkeet	Monikanavaisuus: kivijalkaliikkeitä maailmanlaajuisesti, verkkokauppa, sosiaalinen media
Tuotantolähtöisyys, yrityslähtöisyys	Asiakaslähtöisyys
Sesongit	Jatkuvasti uusiutuvat mallistot
Manuaalinen kirjaaminen	Reaaliaikaiset teknologiat, rutiinitoimintojen automatisointi
Erilliset tietojärjestelmät	Integroidut tietojärjestelmät
Ennustaminen historiaan perustuen	Reaaliaikaiset myyntitiedot
Erilliset toimijat ja prosessit	Läpinäkyvä arvoketju
Massatuotanto	Massatuotannon lisäksi massaräätälöinti
Näytekappaleita, 2D-piirroksat	Virtuaaliset vaihtoehdot, 3D-mallinnus
Ei kommunikaatiota kuluttajan kanssa	Sosiaalinen media, kuluttajat mukaan tuotesuunnitteluun (crowdsourcing)
Pitkät läpimenoajat	Lyhyet läpimenoajat

2.4 Yrityksen tietojärjestelmät

Yritysten talletettavan ja käytettävän tiedon määrän ollessa nykyään valtava, on toiminnan taustalla oltava tietojärjestelmiä, joilla hallitaan tarvittavia tietoja. Keskeisiä yrityksen tietojärjestelmiä on kerätty kuvaan 5.



Kuva 5. Arvoketjun tietojärjestelmät.

CAD-järjestelmät (Computer Aided Design) ovat tietokoneavusteisen suunnittelun järjestelmiä. Näitä käsitellään kappaleessa 3. SRM-järjestelmä (Supplier Relationship Management) on toimittajasuhteiden hallintajärjestelmä. Järjestelmällä hallitaan perustietoja toimittajista ja lisäksi mm. toimittajien kanssa tehtyjä sopimuksia ja muita dokumentteja.

Toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP (Enterprise Resource Planning) on tuotteiden ostoon, valmistukseen ja logistiikkaan liittyvä järjestelmä. ERP-järjestelmällä hallitaan materiaalivirtoja, eli tavaran liikkumista osapuolilta toisille. Tavoitteena on kustannustehokas ja nopea valmistus sekä tehokas tuotannon suunnittelu. (Kallioinen 2008)

CRM-järjestelmä (Customer Relationship Management) on asiakkaiden hallintajärjestelmä. Järjestelmällä voidaan ylläpitää tietoa asiakkaista ja mm. pyrkiä tunnistamaan asiakkaiden tarpeet. Järjestelmällä voidaan myös hallita esimerkiksi asiakkaiden ostohistoriaa ja asiakkaiden kanssa käytävää keskustelua, kuten sähköposteja.

PDM-järjestelmä (Product Data Management) tarkoittaa tuotetiedon hallintajärjestelmää. PLM-järjestelmä on edellistä laajempi ja se toimii arvoketjun työkalujen yhteisenä pohjana, johon kaikki yritykseen ja sen tuotteisiin ja prosesseihin

liittyvä tieto on kerätty. PLM-järjestelmällä yritys hallitsee informaatiovirtoja. Tavoitteena on tavallisesti lyhentää tuotekehityssykliä, saada tuote nopeasti markkinoille, hallita konfiguraatioita sekä hallita kaikkea informaatiota, jota tarvitaan tuotteen kehittämiseksi valmistamiseksi ja ylläpitämiseksi. (Kallioinen 2008) PLM-järjestelmää käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.2.

2.5 Aikaisemmat tutkimukset

Kelano-projektin (2010 - 2011) tavoitteena oli kehittää strategioita ja toimintamalleja, joilla vaatteiden toimitusketju voi toimia kysyntälähtöisesti ja ketterästi noudattaen kestävä kehityksen periaatteita. Projektin tiedonhakuosuudessa käytiin läpi 44 Euroopassa ja Yhdysvalloissa tehtyä projektia Kelanon aihealueilta. Näistä projekteista esitettiin seuraavat loppupäätelmät:

- interaktiivinen ja läpinäkyvä toimitusketjustrategia tuottaa paremmat liiketoiminnalliset ja yhteiskuntavastuulliset tulokset
- tuotteen nopea läpimenoaika suunnittelusta kauppaan vähentää ennustusvirhettä, jolloin kannattavuus, kassavirta ja vaihto-omaisuudenkierto paranevat
- moderni informaatio- ja kommunikaatioteknologia mahdollistaa monikanavaisuuden ja interaktiivisen asiakkuuksienhallinnan
- massaräätälöinnin uskotaan olevan tulevaisuuden liiketoimintaa. Yleisesti kysyntälähtöinen, ketterä toimitusketjunhallinta saattaa olla askel kohti yksilöllisempiä ja räätälöidympiä tuotteita
- hyvä yritysvastuu tuo yritykselle lisää kilpailukykyä etenkin henkilöstöhallintoon, innovointiin sekä maine- ja brändihallintaan

(Mattila & Mustonen 2012)

Yleisesti useat teva-alan projektit viime vuosina ovat liittyneet crowdsourcingiin eli yhteisöosallisuuteen, ekologisuuuteen, modernien teknologioiden hyödyntämiseen ja massaräätälöintiin.

Tampereen yliopiston ja Tampereen teknillisen yliopiston MASSI 2008 –projekti koski tieto- ja viestintäteknologiaa hyödyntävien massaräätälöintistrategioiden toteuttamista. Tutkimuksen mukaan massaräätälöinnin kokonaisvaltaiseen toteutukseen tarvitaan kehitystyötä asiakasvuorovaikutuksessa, asiakastiedon hallinnassa, tuotekehityksessä, tuotannon kehityksessä, verkostoyhteistyössä, ohjauksen kehittämisessä sekä organisaation sopeuttamisessa. (Mäkipää 2008)

Abu Sadat Muhammad Sayemin väitöskirja Manchesterin yliopistosta (2012), ”Resizable outerwear templates for virtual design and pattern flattening”, käsitteli yrityksen virtuaalisuutta ja vaatteiden 3D-CAD-järjestelmiä. Tavoitteena oli toteuttaa päällysvaatteiden suunnittelu ja valmistus luomalla mallit ensin 3D-CAD-järjestelmällä

ja avaamalla ne sitten 2D-kaavaksi. Tutkimuksessa tehtiin eri kokoihin sarjotut miesten paidan sekä miesten housujen pohjat, joita suunnittelijat voisivat käyttää 3D-mallien luomiseen ja edelleen 2D-kaavan tekemiseen. Tutkimuksessa käytetty avatar perustui vartaloskannaukseen. Käytetty vartaloskanneri oli [TC]²:n NX-16. Skannerista saadun datan pohjalta muokattiin vaatteen 3D-malli vartaloskannerin tietojärjestelmän, Geomagic Studio -järjestelmän (Geomagic Inc.), DesignConcept TexTech -järjestelmän (Lectra) sekä Microsoft Excel -järjestelmän avulla. Lopuksi 3D-malli avattiin 2D-kaavaksi DesignConcept TexTech -järjestelmällä. (Sayem 2012)

3 TUOTESUUNNITTELU

Tässä kappaleessa kerrotaan tuotesuunnitteluprosessista (kappale 3.1), 2D-piirroksista ja kaavoituksesta (kappale 3.2), 3D-mallinnuksesta (kappale 3.3), konfiguroinnista (kappale 3.4) sekä vartaloskannauksesta (kappale 3.5).

3.1 Tuotesuunnitteluprosessi

Tuotesuunnittelulla tarkoitetaan sitä, että kehitetään uusia tai parannetaan tai muutetaan olemassa olevia tuotteita tai toimintoja. Yleisesti kuluttajatuotteen kustannuksista ja sen ympäristövaikutuksista 80 prosenttia määräytyy jo tuotteen suunnitteluvaiheen aikana. (JRocky Co 2012)

Menestyäkseen yrityksen tulee myydä tuotteita, joilla on kysyntää. Tuotesuunnittelun tulee olla joko innovatiivista tai sen tulee nopeasti jäljitellä markkinoiden menestyviä tuotteita ja tuotteiden tulee olla parempia tai edullisempia kuin markkinoiden vastaavat tuotteet.

Digitaalisen prototyypin avulla voidaan simuloida tuotteen muotoa, toimivuutta ja ominaisuuksia ennen kuin tuotetta aletaan valmistaa. Tämä vähentää kustannuksia vähentämällä fyysisiä prototyyppieitä ja säästää aikaa. Digitaalinen prototyyppi on nähtävissä vaikkapa Kiinassa yhtä nopeasti kuin Suomessa, toisin kuin fyysinen malli. Muutoksia on helpompi ja nopeampi tehdä virtuaaliseen malliin kuin fyysiseen.

3.2 2D-piirros ja kaavoitus

CAD (Computer Aided Design) tarkoittaa tietokoneavusteista suunnittelua, kuten 2D- ja 3D-grafiikkaa. Vaatteiden tietokoneavusteinen suunnittelu on alkanut kaavoituksesta 2D-piirroksilla 1970-luvulla. 2D-piirros tehdään käsin esimerkiksi vektorigrafiikkaan perustuvalla sovelluksella. Esimerkkejä tekstiili- ja vaatealalla käytettävistä 2D-piirrostyökaluista on lueteltu taulukossa 2 ja 2D-kaavoitusohjelmistoista taulukossa 3.

Taulukko 2. Esimerkkejä 2D-piirrosohjelmuista.

	Vektorigrafiikkatyökalujen tarjoajia	Maa	Järjestelmä
Yleisiä	Adobe Systems	USA	Illustrator
	Corel	Kanada	Corel Draw
Tekstiili- ja vaatealalle	Gerber Technology	USA	Vision Fashion
	Koppermann Computersysteme GmbH	Saksa	Tex-Design
	Lectra	Ranska	Kaledo

Taulukko 3. Esimerkkejä 2D-kaavoitusohjelmistoista.

2D-kaavoituksen tarjoajia	Maa	2D-kaavoitusohjelmisto
Audaces	Brasilia	Audaces_Apparel Patterns
Cad Cam Solutions	Australia	Fashion Cad
Coat-EDV Systeme	Saksa	Coat
Gerber Technology	USA	Accumark
Grafis Software	Saksa	Grafis
Human Solutions	Saksa	Cad.assyst
Lectra	Ranska	Modaris
Netsoft / PAD system technologies	Kiina	PADPattern design
Optitex	Israel	PDS
Pattern Maker	USA	Pattern_maker
Tukatech	USA	TukaCad

Eri aloille tarkoitettuja piirrosohjelmuja ovat mm. Illustrator (Adobe Systems Incorporated) sekä Corel Draw (Corel Corporation). Tekstiili- ja vaatealalle suunnattuja piirrosohjelmuja ovat mm. Kaledo (Lectra), Vision Fashion (Gerber Technology) ja Tex-Design (Koppermann Computersysteme GmbH). Vaatealalla laajassa käytössä olevia kaavoitusohjelmistoja ovat cad.assyst (Human Solutions), Modaris (Lectra), Accumark (Gerber Technology), PAD Pattern Design (Netsoft), TukaCad (Tukatech), Grafis (Grafis Software Dr. Kerstin Friedrich), Audaces Apparel Patterns (Audaces), Coat (Coat-EDV Systeme) sekä Fashion Cad (Dad Cam Solutions).

Kaavoitusohjelmistoihin voi ostaa moduuleita sarjontaan ja asetteluun leikkuusuunnitelman tekoon. Tietokoneavusteinen kaavoitus on tehnyt kaavojen sarjonnan eri kokoihin helpoksi ja nopeaksi. Manuaalisesti tehtynä sarjonta on hidasta ja epätarkkaa. CAD-ohjelmistoilla sarjonta tehdään matemaattisesti sarjontapisteiden

avulla. Vaatteiden, tekstiilien ja kenkien esittämiseen on alettu käyttää myös kolmiulotteista mallinnusta. 3D-mallinnusta käytettäessä myös sarjonta voidaan tehdä 3D-muodossa. Näin on mahdollista sarjoa vaate ottamalla paremmin huomioon myös vartalonmuotojen muuttuminen koon suurentuessa pelkkien pituus- ja leveysmittojen muuttamisen sijaan. (Sayem 2012)

3.3 3D-mallinnus

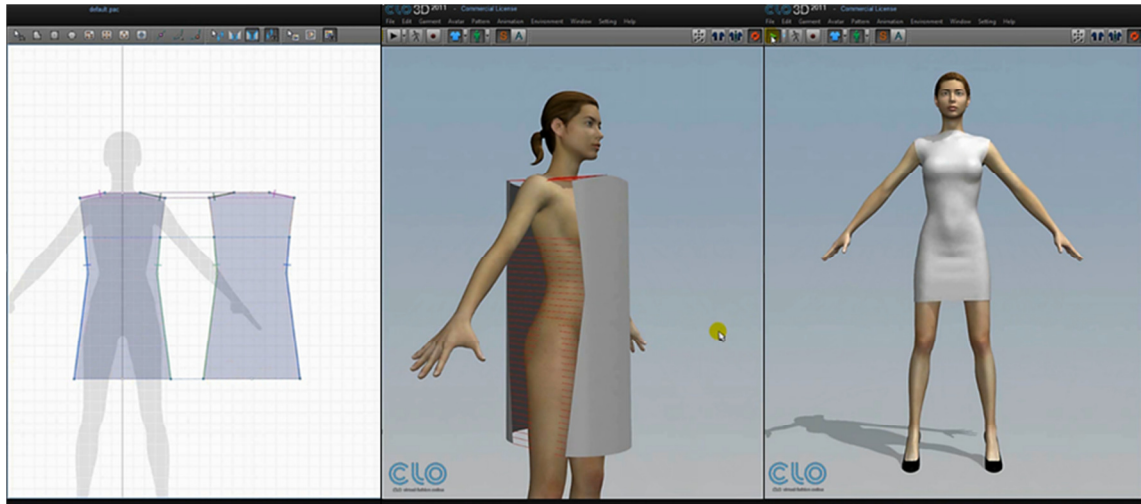
Tuotteen virtuaalisella 3D-mallilla parannetaan ymmärrystä tuotteesta. Dynaamista 3D-mallia voidaan tutkia eri suunnista ja tuotteen voi hahmottaa paremmin verrattuna 2D-malliin. Tuotteen rakennetta voidaan kuvata erilaisilla läpileikkauskuvilla. (Jokinen, 2010)

Tavallisesti luodaan ensin 2D-kaava, minkä jälkeen mallinnetaan vaate kaavan pohjalta 3D:nä. 3D-mallinnus voidaan myös luoda suoraan 3D-mallin päälle, minkä jälkeen se avataan 2D-kaavaksi. Näin tehtiin esimerkiksi Sayemin (2012) tutkimuksessa (kappale 2.5), jossa 3D-mallin avaaminen 2D-kaavaksi tehtiin Lectran DesignConcept TexTech –järjestelmällä. Vaihtoehtoja vaatesuunnittelun toteutuksessa käyttäen apuna 3D-järjestelmää ovat

- 2D-kaavan 3D-simulointi
- 3D-mallinnus ja mallin avaaminen 2D-kaavaksi
- 2D-piirroksen perustuva 3D-mallinnus
- Reaktiivinen 2D/3D-suunnittelu, joka on kuin 2D-kaavan 3D-simulointi, mutta sallii samalla 2D-kaavan muuttamisen. Muutokset näkyvät automaattisesti 3D-mallissa
- Digitaalinen kankaan asettelu avattarelle, mikä muistuttaa fyysistä ”haute couture” –vaatteiden suunnitteluprosessia
- Edellä mainituista yhdistetyt tekniikat

(Sayem 2012)

Useimmat markkinoilla olevat 3D-CAD-järjestelmät perustuvat ensin mainittuun 2D-kaavan 3D-simulointiin. Näitä ovat Modaris 3D-Fit (Lectra), Vstitcher (Browzwear), 3D-Runway (Optitex), Vidya (Human Solutions), Clo3D-(CLO3D), eFit Simulator (Tukatech), Haute Couture 3D (Pad Systems) ja V-Dresser (TC2). Näissä järjestelmissä, kun tuote on piirretty ja kaavoitettu 2D:nä, kaavat *ommellaan virtuaalisesti* yhteen 3D-vaatteeksi. Virtuaalisesta ompelemisesta on esimerkki kuvassa 6. Ohjelmalle näytetään mitkä kaavojen reunat ommellaan mihinkin ja nimetään kappaleet. Sovitus voidaan tehdä virtuaalisesti jollekin ohjelmassa valmiina olevalle tai itse muokatulle avattarelle tai vartaloskannatulle ihmiselle.



Kuva 6. Virtuaalinen ompelu. Vasemmalla kaava, keskellä kuva ennen virtuaalista ompelua, oikealla kuva ompelun jälkeen. (Kuvakaappaus Clo3D)

Vaateissa ei välttämättä tarvitse nähdä kerroksien sisään tai läpileikkauskuvia. Riippuu tuotteesta ja käyttötarkoituksesta minkälainen 3D-malli tarvitaan. Esimerkiksi tekninen laskettelutakki luultavasti vaatii vuorin ja muiden kerrosten näkemisen, mutta yksinkertaista trikoopaitaa ei ehkä ole tarvetta nähdä sisältä päin eikä mm. saumarakenteisiin tarvitse päästä. Voidaan siis tehdä tilavuusmallin sijaan myös pelkkiä ”pinta-mallinnuksia”, joita ei varsinaisesti pidetä 3D-malleina. Näitä malleja voidaan käyttää havainnollistavina apukuvina myynti- ja markkinointikäytössä, mutta ne eivät sovellu tuotekehityskäyttöön.

Kun vaate on mallinnettu verkoksi avattarelle, tuodaan siihen kangas ja komponentit kuten vetoketjut sekä napit. Teksturoinnilla eli pinnoittamisella säädellään kappaleen väriä, pinnan epätasaisuuksia ja heijastavuutta sekä kappaleen läpinäkyvyyttä. Kankaan tuomisen 3D-järjestelmään voi tehdä joko 3D-sovelluksen omilla teksturointiominaisuuksilla, piirtämällä materiaalit kuvankäsittelyohjelmalla, valokuvaamalla aito materiaali tai konstruoimalla pinta matemaattisena funktiona. Perussääntönä voidaan pitää sitä, että helposti valmistuksessa käsiteltävät ja ommeltavat kankaat ovat myös helposti ja totuudenmukaisesti virtuaalisesti mallinnettavissa, kun taas kankaat, jotka ovat esimerkiksi venyviä, rypytyviä tai liukkaita, ovat vaikeampia mallintaa. (Paananen 2011.)

Optitex ja Browzwear myyvät omia testilaitteistojaan kankaan ominaisuuksien ja värien määrittämiseen 3D-mallia varten. FTK Fabric Testing Kit on Browzwearin mittauslaitteisto, joka mittaa kankaan painoa, taipumisjäykkyyttä ja venymää. Kangas valokuvataan tai skannataan, jolloin saadaan kuvio tai väri näytölle. Lisäksi mitataan massa, pintakitka, paksuus, taipuisuus, hystereesi, venymä, venytyselastisuus, vinoutumisvastus ja kutistuvuus. FTU Fabric Testing Utility on Optitexin mittauslaitteisto, jossa testataan neljä kankaan ominaisuutta. Näitä ovat kankaan

taipuisuus, kitka- ja hankausominaisuudet, venyvyysominaisuudet ja kiertojäykkyys. (Paananen 2011)

Kankaan ominaisuudet saadaan mittaamalla kangas myös yleisillä kangastesteillä, kuten FAST ja KAWABATA KES-FB. FAST eli Fabric Assurance by Simple Testing mittaa kankaan fysikaalisia ominaisuuksia ja tuntuominaisuuksia. Se on optimaalisin paksummille, ei venyville kankaille. FAST Converter –muunnosohjelma laskee puuttuvat arvot olemassa olevien tulosten pohjalta. KAWABATA KES-FB Kawabata Evaluating System mittaa venytyselastisuutta, taipumisvastusta, kokoonpuristuvuutta, puristuselastisuutta, pintakitkaa ja pinnan geometrista karheutta. (Paananen 2011)

3D-mallia tehtäessä on määritettävä kuinka lähellä vartaloa vaate on. Väliä vartalon ja vaateen väliin jätetään sekä funktionaalisista että design-syistä. Funktionaalisista syistä vaateen ja kehon väliin jätetään tilaa rintakehän laajenemista, istumista, liikkumista, raajojen liikettä sekä käyttömukavuutta varten. Kaavaan lisättävä tila riippuu vaatetyypistä, materiaalista, halutusta tyylistä sekä vaateen käyttökohteesta. Kyseessä voi jopa olla negatiivinen arvo, jos tehdään venyvistä kankaista napakasti istuvia vaatteita. (Sayem 2012) 3D-mallinnusohjelmistolla voidaan nähdä eri väreillä mistä kohdista vartaloa vaate aiheuttaa mitenkään paljon painetta kehoon eli kuinka tiukka se on.

Muutoksia vaatteeseen voidaan tehdä joko palaamalla muokkaamaan 2D-kaavaa tai muokkaamalla suoraan 3D-mallia. 3D-mallinnuksessa mittaohjautuvuudella voidaan sitoa tietyt mitat toisiinsa, mikä helpottaa mallin muokkausta. (Jokinen, 2010) Mallinnetun vaateen toimintoja ja ominaisuuksia voidaan joillakin 3D-sovelluksilla havainnollistaa animaatioin.

3.3.1 Visualisointi ja simulointi

Eryteisesti markkinointi- ja myyntikäytössä 3D-mallien visuaalinen ilme on tärkeä. Renderöinti on mallinnuksen vaihe, jossa CAD-järjestelmällä muodostetaan mallinnetun kappaleen pintaan yhdistelmä kappaleen muodoista, pinnan tekstuureista ja liikkeistä sekä valoista, varjoista ja pinnan heijastavuudesta. (Karrash 2012) Renderöinnillä saadaan 3D-kuvasta realistisemmän näköinen myös lisäämällä materiaalin pintaan epätäydellisyyksiä, kuten ryppyjä (kuva 7). Lisäksi kuvaan voidaan luoda haluttu tunnelma ja esimerkiksi lisätä efektejä, kuten kuvassa 8.



Kuva 7. Esimerkki Hugo Bossin renderöidystä 3D-mallista. (Karrasch 2012)



Kuva 8. Esimerkki valoeffekteistä ja kolmiulotteisuuden korostamisesta kuvan tarkkuuksia säätämällä. (Karrash 2012)

3.3.2 3D-järjestelmätoimittajat

Vaatealalla käytettäviä 3D-mallinnusjärjestelmiä ovat esimerkiksi Modaris 3D Fit (Lectra), Vstitcher (Browzwear), Vidya (Human Solutions), eFit Simulator (Tukatech), CLO3D (CLO Virtual Fashion), Haute Couture3D (PAD System Technologies), V-

Dresser ([TC]²), 3D Runway (OptiTex) sekä Automatic Pattern Generation System (TPC (HK) Limited). Järjestelmät on lueteltu taulukossa 4.

3D-järjestelmätoimittajat voidaan jakaa niihin, jotka ovat lähteneet liikkeelle kaavoituksesta (esimerkiksi Lectra) ja niihin, jotka ovat lähteneet myynnistä ja markkinoinnista (esimerkiksi Clo3D). Usein myynnin ja markkinoinnin näkökulmasta lähteneet yritykset tarjoavat visuaalisesti näyttävämpiä ohjelmistoja kuin kaavoitukseen pohjautuvat yritykset. Sayem (2012) jakaa markkinoilla olevat 3D- järjestelmät kolmeen ryhmään riippuen niissä käytettävästä työskentelyjärjestyksestä: interaktiivisiin 3D-järjestelmiin, 2D:stä 3D-simulointiin sekä 3D:stä 2D-kaavaksi avaamiseen. Järjestelmät ovat lähinnä 2D:stä 3D-simulointiin kulkevia, mutta joillakin voi myös avata 3D-mallin 2D-kaavaksi. Kuitenkin 3D:stä 2D:hen kulkevat järjestelmät ovat vielä rajoittuneita ja vaativat paljon kehitystä. (Sayem 2012)

Taulukko 4. Vaatteiden 3D-mallinnusjärjestelmiä.

	Yritys	Maa	Muita järjestelmiä	3d-mallinnus	Työskentelyjärjestys
	Lectra	Ranska	Kaledo, Modaris, Vector, Diamino, Fashion PLM	Modaris 3D Fit	2D:stä 3D-simulointiin
	Browzwear	Singapore	FTK, Vstyler, Nscan	Vstitcher	
	The HUMAN SOLUTIONS Group	Saksa	Cad.assyst, Vitus, GoLive PLM	Vidya	
	Tukatech	USA	TukaCAD, TUKAstudio, TukaPlan PLM	eFit Simulator	
	CLO Virtual Fashion Inc.	Etelä-Korea	MarvelousDesigner	CLO3D	
	PAD System Technologies	Kiina	Master Maker, Pattern design, iGarment	Haute Couture 3D	
	[TC] ²	USA	KX-16 bodyscanner	V-Dresser	
	OptiTex International	Israel	PDS, FTU	3D Runway	3D:stä 2D:hen
	TPC (HK) Limited	Kiina	3D Interactive Software	Automatic Pattern Generation System	

Tekstiilien 3D-mallinnus voidaan tehdä ilman yhteyttä kaavoitukseen usealla eri 3D-CAD-järjestelmällä. Näistä esimerkkejä ovat McNeelin Rhino, Autodeskin 3S Max ja Maya sekä Blender. Esimerkiksi Rhinon kaupallinen lisenssi maksaa noin 2000 € eli se on huomattavasti edullisempi kuin kaavoitukseen perustuvat mallinnusjärjestelmät. Rhinosta on saatavilla myös opiskelijalisenssi, joka maksaa noin 300 € ja sallii myös kaupallisen käytön. Rhinoa voi käyttää esimerkiksi markkinointikuviin, muttei itse tuotesuunnitteluun.

3D-järjestelmän mukana tulee valmiita avattaria, joiden kokoa, asentoa, ja mahdollisesti muita ominaisuuksia voi muokata. Järjestelmien välillä on merkittäviä eroja siinä kuinka paljon avattaria ja vaatteiden sovitusta voi muokata. Mahdollisesti muokattavia ominaisuuksia ovat mm. vartalon mitat, asento, ihon väri ja hiukset. Kaikkiin järjestelmiin ei vartaloskannatun avattaren vieminen onnistu.

Järjestelmien visuaalisuudessa on suuria eroja, mm. siinä kuinka aidoilta vaatteet ja materiaalit näyttävät. Eroja on myös siinä kuinka helposti uudet materiaalit voidaan viedä järjestelmään ja kuinka aidosti ne käyttäytyvät, sekä siinä kuinka helposti materiaalin mitattuja arvoja voidaan hyödyntää.

Joillakin järjestelmillä voidaan vapaasti liikuttaa avatarta ja sen asentoa mallinnuksen jälkeen. Myös animaation ja virtuaalisen muotinäytöksen tekeminen voi olla mahdollista. Jotkut järjestelmät taas eivät mahdollista avattaren liikkeitä lainkaan, kun vaate on mallinnettu, vaan asento on valittava ennen mallinnusta ja myöhemmin avatarta voi ainoastaan katsella eri kulmista. Joillakin järjestelmillä vaatetta voidaan liikutella vapaasti, mallinnuksen jälkeen. Hihoja voidaan kääriä, nappeja avata ja sulkea, taskuun voidaan kurkistaa. Kaikki järjestelmät eivät tue tällaista vaateen liikuteltavuutta. Jotkut järjestelmät tarjoavat on-line-ratkaisuja, joilla voidaan esimerkiksi arvioida vaateen istuvuutta verkkoyhteisössä, jonka ihmiset ovat eri puolilla maailmaa. (Sayem 2012)

Eroja 3D-mallinnusjärjestelmissä on siinä kuinka helposti ja yhtenäisesti eri järjestelmän osat toimivat keskenään ja kuinka integroitavia ne ovat muiden järjestelmien kanssa. Voiko esimerkiksi kaavoitus olla eri yrityksen järjestelmältä, jos se on yrityksellä jo olemassa, ja toimia hyvin taas eri yrityksen 3D-mallinnusjärjestelmällä? Voidaanko malli viedä eri järjestelmätoimittajan simulointiohjelmaan?

Järjestelmää valittaessa muiden käytössä olevien ohjelmistojen mahdollinen yhteensopivuus tulevan 3D-ohjelmiston kanssa on varmistettava. Pystyykö uusi 3D-ohjelmisto tulkitsemaan käytössä olevien järjestelmien (esim. kaavoitus) tuottamaa dataa vai tarvitaanko väliin erillinen ohjelma? Voidaanko 3D-ohjelmistosta siirtää dataa muihin yrityksen tietojärjestelmiin, esimerkiksi takaisin kaavaohjelmistoon tai

Microsoftin Excelliin? (Jokinen 2010) 3D-suunnitteluun siirtyminen vaatii yritykseltä järjestelmällistä tiedonhallintaa. Pohjalla on hyvä olla esimerkiksi PLM-järjestelmä, joka hallitsee kaikkea tuotetietoa. 3D-järjestelmän käyttöönotto vaatii myös käyttäjien kouluttamista. Kun ohjelmiston käyttöön on tottunut, kuluu yksinkertaisen t-paidan suunnitteluun Karrashin (2012) arviolta puoli tuntia ja hyvin monimutkaisen takin suunnitteluun kuudesta kahdeksaan tuntia.

3.3.3 3D-järjestelmien vertailua

VIRTA-projektin puitteissa eri 3D-järjestelmätoimittajille lähetettiin kysely koskien 3D-mallinnusjärjestelmiä (liite 1). Vastaukset saatiin seuraavilta yrityksiltä: Browzwear Solutions Pte Ltd, Lectra, Assyst GmbH (Human Solutions Group), TPC (HK) Ltd, OptiTex Ltd ja CLO Virtual Fashion Inc. Yritysten referenssiasiakkaita on listattu taulukossa 5.

Taulukko 5. Esimerkkejä yritysten referenssiasiakkaita.

	Referenssiasiakkaita
Browzwear	Adidas, Nike, VF Group (the North Face, Jeans etc), Pacific Brands Group (Everlast, Bonds, Jockey)
Lectra	KappAhl, Zannier, Columbia, Maier Sport, Macron, Paolo Tonali
Assyst	Adidas, GORE, HUGO BOSS, Esquel, ZK Group HK, Owayo, Lady Jane, I, JK Defence, SÖliver, Rieder
TPC	T.A.L., SizeGermany
OptiTex	Kohl's, Sun-Sun Corp, Mansharey, Marinepool
CLO Virtual Fashion	Diesel, SINV, Sejung

Kaikki 3D-järjestelmät toimivat Windows-käyttöjärjestelmällä. Lisäksi Lectran järjestelmät toimivat myös MAC-alustalla ja CLO Virtual Fashionin järjestelmät sekä MAC:llä että Linuxilla. Lectran 3D-mallinnusjärjestelmä Modaris on ollut markkinoilla vuodesta 2007 saakka, mitä on edeltänyt vuosikymmenen kestoinen tuotekehitys. Assyst on kehittänyt 3D-järjestelmiään 10 vuotta, joista tuotteet ovat olleet myynnissä viimeiset neljä. TPC:n tuotekehitys on kestänyt yli 10 vuotta. OptiTexi kertoo 3D-järjestelmänsä olleen markkinoilla 12 vuotta. CLO Virtual Fashionin järjestelmät ovat olleet markkinoilla vuoden 2009 alusta saakka.

Browzwearilla järjestelmän käyttöönoton yhteydessä koulutus kestää 5 päivää. Ennen tätä asiakkaan on lähetettävä Browzwearille 1-2 tyyliä viikossa 4-6 viikon ajan. Lectran mukaan implementoinnin vaiheet ovat vaatimusten määrittely, järjestelmän asennus, avattarien ja kankaiden valmistelu järjestelmään, koulutus sekä tuki ja konsultointi.

Assystin mukaan avatarten määrittely ja luominen asiakkaan tarpeista riippuen vievät 1-3 viikkoa. CAD.assyst-järjestelmän koulutus 2D-kaavojen luomista varten vie 10 päivää tai vaihtoehtoisesti ”tuontityökaluna” käytettäväksi (import tool) 3. osapuolen tekemille kaavoille 3 päivää. Simulaatiojärjestelmän, Vidyän, koulutus kestää 6-8 päivää. Lopuksi koulutus RTT:n renderöintijärjestelmän, DeltaGenin, käyttöön kestää 3 päivää. Koulutusaikojen lisäksi kankaat ja tarvikkeet on skannattava sekä valmisteltava simulointikäyttöä varten. Järjestelmän kirjastot täytetään asiakkaan datalla, kuten kankailla, napeilla, napinlävillä, logoilla, kirjailuilla, avattarilla ja animaatioilla. Tämä on Assystin mukaan yksilöllinen tehtävä, josta on vaikea tehdä yleistyksiä. Muutama vastanneista yrityksistä kertoi koulutuksen hinnaksi 800 €/päivä.

Tuen ja ylläpidon kustannukset, sisältäen on-line-tuen ja versiopäivitykset, ovat Browzwearilla ja OptiTexillä vuosittain 15 % ohjelmiston hinnasta. Assystillä tuki ja ylläpito hinnoitellaan kiinteäksi kuukausimaksuksi, mutta on samaa luokkaa Browzwearin ja OptiTexin hintojen kanssa. Lectra ilmoittaa tuen ja ylläpidon hinnaksi 22 % uusista lisensseistä. CLO Virtual Fashionin tuen ja ylläpidon hinnaksi kerrotaan 20 % lisenssistä. Järjestelmän hankintahinnaksi muutama yrityksistä kertoo 10 500 € - 11 500 €.

Useisiin järjestelmiin voidaan syöttää kankaiden ominaisuuksia, esimerkiksi Kawabata tai FAST –testausmenetelmien tuloksia, tai tuoda kuvia kankaan pinnasta. Tarvikkeet, kuten napit ja vetoketjut voidaan yleensä joko mallintaa 3D-muotoon tai tuoda 2D-kuvana.

Browzwearin, Lectran, Assystin, OptiTexin sekä CLO Virtual Fashionin järjestelmiin voi tuoda avattaren, tavallisimmin obj-tiedostomuotoa käyttäen. Assystin 3D-järjestelmä on valmiiksi integroitu Human Solutionsin vartaloskannereiden kanssa ja avattaria voi myös tuoda minkä tahansa muun järjestelmätoimittajan järjestelmästä. Esimerkkeinä yhteensopivista järjestelmistä yritykset mainitsevat TC²:n, HumanSolutionsin, Poserin, DAZin, Mayan sekä StudioMaxin.

Yrityksiltä kysyttiin mahdollisuuksista muokata ja liikutella avatarta vaateen simuloinnin jälkeen. Browzwearin VStitcher sallii sekä kirjastosta että vartaloskannerista tuodun avattaren muokkaamisen etukäteen tietyin parametrein. Näitä ovat mm. vartalonmitat, asento, ihon väri sekä hiukset. Myös Lectran avatarta voi etukäteen muokata tietyin parametrein. Avattarelle on valittavissa seitsemän asentoa. Avattaren asentoa ei kuitenkaan voi muuttaa enää vaateen mallinnuksen jälkeen. Assystin Vidyalla sekä CLO Virtual Fashionin Clo3D:llä voi vapaasti liikuttaa ja animoida avatarta simuloinnin jälkeenkin. Avattaren saa myös näkymättömäksi simulaation aikana. Sekä valmiit että skannatut avattaret voidaan laittaa mihin tahansa asentoon. OptiTexin järjestelmällä voidaan liikuttaa avatarta vaateen simuloinnin

jälkeen. Avattaren mittoja voidaan myös muuttaa portaattomasti ja näin nähdä vaateen istuvuus erilaisille vartaloille.

Assystin, OptiTexin ja CLO Virtual Fashionin järjestelmillä mallinnettu vaate laskeutuu realistisesti avattaren muotojen ja liikkeiden mukaan. OptiTexin mukaan 3D-simulointi ottaa huomioon kaikki materiaalin fysikaaliset perusominaisuudet, kuten painon, taipuisuuden ja kitkan, ja sen käyttö on helppoa, tarkkaa ja nopeaa. Assystin ja Clo3D:n järjestelmät sallivat monikerroksisten vaatteiden simuloinnin monimutkaisen kerroksisuuden ja törmäysten havaitsemisen ansiosta. Avattarelle voidaan mallintaa samanaikaisesti esimerkiksi paita ja housut ja niiden reunat käyttäytyvät realistisesti yhdessä, kuten nähdään kuvasta 9. Ainakin Clo3D:n järjestelmällä voidaan tehdä mm. taitoksia mihin tahansa saumaan ja vaatteeseen, ja näin ollen muodostaa vekkejä ja prässättyjä laskoksia.



Kuva 9. Clo3D. (Cho 2012)

Kyselyyn vastanneista yrityksistä Assystin, OptiTexin ja CLO Virtual Fashionin järjestelmillä voi tehdä animaatioita, kuten virtuaalisia muotinäytöksiä. Assystin Vidyalla voidaan yhteen animaatioon yhdistää useita vartalomalleja, jotta nähdään vaateen istuvuus eri vartalotyypeillä. Browzwearin järjestelmällä ei voi tehdä animointia, mutta 3D-mallit voidaan viedä 3DS-muodossa kolmannen osapuolen animointijärjestelmään. Lectran ja TPC:n järjestelmillä ei voi tehdä animointia. CLO

Virtual Fashionin CLO Show Player –työkalulla voi luoda virtuaalisen muotinäytöksen (kuva 10), jossa käyttäjä voi vaihtaa avattaren vaatteita kesken näytöksen. CLO Show Player tarjoaa 10 valmista ympäristöä, mutta järjestelmään on myös mahdollista tuoda 3D-näytöslava toisesta järjestelmästä. Myös valaistusta ja katselukulmaa voidaan muuttaa kesken näytöksen. Virtuaalinen muotinäytös voidaan myös katsoa 3D:nä käyttäen 3D-laseja. (Clo3D 2013)



Kuva 10. Kuvakaappaus Clo3D:n virtuaalisesta muotinäytöksestä. (Clo3D 2012)

Browzwearin VStitcheriin voidaan tuoda teksturointia varten 3. osapuolen heijastus- ja epätasaisuuskarttoja. Valmis 3D-geometria voidaan myös muuttaa fbx-muotoon, mikä mahdollistaa ulkopuolisten renderöintityökalujen käytön (esim. Keyshot, Bunkspeed tai RTT). Assystin järjestelmällä on vahva integraatio RTT:n DeltaGen-renderöintijärjestelmän kanssa. Lisäksi datansiirto on mahdollista kaikkien suurten mallinnus- ja renderöintityökalujen kanssa (FBX- tai OBJ-muodossa). Lectra tarjoaa perusrenderöintiä koskien tekstuureja ja valaistusta. Lectran järjestelmästä on mahdollista siirtää data joihinkin renderöintijärjestelmiin. TPC ei mahdollista renderöintiä lainkaan. OptiTex kertoo renderöinnin olevan mahdollista järjestelmällään. CLO Virtual Fashionin järjestelmässä on ”plugin” OTOYn Octane –renderöintijärjestelmään.

Vastanneista yrityksistä kaikki TPC:tä lukuun ottamatta mahdollistavat taustan modifioinnin. Järjestelmissä on valmiina erilaisia taustoja. Assystin järjestelmässä taustaksi voi laittaa minkä tahansa kuvan ja taustakuvia käytetään samalla myös ”tilan”

valaisemiseen. Esimerkiksi Assystillä lattia on oletuksena 3D-muodossa. Myös muita 3D-objekteja voidaan lisätä.

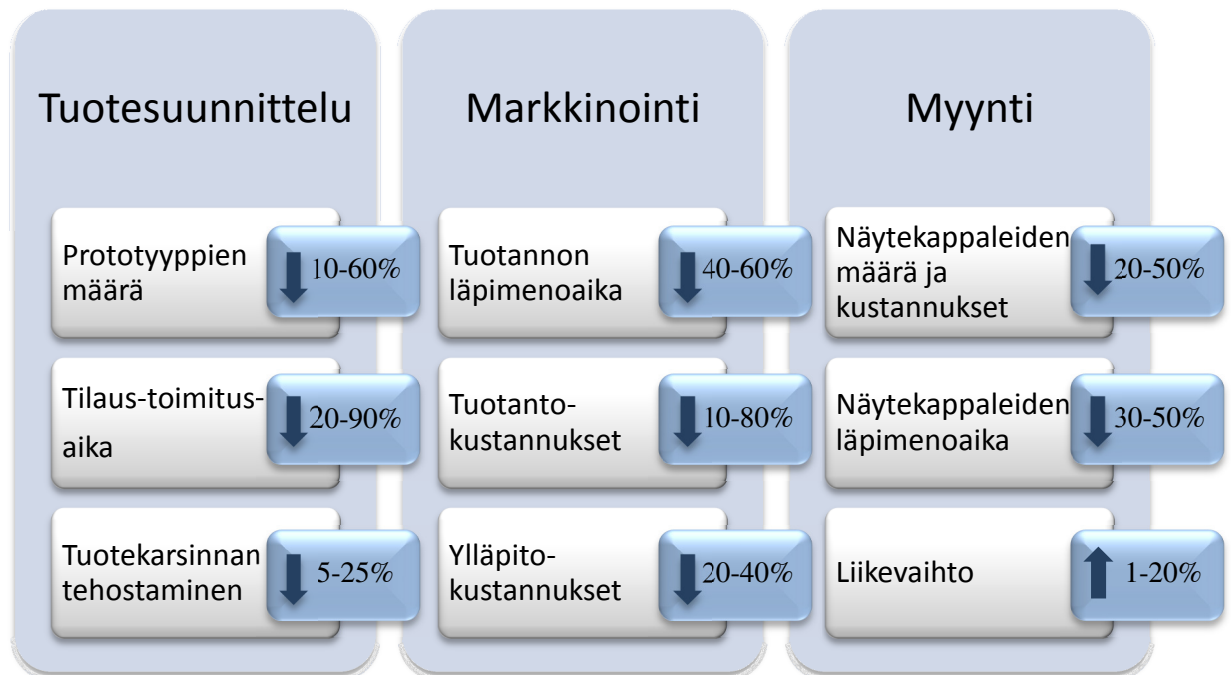
3.3.4 Tuotekuvien hyödyntäminen

3D-mallinnuksen seurauksena tarvitaan vähemmän fyysisiä prototyyppisiä ja tuotekehitysvaihe saadaan lyhyemmäksi. Tämä säästää sekä aikaa että rahaa. Virtuaalinen istuvuuden tarkastelu realistisesti simuloituilla materiaaleilla mahdollistaa nopeamman virheiden huomaamisen sekä korjaavat muutokset kaavoihin ja materiaaleihin. Lisäksi nähdään halutun ulkonäön toteutuminen ja voidaan nopeasti tehdä muutoksia suunniteltuun tyyliin ilman lisäkustannuksia tai viivästyksiä. (Sayem 2012)

3D-suunnittelu myös kiihdyttää tuotetiedon välittämistä arvoketjussa. 3D-malli on niin sanottu 'one-time-cost' – kun tuote on kerran mallinnettu, voidaan mallia käyttää loputtomiin ja muunnella eri tarkoituksiin. Virtuaalisia prototyyppisiä voidaan käyttää on-line-markkinoinnissa sekä verkkokaupassa. Tuotesuunnittelun jälkeen myös hankinnassa, valmistuksessa sekä myynnissä voidaan hyödyntää 3D-mallia. 3D:nä voidaan esittää mm. lähelle zoomattavat ja tarkat kuvat vaatteen yksityiskohdista, virtuaaliset näytteet, kuvastot, myymälän esillepano-ohjeet sekä värikartat. Joillakin järjestelmillä voidaan luoda virtuaalinen muotinäytös.

Myös henkilöt, joilla ei ole suunnittelutyökaluja tai -taitoja, pystyvät käsittelemään ja hyödyntämään 3D-malleja. Varsinainen 3D-mallin muokkaus onnistuu yleensä vain lisenssin haltijana. Sen sijaan kuvien jakaminen, katsominen ja kommentointi voidaan tehdä erillisellä viewer-työkalulla. Työkalussa käyttöliittymä on yksinkertainen, joten se ei vaadi aiempaa kokemusta CAD-ohjelmistoista. 3D-mallin jakaminen esimerkiksi markkinointiosastolle mahdollistaa tuotteiden tarkastelun ja kommentoimisen ennen tuotannon aloittamista. Markkinoinnin suunnittelu ja tuotteen mainonta voidaan näin ollen aloittaa huomattavasti aikaisemmin jo ennen tuotantoa.

3D-mallinnuksella RTT:n (Karrash 2012) mukaan saavutettavia hyötyjä on kuvassa 11. Hyödyt on jaettu kolmeen osaan: tuotesuunnittelu, markkinointi sekä myynti. Tuotesuunnittelun hyötyinä prototyyppien määrää voidaan vähentää (10 – 60 %), tilaus-toimitusaikaa lyhentää (20 – 90 %) sekä tehostaa tuotekarsintaa (2 – 25 %). Markkinoinnissa hyödytään 3D-suunnittelusta tuotannon läpimenoajan lyhenemisellä (40 – 60 %), tuotantokustannusten laskuna (10 – 80 %) sekä ylläpitokustannusten laskuna (20 – 40 %). Myynnissä hyötyjä ovat näytekappaleiden määrän ja kustannusten lasku (20 – 50 %), näytekappaleiden läpimenoajan lyheneminen (30 – 50 %) sekä liikevaihdon kasvu (1 – 20 %). Kappaleessa 5 käsitellään esimerkkiyrityksen, Adidaksen, kokemuksia siitä, mitä etuja ja haasteita 3D-mallinnuksesta ja virtuaalisesta tuotesuunnittelusta todellisuudessa on ollut.



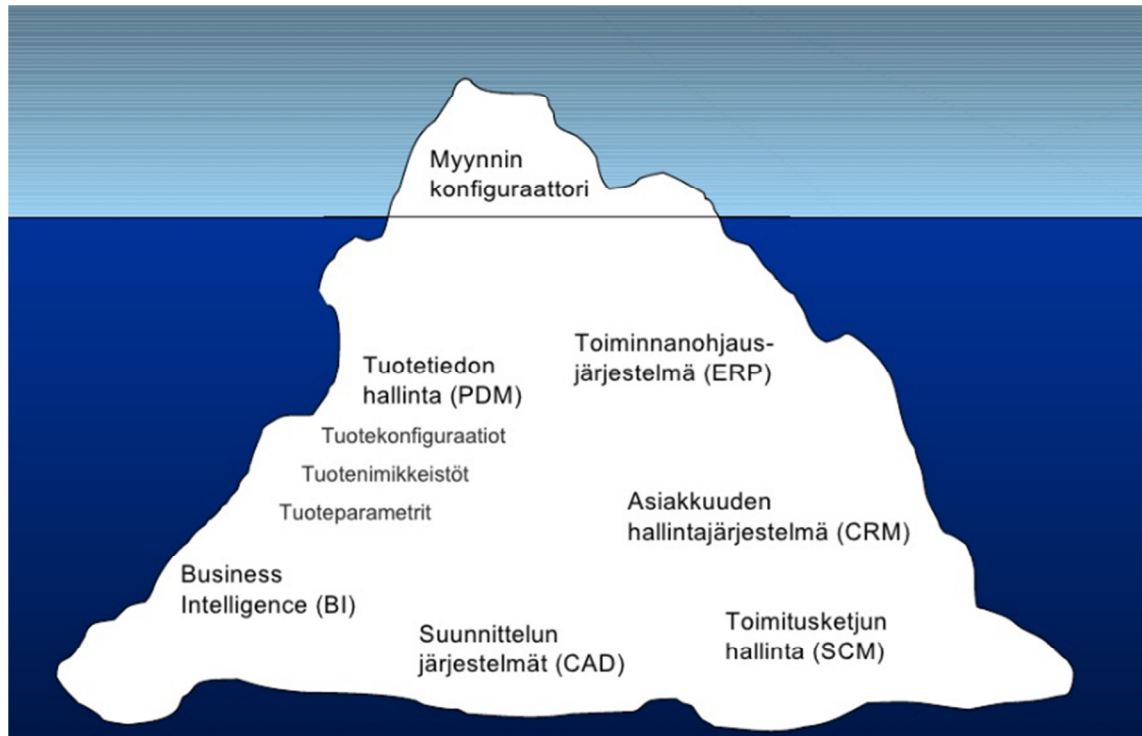
Kuva 11. 3D-mallinnuksella saavutettavia hyötyjä RTT:n mukaan. (Karrash 2012)

3.4 Konfigurointi

Kuluttajien yksilöllisyyden korostaminen luo vaatimuksia personoiduille tuotteille massatuotannon sijaan. Yhä yksilöllisempien tuotteiden luomiseen kustannustehokkaalla tavalla on kehitetty avuksi myynnin konfiguraattorit. Konfigurointi tarkoittaa systemaattista tuotemuuntelua, jolla voidaan toteuttaa massaräätälöintiä. Tavoitteena on tuottaa asiakaskohtaiset vaatimukset täyttäviä tuotteita liiketaloudellisesti kannattavalla tavalla. Tämä vaatii tilausohjautuvaa tuotantomallia ja ennalta sovittuja tuotantoprosessien, komponenttien ja tuoterakenteiden standardointia sekä prosessia tukevan myynnin konfiguraattori -järjestelmän. Konfigurointi on keino hallita vaihtelevia asiakasvaatimuksia ilman, että mennään varsinaiseen asiakaskohtaiseen suunnitteluun eli räätälöintiin. (Lehtonen 2007)

Myynnin konfiguraattorien tarkoitus on ohjata asiakas tuotteen konfigurointiprosessin läpi ja tarjota asiakastarpeiden mukaan konkreettisia tuotteita tai tuotespesifikaatioita. (Aho 2008) Tämä onnistuu näyttämällä asiakkaalle erilaisia variaatioita tuotteista, mahdollisesti 3D-malleina, ja esittämällä lisätietoa tuotteesta. Massaräätälöidyn tuotteen lopullisen hinnan on oltava kilpailukykyinen. Kuluttaja, joka kiinnostuu massaräätälöinnistä, on kuitenkin todennäköisesti valmis maksamaan hieman enemmän yksilöllisestä, omilla mitoilla tehdystä tuotteesta. Asiakkaan koko voidaan määrittää vartaloskannauksella tai syöttämällä omat mitat konfiguraattoriin. Konfiguroinnilla pyritään vaikuttamaan asiakastarpeiden tyydyttämiseen, toimitusaikoihin, kustannusten

hallintaan, tasaisen laadun saavuttamiseen, tuotteiston hallintaan sekä yrityksen brändin ja imagon rakentamiseen. (Lehtonen 2007) Myynnin konfiguraattori on se osa massaräätälöintijärjestelmää, joka näkyy asiakkaalle (kuva 12).



Kuva 12. Massaräätälöintijärjestelmä. (Aho 2008)

Haasteena konfiguroinnissa on tuotevariaatioiden, modulaaristen osien ja niiden välisten yhteyksien ymmärtäminen ja kompleksisuuden hallinta. Haasteena on myös sopivan tasapainon löytäminen automatisoinnin asteessa. Ennen kuin konfiguraattoreita on mahdollista ottaa käyttöön, organisaation suunnitteluprosessin, tuotannon, ylläpidon ja näitä tukevien tietojärjestelmien tulee olla toimivia ja integroituja. (Aho 2008) Myynnin konfiguraattori vaatii alustakseen usein tuotetiedonhallintajärjestelmän. Näitä järjestelmiä käsitellään kappaleessa 4.2.

Hyvään konfiguraattoriin liittyviä asioita ovat mm.

- Palaute (simulaatio, virtuaalinen prototyyppi, tms. asiakkaan valintojen perusteella)
- Selkeä, looginen rakenne ja hyvä käytettävyys
- Kaksisuuntainen IT-integraatio (tuotetiedot konfiguraattorista PLM-järjestelmään ja automaattinen ylläpidettävyys PLM-järjestelmästä)
- Hinta- ja toimitusaikatiedot näkyvillä
- Eri optioiden riippuvuussuhteet ja toistensa poissulkevuus huomioitu ja esitetty (esimerkiksi ei mahdollisuutta valita paitaan useita erilaisia kauluksia kerralla)
- Tuotteen tai tuotteen osien visualisointi realistisesti

- Asiakkaan tekemän valinnan vaikutus muiden vaikutussuhteen alaisten valintojen oletusarvoihin

(Mertanen 2007)

3.5 Vartaloskannaus

Vartaloskannaus mahdollistaa asiakkaan vartalosta 3D-mallin luomisen ja tarkkojen mittojen määrittämisen. Vartaloskannerista saatu data voidaan viedä suoraan CAD-ohjelmaan. Esimerkiksi kaavamuutokset on mahdollista tehdä automaattisesti asiakkaan mittojen mukaan. Vartaloskannausta voidaan käyttää massaräätälöinnin työkaluna. Sen avulla on myös tehty laajoja mitoitustutkimuksia ympäri maailmaa.

Vartaloskannerit jaetaan optisiin ja radio- tai mikroaalloilla toimiviin. Optiset skannerit perustuvat joko valkoiseen valoon tai laseriin. Nykyään skannerit tallentavat nopeasti ja tarkasti koon ja muodon. Datasta voidaan tuottaa helposti ja tehokkaasti realistisia 3D-malleja ihmiskehosta. Vartaloskannerin ohjelmisto muodostaa skannatusta datasta kolmiulotteisen pistepilven, josta muokataan 3D-malli. 3D-malli jaetaan usein ”viipaleisiin”, jolloin saadaan vartalon eri kohdista ympärysmittoja. (Sayem 2012)

Mittaustilanteessa ei synny fyysistä kontaktia mitattavaan henkilöön. Mittaus kestää muutaman sekunnin, minkä aikana mitattavan henkilön tulisi pysyä aivan paikoillaan. Ihmisen hengittäessä rintakehän liikkeet muuttavat mittoja. Suurimmassa osassa nykyisistä vartaloskannereista mitattavalla henkilöllä on oltava yllään ihonmyötäiset vaatteet. Mahdolliset jalkojen erilaiset asennot voivat vääristää mittaustuloksia. Esimerkiksi jotkut urheiluvaatteet vaatisivat vartaloskannauksen erilaisista liikkeistä, kuten hypystä. Tämä ei kuitenkaan toistaiseksi ole mahdollista. (Sayem 2012)

Nykyisissä vartaloskannereissa on vielä kehitettävää liittyen käytettävään valon- tai aallonlähteeseen sekä kuvantamistekniikoihin. Jotkut varjokohdat tai piiloon jäävät alueet, kuten kainalot, jäävät kuvantamatta. Optisilla laitteilla tummalla ihon- ja hiustenvärillä on vaikea saada hyvälaatuista mallia tumman värin huonomman heijastavuuden takia. (Istook 2008) Teknisten haasteiden lisäksi vartaloskannereiden käytössä voi olla kulttuurisia haasteita, jotka on otettava huomioon.

Radioaalloilla toimivan Intellifit Corporationin vartaloskannerin on raportoitu pystyvän mittaamaan vartalon vaatteiden läpi. Intellifitin Virtual Fitting Room –skanneri on esitetty kuvassa 13. Virtual Fitting Room –skanneri on ollut ainakin testikäytössä mm. joissakin Levi’s-liikkeissä. (Istook 2008, Sayem 2012, PRWeb 2009)



Kuva 13. Intellifitin Virtual Fitting Room –vartaloskanneri. (PRWeb 2009)

4 TUOTEHALLINTA

Tässä kappaleessa kerrotaan tuotetiedonhallinnasta (kappale 4.1) ja siihen liittyvistä PLM-järjestelmistä (kappale 4.2).

4.1 Tuotetiedonhallinta

Tiedonhallinta on haastavaa globaalissa, hajanaisessa arvoketjussa, jossa toimijoina on usein erikokoisia yrityksiä. Tuotteiden rakenteiden monimutkaistuessa ja arvoketjun pidentyessä hallittavan tuote- ja prosessitiedon määrä on suuri. Tietojen säilöminen työntekijöiden omille koneille, omiin kansioihin ja taulukoihin, ei enää riitä. Yrityksen on määriteltävä tapa taltioida tietoa, jotta tiedon löytyminen on nopeaa ja yksinkertaista. Asiakkaiden sekä viranomaisten asettamien jäljitettävyyksivaatimusten kasvu aiheuttaa sen, että tuotteen toimittajan on kyettävä seuraamaan komponenttien polkua aina materiaalien alkuun saakka. Tiedot on saatava linkittymään toisiinsa, mikä on mahdollista hyvin suunnitellulla tietomallilla sekä nykyaikaisella tiedonhallintajärjestelmällä. (Kallioinen 2009) Kankaanpään (2011) mukaan yrityksen tietojärjestelmien uudistaminen on välttämätöntä kilpailukyvyyn säilyttämisen kannalta ja vanhentunut tai yrityksen tarpeisiin nähden epäsovelias tietojärjestelmä ei pysty tukemaan organisaatiota ja sen tietotarpeita muuttuvassa liiketoimintaympäristössä.

Tuotetiedon hallinnassa tuotetiedon käsite on laaja. Laajimmillaan tuotetiedolla tarkoitetaan kaikkea tuotteeseen ja tuotteen prosesseihin liittyvää tietoa. Tuotetiedot sisältävät tietoa mm. tuotteen

- teknisistä ominaisuuksista
- ulkoisista ominaisuuksista
- rakenteen kuvauksesta
- valmistustavasta
- valmistuspaikasta
- toimittamiseen liittyvistä asioista
- käytöstä ja huollosta
- kierrätyksestä ja hävittämisestä

(Kallioinen 2005)

Nimikkeet ovat yksilöllisillä tunnuksilla erotettavia tuotteita, komponentteja, kokoonpanoja tai dokumentteja. Nimikkeet ryhmitellään eri luokkiin ja alaluokkiin. Nimikkeiden hallinta tulee olla keskitettyä, jotta välttyään päällekkäisyyksiltä ja

ristiriitaisuuksilta. (JRocky Co 2008) Nimikkeen perustaminen tehdään usein joko CAD-ohjelmistossa 3D-mallia luotaessa tai PLM-järjestelmään. PLM-järjestelmästä liikkeelle lähdettäessä suunnittelija luo nimikkeen järjestelmään, antaa sille tarvittavat tekniset tiedot ja siirtää sen CAD-järjestelmään mallintamista varten. CAD-järjestelmästä aloitettaessa suunnittelija luo 3D-mallin, antaa sille tarvittavat tekniset tiedot ja lähettää tiedot PLM-järjestelmään, jolloin nimike luodaan sinne. Jälkimmäisessä tavassa prosessi on suoraviivaisempi, mutta haasteena voi olla se miten suunnittelijalle saadaan yrityksen olemassa oleva nimikkeistö näkyville, ettei suunnitella osaa, joka on jo olemassa. (JRocky Co 2008)

4.2 PLM-järjestelmä

Termejä PDM ja PLM käytetään hieman päällekkäin. Tässä työssä PDM-järjestelmä tarkoittaa tuotetiedon hallintajärjestelmää ja PLM-järjestelmä laajempaa tiedonhallintajärjestelmäkokonaisuutta, joka kerää tuotteeseen liittyvät tiedot ja yrityksen muut tietojärjestelmät yhteen koko globaalin arvoketjun saataville ja seurattavaksi helposti ja reaaliaikaisesti. (Pulkkinen 2011)

PLM-järjestelmän perusideoita ovat tuotteen koko elinkaaren aikaisen tiedon jatkuva ylläpitäminen sekä universaali, turvallinen, hallittu pääsy tuotetietoihin. (CIMdata 2012) PLM-järjestelmä sisältää siis tuotetiedon lisäksi myös tuotteisiin liittyvien prosessien hallinnan. PLM-järjestelmä on työkalu kaiken tuotteen kehittämiseksi, valmistamiseksi ja ylläpitämiseksi tarvittavan informaation hallitsemiseen ja jakamiseen. (Kallioinen 2008; Kropsu-Vehkaperä 2012)

Useat yritykset hyödyntävät PLM-järjestelmää vain tuotesuunnitteluun ja tuotetiedonhallintaan, vaikka se on oleellinen osa kysyntälähtöisen arvoketjun perustaa. (Hojlo et al. 2007) PLM-järjestelmä tulisi nähdä yhtenä yrityksen perusjärjestelmistä ERP:n ja muiden järjestelmien rinnalla. (Hojlo et al. 2007) The Human Solutions Groupin mukaan (Bals & Dohme 2012) syitä ottaa PLM-järjestelmä käyttöön ovat:

- tiedon taltioiminen sen alkulähteellä
- data käytettävissä muissa järjestelmissä
- järjestelmän integroitavuus muiden järjestelmien kanssa
- tieto aina ajan tasalla
- mahdollisuus yrityksen ulkopuolisiin käyttäjiin
- jatkuva oikean tuotetiedon sijainti
- menetelmien ja toimintojen standardisointi
- rutiinitöiden automatisointi
- laadun parantaminen

4.2.1 Tekstiili- ja vaatetusalan PLM-järjestelmät

Taulukkoon 6 on koottu tekstiili- ja vaatealalla käytössä olevia PLM-järjestelmiä ja taulukkoon 7 esimerkkejä niiden referenssiasiakkaista. PLM-järjestelmien vertailu on hankalaa, koska yritykset esittävät tuotteensa jokainen omalla tavallaan ja jokainen PLM-järjestelmä räätälöidään jossakin määrin jokaiselle yritykselle sopivaksi. Objektiiivista tietoa ohjelmistojen vertailusta on vähän saatavilla. Myös hintojen vertailu on hankalaa, sillä järjestelmätoimittajat eivät hinnoittele tuotteitaan yhtenäisellä tavalla. (Pulkkinen 2011)

Taulukko 6. Esimerkkejä PLM-järjestelmätoimittajista.

Yritys	PLM/PDM	Maa	Jälleenmyyjä Suomessa	Muuta
Dassault Systèmes	Enovia	Ranska	Technia, Rand	Vahva CAD (3D)-osaaminen
PTC	Windchill	USA	Econocap, Convia	
Siemens	Teamcenter	Saksa	Ideal Product Data	
Gerber	YuniquePLM	USA	ACG Nyström	Vahva vaatealan CAD/CAM-osaaminen
Lectra	Lectra Fashion PLM	Ranska	Lectra Finland	
Human Solutions	PLM GoLive	Saksa		
BMS Business Management Systems	VerTex PLM	USA		
Oracle	Agile PLM	USA	Oracle Finland, Logica	Vahva ERP-osaaminen
Infor	Infor Fashion PLM	USA		
SAP	SAP PLM	USA	SAP Finland	
Centric	Centric 8 PLM	USA		
CGS (Computer Generated Software)	Bluecherry	USA		
NGC (Next Generation Software)	NGC PLM	USA		
Autodesk	Autodesk PLM 360	USA	MekSystems Oy	
Moduletek	Aton	Suomi	Moduletek	
Aras Corporation	Aras Innovator	USA	Fulvisol Oy	Open Source, ei lisenssimaksuja, vaatii yritykseltä IT-osaamista

Taulukko 7. Esimerkkejä PLM-toimittajien referenssiasiakkaista.

Yritys	Referenssiasiakkaita teva-alalta	Referenssiasiakkaita Suomessa
Dassault Systèmes	Michael Kors, Quiksilver, Guess, Gucci, Haglöfs, s.Oliver, VF Corporation, Gap, H&M, Benetton Group, Under Armour, Adidas, REI	Nokia, Andritz, GE Healthcare, Marioff, Metso Paper, Nokia Siemens Networks, Skanska, VTI
PTC	Tommy Bahama, Nike, Reebok, Inditex Group, JC Penney, Ikea, Mexx, Decathlon, Esprit, Hanes, Levi's, Li&Fung, Limited Brands, Nordstrom, Ralph Lauren, Redcats, Timberland, Patagonia, TJX, Tommy Bahamas,	Tamrock, Kone, Sandvik, Metso, NSN, Cargotech, ABB, Suunto, John Deere, Rolls Royce, Uponor, Ray, WinWind
Siemens	Black Diamond Equipment, Button International, IWC Schaffhausen, Samsonite, Seiko Epson, Shiv Diamonds, Rowenta, Swerve	Halti, Marimekko, Image Wear, ABB, Auramo, Finn-Power, Bronto Skylift, Metso Minerals, Patria Land & Armament, Polar Electro, Rolls-Royce, Wärtsilä
Gerber	Fruit of the Loom, Cutter & Buck, Consortio Fashion Group, Koi Design LLC, Kwintet	-
Lectra	Arena, La Jolla, Mango	-
Human Solutions	Vaude, Eurodress	-
BMS Business Management Systems	Elie Tahari, Theory, Donna Karan, Ellen Tracy	-
Oracle	Nilson, Indiska, Netshoe Brazil	-
Infor/Lawson	Peacocks, The Apparel Group, Regatta, Rip Curl, Celio, Panache lingerie, Asics, Groupe Etam, Stephen Walters and Sons, Ginatricot, IC Company, Peak Performance, Tiger of Sweden, Ellos, Craft, KappAhl, Lindex, Kwintet, Kansas, Fristads, Viking, Jackpot, InWear, Blend, Saint Tropez, Bilka, The North Face	-
SAP	House of Pearl Fashion (India)	-
Centric	-	-
CGS	Marc Jacobs, Diane von Furstenberg, Richard Leeds, Levis	-
NGC	GTM Sportswear	-
Modultek	-	Elematic, Konecranes, Metso Minerals, Paroc, Scanfil EMS, MPS Meat Processing Systems, Etra, Beneq, Ponsse, Valtra, MCT, Rocla, Elematic, ABB, Vaisala

4.2.2 PLM-kysely – järjestelmien vertailua

VIRTA-projektin puitteissa lähetettiin kysely (Liite 2) useille PLM-järjestelmätoimittajille. Vastaukset saatiin koskien seuraavia PLM-järjestelmiä: Human Solutionsin PLMGoLive, Lectran Fashion PLM, Gerberin YuniquePLM, Oraclen Agile PLM, Dassault Systèmesin Enovia, Siemensin Teamcenter sekä Inforin Fashion PLM. Kysely lähetettiin Human Solutionsille ja Lectralle suoraan ja muissa tapauksissa Suomessa toimiville järjestelmien jälleenmyyjille. Jälleenmyyjä on Gerberin YuniquePLM:llä ACG Nyström, Oraclen Agile PLM:llä Logica, Dassault Systèmesin Enovialla Technia, Siemensin Teamcenterillä Ideal PLM ja Inforin Fashion PLM:llä Merit Globe. Taulukkoon 8 on kerätty kyselyyn vastanneet yritykset ja niiden tarjoamat PLM-järjestelmät ja taulukkoon 9 yritysten vastauksia.

Taulukko 8. Kyselyyn vastanneet yritykset ja niihin liittyvät PLM-järjestelmät.

PLM-järjestelmä	Yritys	Jälleenmyyjä	Konttori Suomessa
PLMGoLive	Human Solutions (Saksa)	-	ei
Fashion PLM	Lectra (Ranska)	-	kyllä
YuniquePLM	Gerber (USA)	ACG Nyström (Ruotsi)	kyllä
Agile PLM	Oracle (USA)	Logica (Kanada)	kyllä
Enovia	Dassault Systèmes (Ranska)	Technia Ab (Ruotsi)	kyllä
Teamcenter	Siemens (USA)	Ideal PLM (Suomi)	kyllä
Fashion PLM	Infor (USA)	Merit Globe AS (Norja)	kyllä

Taulukko 9. PLM-kyselyn vastauksia.

PLM-järjestelmä	PLM vuodesta	Kokemus PLM:stä	Järjestelmä vain teva-alalle / vertikaalinen integraatio teva-alalle	Teva referenssi-asiakkaita Suomessa	Vahvuus
YuniquePLM	2003	Gerber osti Yuniquen 2009. Gerberillä ennen WebPDM 1994 alkaen	Vain teva	0	Teva-alan CAD/CAM-järjestelmiä.
Lectra Fashion PLM	2006	Lectra Gallery PDM		0	
PLMGoLive	1999	Oma PLM-järjestelmä vuodesta 1999		0	
Teamcenter	2008	1985 (Control Data, SDRC ja UGS). Teamcenter ostettu 2007 UGS Corporationilta	Vertikaalinen integraatio	3	PLM/3DCAD-järjestelmien osaaja usealla teollisuuden alalla.
Enovia	N/A	Enovia ennen yrityksellä MatrixOne, ensimmäinen versio 1993.		0	
Agile PLM	1995	Vuodesta 1995 Oracle PLM.		0	
Infor Fashion PLM	2003	Lawson ostettu 2011, yhteinen järjestelmä 2013		0	Vahva tietojärjestelmä-osaaminen toiminnanohjauksessa

Pääosa järjestelmistä, YuniquePLM, Teamcenter, Agile PLM sekä Inforin Fashion PLM, on yhdysvaltalaisia. Ranskalaisia ovat Lectran Fashion PLM ja Enovia. PLMGoLive on saksalainen. Kaikki järjestelmätoimittajat tarjoavat globaalia tukea. Ideal PLM, Technia ja Logica tarjoavat järjestelmätukea suomeksi. Muilla tuki on englanniksi ja mahdollisesti erillissopimuksella myös suomeksi.

Siemensillä on ollut PLM-järjestelmää edeltävät järjestelmät Control Data, SDRC ja UGS vuodesta 1985 lähtien. Teamcenterin Siemens osti UGS Corporationilta vuonna

2007. Oraclen Agile PLM –järjestelmää on kehitetty vuodesta 1995 saakka. Human Solutionsilla on ollut oma PLM-järjestelmä vuodesta 1999. Dassault Systèmesin Enovia on alun perin MatrixOnen kehittämä ja ensimmäinen versio on ilmestynyt 1993. Lectran Fashion PLM julkaistiin 2006. Sitä ennen Lectralla on ollut Gallery PDM. Infor perustettiin 2002. Infor osti Lawsonin vuonna 2011 ja alkuvuodesta 2013 julkaistiin uusi, yhdistetty PLM-järjestelmä. Gerber osti Yunique Solutionsin 2009. Gerberillä on aiemmin kokemusta PLM-järjestelmää edeltäneestä edelleen käytössä olevasta WebPDM-järjestelmästä vuodesta 1994 lähtien.

YuniquePLM, Fashion PLM ja PLMGoLive ovat nimenomaan tekstiili- ja vaatetusosalalle tehtyjä ja yritykset ovat lähtöisin tekstiili- ja vaatetusalan CAD/CAM-järjestelmistä. Muilla järjestelmillä on vertikaalinen integraatio tekstiili- ja vaatetusosalalle. Teamcenter ja Enovia pohjautuvat PLM- ja 3D/CAD-järjestelmien osaamiseen usealla teollisuuden alalla. Agile ja Infor Fashion PLM perustuvat yritysten vahvaan tietojärjestelmäosaamiseen toiminnanohjauksessa.

Kyselyyn vastanneista yrityksistä vain Ideal PLM:llä on tekstiili- ja vaatetusalan referenssiasiakkaita Suomessa. Nämä yritykset ovat Marimekko, Halti ja Image Wear. Kaikilla näillä yrityksillä on käytössään Teamcenter Enterprise, jota vielä toistaiseksi ylläpidetään. Nykyään myytävä järjestelmä on Teamcenter Unified. Agile ei mainitse ylipäänsä tekstiili- ja vaatetusalan asiakkaita ollenkaan. Yleensä järjestelmätoimittajat lupaavat ylläpitää järjestelmää sopimuksen mukaan viidestä kahdeksaan vuotta.

PLM-järjestelmän käyttöönottoprojekti on pitkä – pienissä ja keskisuurissa (PK) yrityksissä normaalisti 3 - 9 kuukautta ja suurissa yrityksissä alle 15 kuukautta. (JRocky Co 2012) Kyselyyn vastanneiden järjestelmätoimittajien arviot suuren yrityksen PLM-käyttöönottoprojektin kestosta vaihtelivat välillä 4 – 12 kk. Varsinaisen implementoinnin arvioitiin erittäin vaihtelevasti kestävän 30 – 240 työpäivää eri tietojärjestelmien kesken. Esimerkiksi Teamcenterin käyttöönoton arveltiin kestävän 150 päivää, josta kolmasosa kuluisi järjestelmäarkkitehtuurin rakentamiseen.

Arviot koulutuksen määrästä käyttöönoton yhteydessä vaihtelevat muutamasta viikosta alle kahteen kuukauteen. Uusien versioiden koulutus vaihtelee viidestä päivästä muutama viikkoon. Konsultoinnin ja koulutuksen hinta on 800–1500 €/päivä lukuun ottamatta matkustus- ja majoituskuluja. Hinta riippuu järjestelmän lisäksi myös konsultin tehtävänimikkeestä (esim. projektipäällikkö tai tekninen asiantuntija).

Käyttöönottoon liittyvistä ongelmista useat yritykset mainitsevat ongelmat järjestelmäintegraatioissa ja sen seurauksena myös tiedonsiirrossa, henkilöstön vastustuksen ja heikon sitoutumisen, riittämättömän loppukäyttäjien koulutuksen ja tarpeiden huomioimisen, Lisäksi ongelmina koetaan, että yrityksellä on puutteellisesti

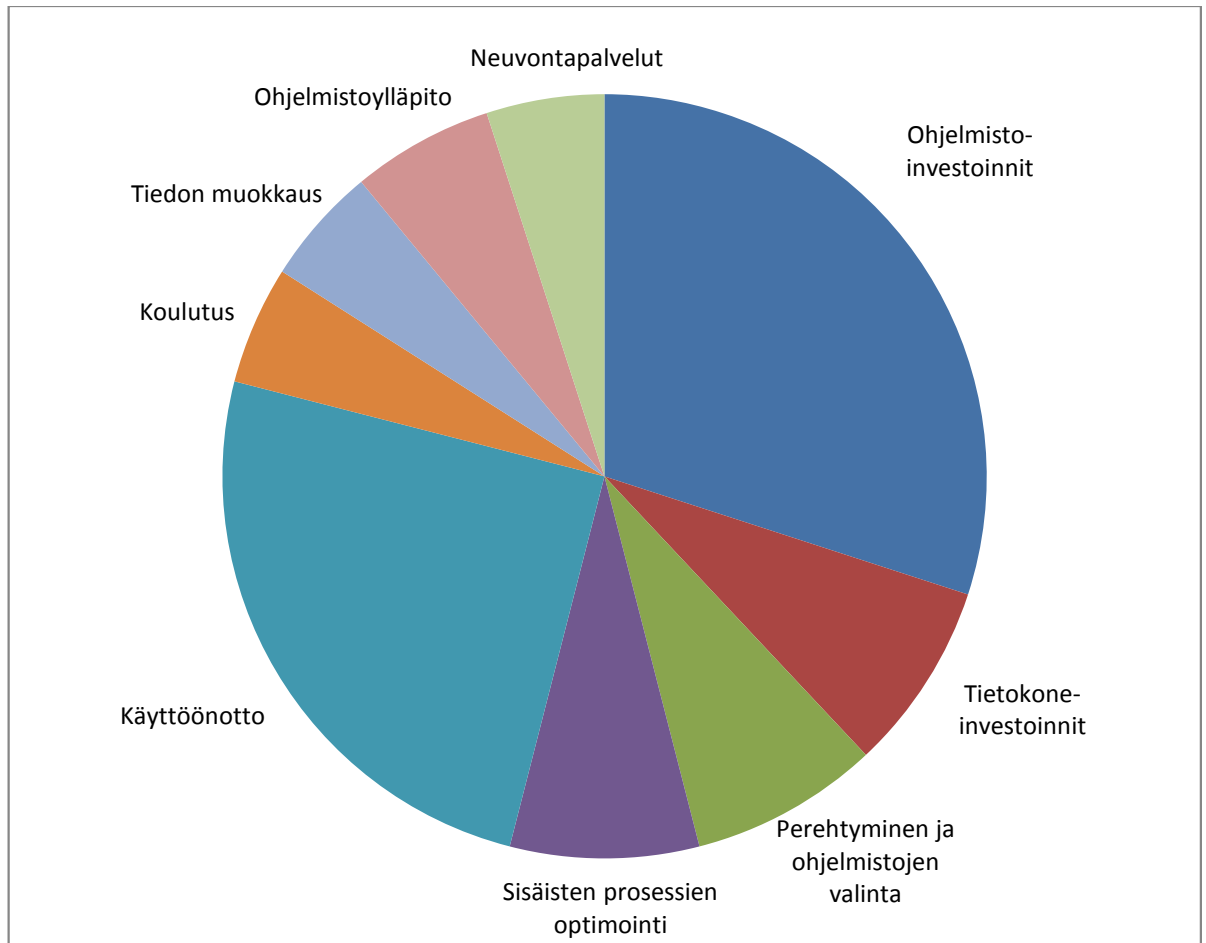
aikaa käyttöönottoprojektille, laaja tiedonsiirto käyttöönotossa vie enemmän aikaa kuin on ennakoitu ja luotu vaatimusanalyysi ei vastaa yrityksen todellisia tarpeita.

PLM-järjestelmässä maksaa jatkuvasti vuosittaiset lisenssit. Lisenssejä on pienillä yrityksillä 5-30 ja suurilla useita kymmeniä tai satoja. Lisensseissä on usein jonkinlainen määräalennus. Lisenssejä on eritasoisia, kaikenlaiseen käyttöön ja kevyeen ja rajoitetumpaan käyttöön. Lisenssikustannuksiin vaikuttaa myös se, ostetaanko järjestelmä pilvipalveluna vai omalle palvelimelle. Lisäksi vuosittainen kustannustekijä on ohjelmiston ylläpitomaksu, joka on 20 – 25 prosenttia lisenssimaksusta.

PLM-järjestelmän käyttöönottoprojektin kustannuksista vain noin kolmasosa menee varsinaiseen ohjelmistoinvestointiin. PLM-projektin kulut prosentteina käyttöönoton kustannuksista jakautuvat usein seuraavasti (PLM Technology Guide 2012):

- Kertaluonteiset kulut
 - Ohjelmistoinvestointi 30 %
 - Tietokoneinvestoinnit 8 %
 - Perehtyminen ja ohjelmistojen valinta 8 %
 - Sisäisten prosessien optimointi 8 %
 - Käyttöönotto 25 %
 - Koulutus 5 %
 - Tiedon muokkaus 5 %
- Vuosittaiset kulut
 - Ohjelmistoylläpito 6 %
 - Neuvontapalvelut 5 %

Osuuksia on havainnollistettu kuvassa 14.



Kuva 14. Kaavio PLM-projektin kuluista.

Eri PLM-järjestelmien hintojen vertailu on haastavaa, sillä yritykset hinnoittelevat tuotteensa eri tavoin eri moduleista. Useimmiten lisenssi/käyttäjä maksaa 3000 – 4500 €/v. (PLM Technology Guide 2012) AMR/Gartnerin tutkimuksen mukaan suuren yrityksen korkeat lisenssikulut käyttäjää kohden ovat luokkaa 4500 €, keskiarvon luokkaa, kun ne ovat 2000 € ja matalat, kun ne ovat noin 400 €. (PLM info 2011)

4.2.3 PLM-järjestelmän hankinta

PLM-järjestelmälle asetettavat vaatimukset voivat liittyä mm. järjestelmän toimintoihin, järjestelmältä haluttaviin ominaisuuksiin (kuten kieli), järjestelmän käytön tietokoneelta vaatimaan tehoon, visualisointimahdollisuuksiin, automaattisiin muistutuksiin, työnkulun hallintaan, käyttöoikeuksien hallintaan sekä tuoteversioiden hallintaan. Vaatimusten määrittelyyn liittyy merkittävänä tekijänä järjestelmän kokonaishinta. Myös tarvittavat integraatiot muiden yrityksen tietojärjestelmien kanssa (esim. CAD, ERP, CRM, toimistosovellukset) ovat oleellisia. Muita pohdittavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi käytettävyys, suorituskyky, ylläpidettävyys, tietoturva sekä käyttäjien roolit. (Virtanen 2010) Taulukkoon 10 on kerätty perusasioita, joita tulisi pohtia ruvettaessa hankkimaan PLM-järjestelmää.

Taulukko 10. PLM-järjestelmää hankittaessa kysyttäviä kysymyksiä.

Tuotteet ja tuotanto	Onko tuotanto yhdessä paikassa vai hajalleen sijoittuneena?
	Kuinka yksinkertaisista tai monimutkaisista tuotteista on kyse?
	Kuinka laaja kirjo tuotteita on? Tyypillisesti vaateyrityksillä kyseessä on laaja valikoima tiheään tahtiin vaihtuvia tuotteita.
	Tehdäänkö vain massatuotantoa vai onko konfiguroitavia tuotteita, jolloin PLM-järjestelmässä on oltava myös myynnin konfiguraattori?
Tuotesuunnittelu ja tiedonhallinta	On otettava huomioon minkälaisia yrityspartnereita yrityksellä on, ja onko heillä erikoisvaatimuksia koskien esimerkiksi tuotetietojen välittämistä. Välitetäänkö esimerkiksi 3D-tiedostoja yrityksen ulkopuolelle?
	Tapahtuuko tuotesuunnittelu yhdessä vai useammassa paikassa?
	Onko suunnittelijoita yksi, muutama vai useita?
	Olemassa olevien CAD-järjestelmien sekä myös muiden tietojärjestelmien suhteen on selvitettävä, että ne ovat integroitavissa tulevan PLM-järjestelmän kanssa. Myös siinä tapauksessa, että tietoja täytyy voida tuoda yrityksen ulkopuolisesta järjestelmästä, kuten toimittajan CAD-järjestelmästä, yhteensopivuus on tärkeää.
	Yrityksen tämänhetkinen tiedonhallinnan taso vaikuttaa PLM-järjestelmän käyttöönottoon paljon. Jos esimerkiksi nimikkeiden käyttö ei ole ollut systemaattista, tuottaa järjestelmän implementointi huomattavasti enemmän työtä.

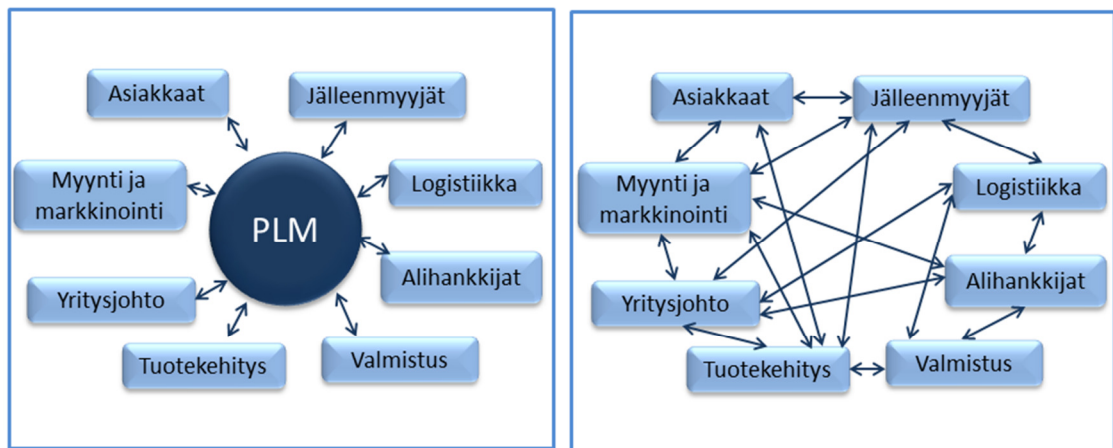
Yleisesti tietojärjestelmän hankinnan vaiheet Virtasen (2010) mukaan:

1. käyttäjätarpeiden kuvaaminen
 - a. nykytilan analysointi
 - b. kehitystarpeiden analysointi
 - c. tehtävät ja vastuu
 - d. vaatimusmäärittelyn laatiminen
2. sopivien järjestelmätoimittajien tunnistaminen
3. tarjouspyyntöjen laatiminen
4. muutaman palveluyrityksen ja tuotteen valinta tarkempaa selvitystä varten
5. palveluyrityksen valinta sekä lopullisen hinnan ja sopimusehtojen määrittäminen

6. tuotteen räätälöinti, testaus ja käyttöönotto

4.2.4 PLM-järjestelmään liittyviä hyötyjä ja haasteita

PLM-järjestelmällä voidaan tehostaa yrityksen sisäistä sekä yrityksen ja sidosryhmien välistä kommunikaatiota ja tiedonhallintaa. PLM-järjestelmässä voidaan esimerkiksi ottaa yrityksen sisäiseen käyttöön sosiaalisen median työkaluja, joilla on mahdollista osoittaa kysymykset tai muut viestit usealle taholle samaan aikaan. Näin mahdollistetaan hajautetun tuotekehitysosaamisen hallinta, kun yrityksen eri osat, mm. erilaiset asiantuntijat, suunnittelu ja valmistus, voivat helpommin kommunikoida keskenään. Kuvassa 15 on havainnollistettu kommunikaatiota keskitetysti PLM-järjestelmän kautta sekä ilman PLM-järjestelmää, suoraan osapuolelta toiselle.



Kuva 15. Kommunikaatio keskitetysti PLM-järjestelmän kautta tai ilman PLM-järjestelmää.

PLM-järjestelmällä tavoitellaan tuoteprosessien optimointia koko tuotteen elinkaareissa. Reaaliaikaisen, virheettömän ja oleellisen tiedon saatavuus, jakaminen, muuttaminen ja varastoiminen ovat oleellisimpia PLM-järjestelmällä tavoiteltavia etuja. Myös mahdollisuus rajoitettujen käyttöoikeuksien antamiseen sidosryhmille ja näin tiedon hakemisen mahdollisuus suoraan järjestelmästä tekee yhteistyöstä sujuvampaa ja ketterämpää ja vähentää sähköpostia.

Muutostenhallinta helpottuu PLM-järjestelmän avulla. Kun tietojärjestelmät on integroitu yhdeksi kokonaisuudeksi PLM-järjestelmän ollessa yhdistävä tekijä, muutokset päivittyvät automaattisesti kaikkiin järjestelmiin. Esimerkiksi muutokset tuotteen visualisoinnissa, valmistusohjeissa, kustannuksissa tai mitoissa saadaan kultakin taholta samalla kaikkien tietoon. Tuotetietojen, tuotteen elinkaaren aikaisten kustannusten ja ympäristövaikutusten jäljitettävyyden on tärkeää hajanaisessa toimitusketjussa. PLM-järjestelmässä on kaikki tuotteisiin liittyvä tieto, joten tuotteen elinkaaren kaikki vaiheet ovat nähtävissä. PLM-järjestelmä mahdollistaa uudenlaiset

liiketoimintamallit, kuten massaräätälöinnin, missä järjestelmä toimii alustana myynnin konfiguraattoreille. Myös liiketoiminnan analysointi on mahdollista PLM-järjestelmän työkaluilla. Tuotantoprosessien seuranta voidaan hoitaa PLM-järjestelmällä.

Haasteina PLM-järjestelmän käyttöönotossa on investoinnin ja käytön kustannukset sekä järjestelmän käyttöönottoprosessin hankaluus. Organisaation työntekijöiden sitouttaminen koetaan usein haasteelliseksi. PLM-järjestelmän käyttöönotto vaatii myös koulutusta, jotta järjestelmästä saatavat hyödyt voitaisiin maksimoida. PLM-järjestelmän käytettävyys koetaan usein heikoksi. Käyttöönotto koetaan raskaaksi mm. siksi, että järjestelmään syötettävien jo olemassa olevien tuotteiden tietojen määrä voi olla todella suuri. Vaikka PLM-järjestelmän tarkoituksena on olla alusta, joka yhdistää yrityksen muut järjestelmät toisiinsa, on olemassa olevien järjestelmien integroiminen PLM-järjestelmään usein ongelmallista. Järjestelmissä voi olla päällekkäisyyksiä, joten järjestelmien roolit on tärkeää rajata, jotta vältytään päällekkäiseltä työltä ja tiedetään missä 'master data' sijaitsee. PLM-järjestelmästä tehdään usein tuotetiedon 'master'. Käyttäjiä askarruttavia asioita ovat myös tiedon luotettavuuden ja ajantasaisuuden takaaminen sekä järjestelmän ylläpidon helppous.

CAD/CAM-yhdistys ry tekee lähes vuosittain laajan PLM-käyttäjäkyselyn suomalaisilta yrityksiltä. Näissä kyselyissä PLM-järjestelmän tärkeimpinä valintakriteereinä ovat toistuvasti olleet toiminnallisuus ja helppokäyttöisyys, järjestelmän hinta/laatu-suhde sekä integroitavuus muiden järjestelmien kanssa. Suurimmiksi ongelmakohtiksi on koettu järjestelmän käytettävyys ja monimutkaisuus, järjestelmän räätälöinnit, tiedon löytäminen, integraatiot muiden järjestelmien kanssa, yrityksen sisäinen muutosvastarinta sekä hinta. Vaikka PLM-järjestelmän yksi perusideoista on tiedonhallinta ja tiedon helppo löytäminen, on juuri tiedon löytyminen koettu ongelmalliseksi. (Valokynä 2/2005, Valokynä 3/2005, Innala et al. 2009, Kallioinen et al. 2010, Innala & Saarinen 2011)

PLM-järjestelmän toimivuus vaatii toimivaa tuotetiedon hallintaa. Muun muassa systemaattinen ja sovittu tapa käyttää tuotenimikkeitä on ehdotonta. Myös järjestelmän käyttöönotto on sitä helpompaa, mitä parempaa yrityksen tiedonhallinta valmiiksi on. Kropsu-Vehkaperän (2012) mukaan PLM-sovelluksia ja muita tietojärjestelmiä käytetään usein liian suppeasti tukemaan lähinnä tuotekehityksen ja valmistuksen tuotetiedon hallintaa eikä muu tuotetiedon hallinta tuotteen elinkaaren aikana ole sen takia riittävällä tasolla.

5 KÄYTÄNNÖN SOVELLUTUKSIA

Tässä kappaleessa käsitellään virtuaalisen tuotesuunnittelun ja –hallinnan tilannetta yrityksissä. Ensin kerrotaan virtuaalisuudesta tällä hetkellä suomalaisissa yrityksissä (kappale 5.1). Tämän jälkeen tutustutaan esimerkkiyritykseen, joka on suuri, globaali, monikanavainen toimija, Adidas, jossa on hyödynnetty virtuaalisia työkaluja (kappale 5.2).

5.1 Virtuaalisuus tällä hetkellä suomalaisissa yrityksissä

VIRTA-projektissa haastateltiin 12 suomalaista tekstiili- ja vaatealan yritystä virtuaalisesta tuotesuunnittelusta ja –hallinnasta (liite 3). Haastateltujen yritysten liiketoimintamallit poikkeavat toisistaan, sillä osa yrityksistä toimii kuluttajien kodintekstiili- ja vaatemarkkinoilla ja osa työ- ja suojavaatemarkkinoilla. Kodintekstiilejä ja vaatteita myyvät yritykset ovat sekä brändimarkkinoijia että useaa brändiä myyviä vähittäiskauppoja. Brändimarkkinoijat suunnittelevat brändituotteita ja myyvät ne pääasiassa muille vähittäiskaupoille. Valmistus on joko omissa tai alihankkijoiden tehtaissa. Usein näillä yrityksillä on myös muutama konseptimyymälä ja/tai outlet-myymälöitä sekä verkkokauppa. Useaa brändiä myyvät vähittäiskaupat myyvät sekä omilla merkeillä varustettuja että brändimarkkinoijien tuotteita omissa kaupoissaan.

Haastatteluista käy ilmi, että yritysten tuotesuunnitteluprosessi on usein hidas ja työläs. Tämän vuoksi yritykset haluaisivat vähentää tuotesuunnittelu-aikaa ja näytteisiin liittyviä kustannuksia. Tuotesuunnittelussa prototyyppejä tehdään osassa yrityksistä noin 1 - 2 kappaletta, kun taas osassa yrityksistä jopa 6 - 8 kappaletta. Yksittäisen näytekappaleen hinta vaihtelee, usein se on 300 - 1000 €. Prototyypin hyväksymisen jälkeen valmistetaan myyntinäytteet. Brändimarkkinoijalla, joka myy tuotteitaan jälleenmyyjille, on useita mallisarjoja jokaista tuotetta kohti. Mallisarja yhtä tuotetta kohden voi olla esimerkiksi 15 - 50 kappaletta. Erilaisia tuotteita voi olla vuosittain useita satoja.

Piirroksissa yritykset käyttävät useimmiten Adobe Illustratoria, jonka lisäksi moni käyttää Adobe Photoshopia. Suomalaisilla brändimarkkinoijilla on usein Gerberin tai Lectran kaavoitusohjelmisto. Pienin haastatteluista brändimarkkinoijista ei käytä kaavoitusohjelmistoa ollenkaan vaan kaavat tehdään käsin paperista. Jälleenmyyjillä kaavoitus on usein ulkoistettu.

Materiaalivirtojen hallintaan lähes kaikilla haastatelluilla yrityksillä on ERP-järjestelmä. Yleisin ERP-järjestelmä brändimarkkinoijilla on Logican toimittama Dafo, joka on suunniteltu tekstiili- ja vaatealalle. Jälleenmyyjien ERP-järjestelmä on usein SAP.

Tietovirtojen hallintaan käytetään yleisimmin yhteistä jaettavaa kansiota. Yhdellä haastatelluista yrityksistä on dokumenttien hallintaan M-Files ja yhdellä tuotetietojen hallintaan PDM-järjestelmä Siemens Teamcenter. PDM-järjestelmän sisäänajo koettiin raskaaksi ja käyttöliittymä melko monimutkaiseksi, mutta käyttöönoton jälkeen järjestelmään on oltu tyytyväisiä. Käyttöönotto kesti noin kolme kuukautta ja se tehtiin tuoteryhmä kerrallaan. Muutama yritys on lähiaikoina hankkimassa PLM-järjestelmän. Suurimmalla osalla yrityksistä ei kuitenkaan ole kiinnostusta investoida PLM-järjestelmään lähiaikoina.

Haastatelluista yrityksistä ei kukaan ole 3D-CAD-järjestelmiä, mutta kiinnostusta 3D-mallinnusta kohtaan on paljon. Ensisijaisesti suomalaiset yritykset näkevät 3D-mallinnuksen hyödyn myynnissä ja markkinoinnissa, mutta siitä uskotaan olevan apua myös tuotesuunnittelussa. 3D-mallinnuksella yritykset toivoisivat voivansa vähentää fyysisiä protomalleja, nopeuttaa tuotesuunnitteluprosessia, korvata myyntinäytteitä ja valokuvattuja tuotteita. Tavoitteena olisi, että tuotteita voisi luoda ja muokata nopeammin myös keskellä sesonkia. Brändimarkkinoijat näkevät, että jälleenmyyjille voitaisiin myydä osa tuotteista 3D-mallien avulla, jolloin päästäisiin eroon ainakin osasta fyysisiä myyntinäytteitä. Lisäksi katalogeja varten otettuja valokuvia ja esillepano-ohjeita voitaisiin korvata 3D-malleilla. 3D-mallinnus vähentäisi pitkällä tähtäimellä tuotekuvauksen ja näytteiden kustannuksia ja antaisi yritykselle ”innovatiivisemmän” maineen. Haastatellut jälleenmyyjät ovat mahdollisesti myös kiinnostuneita ostamaan tuttuja, laadukkaiden brändien tuotteita 3D-mallien avulla. Jälleenmyyjät eivät toistaiseksi ole kiinnostuneita itse investoimaan 3D-mallinnusohjelmaan, koska he eivät usein itse tee kaavoja, ja siten 3D-mallinnuksen tekeminen ylimääräisenä työvaiheena vain markkinointikäyttöön nähdään liian työläänä. Lisäksi koska jälleenmyyjien katalogeissa on sekä omia että tavarantoimittajien brändejä, yhtenäinen ilme katalogiin on toistaiseksi helpointa saada valokuvaamalla näytteet. Koska 3D-mallinnus on vaatteiden osalta vielä melko uutta ja ohjelmistoja on ollut enemmän markkinoilla vasta 4 – 6 vuotta, eivät yritykset halua välttämättä lähteä investoimaan 3D-mallinnukseen ensimmäisten joukossa. Myöskään 3D-mallinnuksen liiketoiminnallista hyötyä ei ole vielä nähty suurena kuin muutamissa suurissa, globaaleissa brändiyrityksissä. Ensisijaisesti suomalaiset yritykset näkevät 3D-mallinnuksen hyödyn myynnissä ja markkinoinnissa, mutta siitä uskotaan olevan apua myös tuotesuunnittelussa. Kaikki haastatellut yritykset uskovat 3D-mallinnuksen olevan tulevaisuutta tekstiili- ja vaatealalla. Kolme yritystä aikoo lähiaikoina investoida 3D-CAD-järjestelmään.

Myös virtuaalinen sovitus ja vartaloskannaus herättävät kiinnostusta useassa yrityksessä. Toistaiseksi mittatilaustuotteita valmistaa yrityksistä kolme B2B-myyntiin. Yhdellä yrityksellä on myös kiinnostusta mittatilaustuotteisiin kuluttajakaupassa. Yksi haastatelluista yrityksistä on aikeissa kokeilla tulevaisuudessa vartaloskannasta mittojen ottamiseen B2B-asiakkailtaan.

5.2 Adidas

Adidas AG on suuri, monikansallinen, saksalaisen Adolf Dasslerin vuonna 1949 perustama urheiluvaate- ja -välineyritys. Adidas Groupin missiona on pyrkimys olla globaali johtaja urheilutuotteiden alalla urheilubrändeillä, jotka on luotu intohimolla urheiluun ja urheilulliseen elämäntapaan. Adidas Groupin keskeiset brändit, jotka sisältävät vielä eri tuotemerkkejä, ovat Adidas, Adidas Groupin 2006 ostama Reebok, TaylorMade, Rockport sekä CCM. (Chlosta 2011)



Adidas on panostanut virtuaalisuuden kehittämiseen jo useita vuosia. Tavoite on, että jokaisesta tuotteesta luodaan yksi, kaikki tuotetiedot sisältävä 3D-malli. Vuonna 2011 yli 10 000 artikkelia eli 30 % tuotteista oli 3D-mallinnettuina. Adidaksen toimitusjohtaja Herbert Hainer kertoi Frankfurter Allgemeine -lehden haastattelussa, että vuonna 2012 liikevaihdosta 40 % pyritään saamaan virtuaalisesta myynnistä. Vuonna 2013 tämän osuuden tulisi olla jo 60 %. (Köhn 2012)

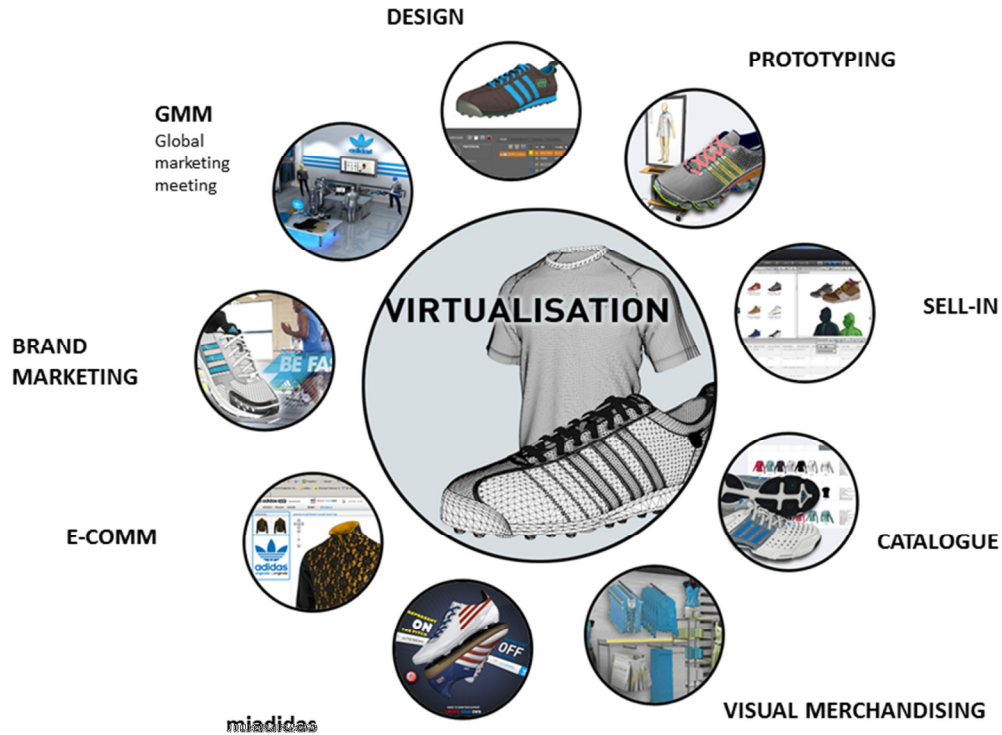
5.2.1 Adidas Groupin järjestelmät

Adidaksella on useita virtuaalisuuden työkaluja käytössä vaatteiden tuotesuunnittelussa ja -hallinnassa. Adidas Groupin eri brändien tuotetieto hallitaan useissa eri PLM-järjestelmissä, kuten PTC:n Windchillissä, Dassault Systèmesin Enoviassa ja Gerberin Yuniquessa. Näistä tieto kulkee automaattisesti eri myynnin ja markkinoinnin kanaviin, kuten RTT:n DeltaGeniin, myyntiesitteisiin sekä kassapäätjärjestelmiin.

Adidaksella luodaan ensin 2D-piirroksia Adobe Photoshopilla. Tämän jälkeen luodaan 2D-kaavat alihankintana Aasiassa Gerberin Accumarkilla ja Lectran Modariksella, minkä jälkeen kaavoista tehdään 3D-mallinnukset. Perustuotteiden kaavoista on vuodesta 2005 lähtien luotu 3D-mallinnus Brozwearin V-Stitcherillä. Aasian konttorille on luotu Factory Quality Standard, jossa on kaavoitukseen ja mallinnukseen säännöt, esimerkiksi ohjeistus siitä kuinka mallintaa musta hupullinen vaate, jossa on kirkkaita värejä. Saksassa virtuaalisuuden tiimissä työskentelee noin kymmenen henkilöä, joilla

on myös mahdollisuus käyttää ohjelmia pikaisiin muutoksiin ja päivityksiin. Monimutkaisempien ja konfiguroitavien tuotteiden, kuten *miTeam*-vaatteiden, mallinnus on vuoden 2012 alusta alkaen tehty Human Solutionsin Vidyalla Saksassa. Kenkien mallinnuksessa käytetään McNeelin Rhinoa. (Chlosta 2011)

5.2.2 3D-mallien hyödyntäminen Adidaksella



Kuva 16. Adidaksen virtuaalisuus. (Chlosta 2011)

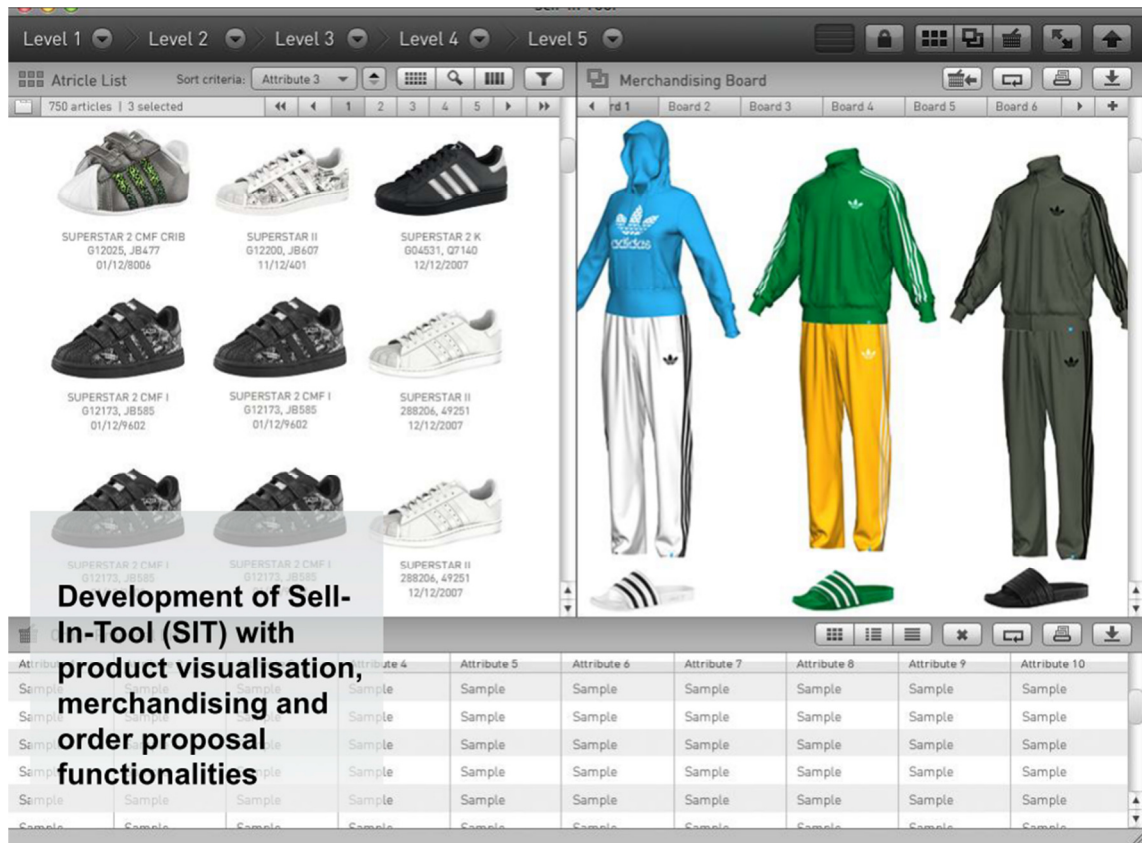
Adidas hyödyntää virtuaalisuutta toiminnassaan laajasti (kuva 16). Virtuaalisuus ja 3D-mallit näkyvät virtuaalisissa prototyypeissä ja näytteissä, tuotesuunnittelussa, verkkokaupassa, massaräätälöinnissä eli kuluttajien *mi adidas* ja *miTeam* -konsepteissa, brändimainonnassa, virtuaalikatalogeissa, visuaalisessa markkinoinnissa, näytteille asettelussa sekä myyntitapaamisissa. (Chlosta 2011) Esittelytiloissa näytetään suurilta näyttöiltä 3D-malleja, jolloin tarvitaan vähemmän fyysisiä näytteitä (kuva 17). Lisäksi fyysisissä näytteissä on viivakoodit, jotka lukemalla saadaan tuotteet ja niihin liittyvät tiedot näytölle. Jälleenmyyjille myytäessä käytettävissä asiakaskohtaisissa katalogeissa eli RTT:n toimittamassa Sell-In-Tool-työkalussa (SIT, kuva 19) näkyy kuvat, listaukset, saatavilla olevat värit ja koot sekä ehdotus yhteensopivista tuotteista. Katalogista on mahdollista vetää ja pudottaa (drag & drop) tuotteita ja tehdä tuotetilauksia. Asiakkaat voivat seinässä olevalla näytöllä, *adiVersessä* (kuva 18), tarkastella ja pyöritellä tuotetta ja saada tästä lisätietoja.



Kuva 17. Adidaksen showroom. (Chlosta 2011)



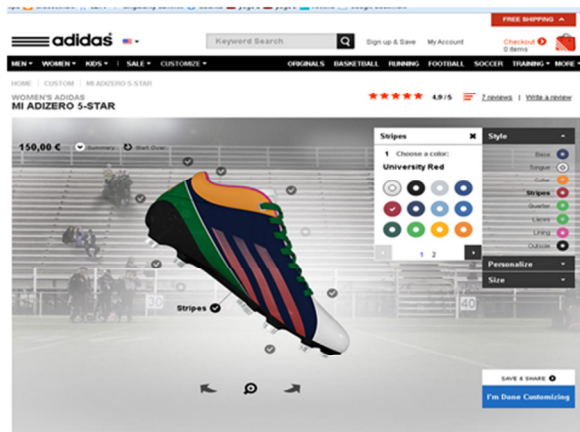
Kuva 18. Adidaksen adiVerse-työkalu. (Chlosta 2011)



Kuva 19. Adidaksen Sell-In-Tool. (Chlosta 2011)

5.2.3 Massaräätälöinti Adidaksella

Adidaksella on kaksi kuluttajille suunnattua massaräätälöintikonseptia: *mi adidas* kengille ja *miTeam* tiimivaatteille (kuva 20). *Mi adidas* tulee sanoista *my individual Adidas*. Adidaksella on ollut kenkien *mi adidas* -mittauspalvelu vuodesta 2002. Asiakas skannaa ensin jalan Adidaksen myymälässä ja kenkään valitaan materiaalit sekä komponentit. Tämän jälkeen asiakas valitsee värit ja yksityiskohdat jalkineeseen, jonka jälkeen tilaus menee Aasiaan. Toimitusaika tuotteille on noin 2 - 3 viikkoa ja hinta standardikenkään verrattuna +30 % värimuunnoksilla ja +50 % yksilökohtaisella koolla. Vuodesta 2012 lähtien Adidaksella on ollut *miTeam*, jossa kuluttaja voi suunnitella yksilölliset vaatteet tiimilleen Adidaksen verkkosivuilla. Vaatemalleista on 11 tuotekategoriaa eri urheilulajeille, kuten juoksulle ja jalkapallolle. Ensin valitaan 15 eri perusväristä mieleinen väri, minkä jälkeen tuotteisiin voidaan lisätä esimerkiksi joukkueen nimi ja logo sekä pelaajakohtainen nimi ja numero. Myynnin konfiguraattorista on yhteys eri sosiaalisiin medioihin, kuten Facebookiin ja Twitteriin, sekä sähköpostiin, jolloin asiakas voi helposti esitellä mallia sidosryhmille, kuten tiimille, johdolle ja sponsoreille. Toimitusaika on noin 45 päivää. (Chlosta 2011, Adidas Group 2012)



Kuva 20. mi adidas ja miTeam. (Adidas Group 2012)

5.2.4 Virtualisoinnin hyötyjä ja haasteita

Toimitusketjun on vastattava nopeasti markkinoiden kysyntään ja uusiin liiketoimintamalleihin. Chlostan (2011) mukaan tämä vaatii jatkuvaa tuotteiden, palveluiden ja prosessien kehittämistä. Ottamalla käyttöön mm. PLM-järjestelmän sekä 3D-mallinnuksen ja näin ollen siirtymällä virtuaalisiin mallikappaleisiin Adidas on saavuttanut merkittäviä aika- ja kustannussäästöjä. Aiemmin Adidaksella oli päällekkäisiä ja turhia työvaiheita eivätkä prosessit ja järjestelmät olleet integroitua keskenään. (Kallioinen 2011) Prototyyppien valmistaminen oli merkittävä kustannustekijä. Näytekappaleisiin käytettiin ennen noin 65 miljoonaa euroa vuosittain. (Chlosta 2011) Virtuaalisuus vähentää turhaa työtä ja kustannuksia, sillä nyt enää yksi prototyyppi vaaditaan. Tämä on pienentänyt vuosittaisia näytekustannuksia 15 miljoonaa euroa. Nyt kun prosessit on virtaviivaistettu yhtenäisiksi, saumattomiksi ja sujuviksi, on tuotteen suunnittelu- ja valmistusprosessi pystytty lyhentämään 12 – 18 kuukaudesta 9 – 12 kuukauteen. (Chlosta 2011) Virtuaalisten työkalujen tuomien hyötyjen lisäksi Adidaksella kehitetään toiminnan muita alueita. Vuonna 2012 Adidaksen tuotteiden kirjo koettiin liian laajaksi, kun 20 % tuotteista muodosti 80 % liikevaihdosta. Turhia tuotteita haluttiin karsia ja tuotevalikoimaa päätettiin supistaa 25 prosenttia. (Köhn 2012)

Virtuaalisuus myös tukee uusia liiketoimintamalleja ja parantaa innovointia tuotekehityksessä ja myynnissä. Työkalujen avulla on mahdollista tehdä muutoksia malleihin "lennossa", sillä ne eivät enää aiheuta lisäkustannuksia tai viivästyksiä. 3D-mallinnus on mahdollistanut myös tuoteräätelöinnin. Lisäksi virtuaalisuus on varmistanut korkealaatuiset näytekappaleet pienemmällä hiilijalanjäljellä.

Haasteina virtualisoinnissa on ollut perinteinen ajattelu ja sisäinen vastustus sekä ajatus siitä, että tuotetta ei voi myydä ilman fyysistä näytettä. Myös järjestelmän kompleksisuus ja vaikeus sitouttaa koko organisaatio muutokseen on koettu haasteiksi.

Seuraavana merkittävänä virtuaalisuuden aluevaltauksena Adidaksella kehitellään virtuaalista jalkineiden testausta. (Chlosta 2011)

5.2.5 Katsaus tunnuslukuihin

Adidas Groupin liikevaihto vuonna 2011 oli 13 344 miljoonaa euroa, mikä oli 11,3 prosenttia suurempi kuin edellisenä vuotena.

Vuoden 2011 katetuottoprosentti:

$$\begin{aligned} \text{Katetuottoprosentti} &= \frac{\text{Liikevaihto} - \text{Valmistuskustannukset}}{\text{Liikevaihto}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Katetuotto}}{\text{Liikevaihto}} \times 100 \% = \frac{6\,344 \text{ M€}}{13\,344 \text{ M€}} \times 100 \% = 47,5 \% \end{aligned}$$

GMROI (Gross Margin Return On Investment) mittaa katetuoton ja varaston arvon suhdetta eli kuinka hyvin varastoon inventoitu raha tuottaa katetuottoa. GMROI:n tulee olla suurempi kuin yksi tai muuten yritys myy tuotteita tappiolla. Yleisesti ottaen GMROI on sitä pienempi, mitä suurempia ovat ennustusvirheet. (Mattila & Mustonen 2012) Vuoden 2011 GMROI:

$$\text{GMROI} = \frac{\text{Katetuotto}}{\text{Varastonarvo}} = \frac{6\,344 \text{ M€}}{2\,482 \text{ M€}} \approx 2,56$$

Varastonkierto on vaihto-omaisuuden käytön tehokkuuden tunnusluku. Se kertoo kuinka monta kertaa varasto vaihtuu vuoden aikana. Varastonkierto vuonna 2011:

$$\text{Varastonkierto} = \frac{\text{Myynti}}{\text{Varastonarvo}} = \frac{13\,344 \text{ M€}}{2\,482 \text{ M€}} \approx 5,38$$

Taulukkoon 11 on laskettu Adidas Groupin keskeisiä taloudellisia tunnuslukuja vuosilta 2007 – 2011.

Taulukko 11. Muutoksia Adidas Groupin taloudellisissa tunnusluvuissa. (Adidas Group 2007 – 2011)

	2007	2008	2009	2010	2011
Liikevaihto (miljoonaa euroa)	10 299	10 799 (+4,9 %)	10 381 (-3,9 %)	11 990 (+15,5 %)	13 344 (+11,3 %)
Katetuotto prosentti (%)	47,4	48,7	45,4	47,8	47,5
GMROI	3,00	2,63	2,71	2,70	2,56
Varastonkierto	6,32	5,40	5,96	5,67	5,38

Vuosi 2009 oli maailmanlaajuisen taantuman keskellä myös Adidas Groupille vaikein vuosi pitkään aikaan. Liikevaihto putosi edellisvuodesta 3,9 prosenttia ja katetuotto prosentti laski. Vuoden 2009 jälkeen liikevaihto onkin ottanut suuria harppauksia ylöspäin nousemalla vuoden 2010 aikana 15,5 prosenttia ja vuonna 2011 11,3 prosenttia 13 344 miljoonaan euroon. GMROI on pysynyt koko tarkastelujakson ajan yli 2,5 ja varastonkierto yli 5,3.

6 PÄÄTELMÄT

Tässä kappaleessa esitetään työn päätelmät vastauksina johdannossa esitettyihin tutkimuskysymyksiin (kappale 6.1). Lopuksi pohditaan lyhyesti tulevaisuudennäkymiä sekä työn onnistumista (kappale 6.2).

6.1 Vastauksia tutkimuskysymyksiin

Johdannossa esitettiin päätutkimuskysymyksenä:

Mitä hyötyjä ja haasteita virtuaalisen tuotesuunnittelun ja –hallinnan järjestelmiin liittyy?

Alakysymyksiä olivat:

Miten virtuaaliset työkalut tulevat muuttamaan muodin arvoketjua?

Mitä virtuaalisuuden työkaluja on saatavilla?

Mitkä yritykset tarjoavat näitä työkaluja?

Mitkä vaatealan yritykset hyödyntävät jo virtuaalisuutta ja miten?

Mitä vaiheita ja kustannuksia virtuaalisten työkalujen hankintaan ja käyttöön liittyy?

Seuraavaksi esitetään vastaukset näihin kysymyksiin.

6.1.1 Miten virtuaaliset työkalut tulevat muuttamaan arvoketjua?

Tuotteen arvoketjua pyritään kehittämään, jotta pystyttäisiin valmistamaan yhä parempia tuotteita nopeammin, laadukkaammin ja edullisemmin. Tärkeää on näkyä asiakkaalle ja luoda positiivista mielikuvaa brändistä. Arvoketjun ja tuotteen elinkaaren läpinäkyvyys on yhä tärkeämpää. Virtuaalisten työkalujen hyötyinä voivat olla pitkällä tähtäimellä kasvava myynti, parempi operatiivinen tehokkuus ja asiakassuhteiden vahvistaminen. Tavoitteena on siirtyä yrityslähtöisestä toiminnasta yhä asiakaslähtöisempään toimintaan. Tuotesuunnittelussa piirtämistä, kaavoitusta, mallintamista ja animointia pyritään tehostamaan CAD-työkalujen avulla. Virtuaalisilla ratkaisulla pyritään vähentämään valmistettävien mallikappaleiden määrää sekä nopeuttamaan ja parantamaan tuotekehitysprosessia. Tuotteita pyritään valmistamaan vain tarpeeseen. Markkinoinnissa ja myynnissä tullaan käyttämään yhä useampia kanavia, sekä perinteisiä että virtuaalisia, ja näin palvelemaan asiakkaita yhä paremmin.

Valmistusprosessit digitalisoituvat yhä automaattisemmiksi ja mahdollistavat yhä paremmin tuoteräätälöinnin. Yrityskohtaista suunnittelua, valmistusta ja myyntiä tulee tapahtumaan yhä enemmän verkostoissa yhdessä ulkoisten sidosryhmien, etenkin loppukäyttäjien, kanssa. Tällöin myös käyttäjälähtöisyys otetaan paremmin huomioon koko tuotteen elinkaareissa. Taulukkoon 12 on kerätty muutoksia arvoketjussa.

Taulukko 12. Muutoksia arvoketjussa.

Perinteinen toimitusketju	Moderni arvoketju
Kivijalkaliikkeet	Monikanavaisuus: kivijalkaliikkeitä maailmanlaajuisesti, verkkokauppa, sosiaalinen media
Tuotantolähtöisyys, yrityslähtöisyys	Asiakaslähtöisyys
Sesongit	Jatkuvasti uusiutuvat mallistot
Manuaalinen kirjaaminen	Reaaliaikaiset teknologiat, rutiinotoimintojen automatisointi
Erilliset tietojärjestelmät	Integroidut tietojärjestelmät
Ennustaminen historiaan perustuen	Reaaliaikaiset myyntitiedot
Erilliset toimijat ja prosessit	Läpinäkyvä arvoketju
Massatuotanto	Massatuotannon lisäksi massaräätelöinti
Näytekalpeita, 2D-piirroksia	Virtuaaliset vaihtoehdot, 3D-mallinnus
Ei kommunikaatiota kuluttajan kanssa	Sosiaalinen media, kuluttajat mukaan tuotesuunnitteluun (crowdsourcing)
Pitkät läpimenoajat	Lyhyet läpimenoajat

6.1.2 Mitä virtuaalisuuden työkaluja on saatavilla? Mitkä yritykset tarjoavat näitä työkaluja?

Tekstiilien ja vaatteiden arvoketjua parantamaan on olemassa useita virtuaalisuuden työkaluja, joita kehitetään jatkuvasti. Tuotesuunnitteluun on laajasti CAD-työkaluja, kuten 2D-piirrostyökaluja, kaavoitusohjelmistoja ja 3D-mallinnustyökaluja. Lisäksi myynnin konfiguraattorien avulla voidaan ottaa tuotesuunnitteluun mukaan myös ulkoisia sidosryhmiä, kuten asiakkaita. Vaatteen mitoitusta ja yksilöllisiä vaatteita varten voidaan ottaa henkilöstä ensin vartaloskannerilla mitat, minkä jälkeen vaate voidaan sovittaa virtuaalisesti vartaloskannerista saatujen tietojen mukaan muokatulle avattarelle. 3D-mallinnuksia voidaan käyttää eri myynnin ja markkinoinnin kanavissa. Näitä kanavia ovat esimerkiksi verkkosivut, mobiilisovellukset, virtuaaliset katalogit, virtuaaliset muotinäytökset ja faniverkostot. Tuotetietoa hallitaan PLM-järjestelmässä.

Kaupallisissa **3D-CAD-järjestelmissä** luodaan ensin vaatteesta 2D-kaava, jonka jälkeen kaavat ommellaan virtuaalisesti yhteen 3D-vaatteeksi. Näitä järjestelmiä tarjoavat Lectra (Modaris 3D-Fit), Browzwear (Vstitcher), OptiTex (3D-Suite), Human Solutions (Vidya), Clo3D (Clo3D), Tukatech (eFit Simulator), Pad-Systems (Haute Couture 3D) sekä TC² (V-Dresser). Lisäksi 3D-mallinnettuja tekstiilituotteita voidaan tehdä ilman yhteyttä kaavoitukseen usealla eri 3D-CAD-järjestelmällä, esimerkiksi McNeelin (Rhino), Autodeskin (3S Max, Maya) ja Blenderin (Blender) järjestelmillä.

Tekstiili- ja vaatealalle on useita **PLM-järjestelmiä**. Gerberin (YuniquePLM), Lectran (Fashion PLM) ja Human Solutionsin (PLMGoLive) järjestelmät on rakennettu tekstiili- ja vaatealalle. Muilla järjestelmillä on vertikaalinen integraatio tekstiili- ja vaatealalle. Näitä ovat Siemensin (Teamcenter), PTC:n (Windchill), Dassault Systèmesin (Enovia), Oraclen (Agile), SAPin (SAP PLM) Inforin (Infor Fashion PLM) ja Araksen (Aras PLM) PLM-järjestelmät.

6.1.3 Mitkä vaatealan yritykset hyödyntävät jo virtuaalisuutta ja miten?

Maailmalla 3D-mallinnusta käytetään laajasti mm. auto-, rakennus-, huonekalu-, lentokone-, elokuva- ja peliteollisuudessa. 3D-mallinnuksen käyttö on jo yleistä kenkäteollisuuden yrityksissä, muttei vielä vaatealalla, etenkin Suomessa. Yritykset, jotka käyttävät 3D-mallinnusta ovat usein suuria, globaaleja brändiyrityksiä, kuten Adidas, Nike, the North Face, Columbia, Hugo Boss, S'Oliver ja Louis Vuitton.

Myynnin konfiguraattoreita käyttää massaräätälöityjen tuotteiden tilaus-toimitusprosessissa suurista yrityksistä esimerkiksi Adidas, Nike ja pienistä JellyFish, Shoes for Prey ja Bivolino. Suomalaisista yrityksistä esimerkkinä pieni vaateyritys Nomo Jeans käyttää myynnin konfiguraattoria. Nomo Jeans käyttää mittatilaustuotteissa myös vartaloskannereita. Vartaloskannereita käytetään ainakin toistaiseksi lähinnä juuri mittatilaustuotteiden valmistuksessa ja mitoitustutkimuksissa. Myös virtuaalisia vaatteiden sovitusratkaisuja on kehitetty useita, mutta näitä ei vielä ole järjestelmällisesti käytössä alan toimijoilla muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta.

PLM-järjestelmiä käyttävät lähes kaikki suuret, globaalit tekstiili- ja vaateyritykset, kuten Adidas, Nike, Inditex Group, H&M, Lindex, The North Face ja Guess. Suomessa PLM-järjestelmän edeltäjä PDM-järjestelmä on tekstiili- ja vaatealalla ainakin Haltilla, Marimekolla ja Image Wearilla. Lisäksi ainakin muutama suomalainen tekstiili- ja vaatealan yritys on investoimassa PLM-järjestelmään lähivuosina.

6.1.4 Mitä vaiheita ja kustannuksia virtuaalisten työkalujen hankintaan ja käyttöön liittyy?

Virtuaalisten työkalujen hankinta, kuten muidenkin tietojärjestelmien hankinta, koostuu useasta vaiheesta, joihin kuuluvat valmistelevat tehtävät, projektin osto ja käynnistys, ohjelmiston testaus, käyttöönotto ja ylläpito sekä jatkokehitys.

Vaatimusmäärittelyssä selvitetään ja dokumentoidaan tärkeimmät vaatimukset toteutettavasta järjestelmästä. Näitä voivat olla esimerkiksi rajat, tavoitteet, käyttäjien roolit, rooleissa olevien henkilöiden vastuut ja tehtävät, osapuolten tarpeet ja niiden priorisointi, työnkulku, käyttötavat sekä käsiteltävien tietojen rakenne. Muita vaadittavia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi toiminnallisuus, luotettavuus, suorituskyky, käytettävyys, turvallisuus, ylläpidettävyys, siirrettävyys ja toipuminen virhetilanteista. Lisäksi tärkeää on huolehtia järjestelmän ylläpidosta eli siitä kuinka huolehditaan virhekorjauksista, jatkokehityksestä ja muutoksista.

Tietojärjestelmien tulee olla tarpeeksi laajoja yrityksen tarpeisiin mutta kuitenkin joustavia, nopeita ja tietosuojattuja. Toisaalta järjestelmän ei kannata olla turhan laaja ja monimutkainen ja näin ollen myös kalliimpi, jos järjestelmää hankkiva yritys on pieni ja käyttökohteet yksinkertaisia. Tietojärjestelmien tulisi olla myös helppokäyttöisiä; parhaimmillaan järjestelmiä voisi käyttää intuitiivisesti tai ne olisivat helposti opittavissa.

3D-CAD-järjestelmien käyttöönotto kestää viikosta useampiin kuukausiin. Järjestelmän hinnat vaihtelevat tavallisesti välillä 10 000 – 15 000 euroa. Hintaan vaikuttaa järjestelmän lisäksi yrityksen nykyiset tietojärjestelmät, järjestelmäintegroinnit ja koulutukset. Tuen ja ylläpidon kustannukset ovat järjestelmätoimittajilla usein 15 – 22 % ohjelmiston hinnasta. Yksittäisen tuotteen suunnittelu-aika järjestelmällä vaihtelee käyttäjästä ja tuotteesta riippuen, esimerkiksi t-paidan mallinnus kestää noin puolesta tunnista ylöspäin kun taas yksityiskohtaisten työkenkien mallinnus saattaa kestää yli 5 päivää. Toisaalta kun monimutkaiset rakenteet on kerran saatu mallinnettua, ne voidaan myöhemmin rakentaa konfiguraattoreilla.

PLM-järjestelmän käyttöönotto kestää noin 3 – 9 kk pienissä ja keskisuurissa yrityksissä ja yli 15 kk suurissa yrityksissä. Käyttöönoton yhteydessä koulutuksen määrä vaihtelee usein muutamasta viikosta pariin kuukauteen. Uusien järjestelmäversioiden koulutus vaihtelee viidestä päivästä muutama viikkoon. Konsultoinnin ja koulutuksen hinta on luokkaa 800–1500 €/päivä. Usein tämän lisäksi yrityksen tulee maksaa vielä PLM-järjestelmätoimittajan matkustus- ja majoituskulut. PLM-järjestelmien hinta muodostuu usein käyttöönotosta ja vuosittaisista lisenssi- ja ylläpitomaksuista. Lisenssejä on pienillä yrityksillä usein 5 – 30 ja suurilla useita kymmeniä tai satoja. Lisenssejä on eritasoisia, kaikenlaiseen käyttöön oikeuttavia sekä

keveyeen ja rajoitetumpaan käyttöön. Lisäksi järjestelmässä on vuosittainen ylläpitomaksu, joka on usein 20 – 25 % lisenssimaksusta. Yleisesti PLM-järjestelmiä pidetään melko kalliina. Tärkeää olisi löytää kullekin yritykselle panos/hyöty-suhteeltaan järkevin ratkaisu.

6.1.5 Mitä hyötyjä ja haasteita virtuaalisuuden työkaluihin liittyy?

Virtuaalisten työkalujen hyötyinä voidaan nähdä kasvava myynti, parempi operatiivinen tehokkuus ja asiakassuhteiden vahvistaminen. Myyntiä saadaan kasvatettua mahdollistamalla myynti myös pienemmille asiakassegmenteille globaalisti, joita ei aiemmin voitu palvella kustannustehokkaasti. Tehokkaampi operatiivinen tehokkuus näkyy prosessien virtaviivaistamisessa ja automatisoinnissa, jolloin ihmisten henkilökohtaiset virheet ja rutiinitehtävät vähenevät. Myös asiakassuhteita saadaan vahvistettua kun pystytään parantamaan kommunikaatiota asiakkaiden kanssa sekä asiakaspalvelua. Virtuaalisten työkalujen haasteena on vaihtoehtojen löydettävyyden, investointi- ja päivityskustannukset, käytettävyys ja luotettavuus. Eri vaihtoehtojen vertailu 3D- tai PLM-järjestelmää hankittaessa on vaikeaa.

3D-mallin hyötyinä ovat tuotteen parempi hahmottaminen ja tuotekehityksen parantaminen. 3D-mallit voivat olla inspiroivia, havainnollisia, mitattavia, eri suunnista katseltavia, purettavia ja käännettäviä katselumalleja, liikuteltavia malleja ja animaatioita. Tuotesuunnittelussa 3D-mallinnus nopeuttaa prosessia ja kustannuksia vähentämällä fyysisiä näytekappaleita ja lisäämällä mahdollisesti tuoteinnovaatioita. 3D-mallin luominen on myös niin sanottu 'one-time-cost' eli kun tuote on kerran mallinnettu voidaan mallia käyttää useaan eri tarkoitukseen tuotesuunnittelusta myyntiin. Jos 3D-malli tehdään, kannattaakin sitä hyödyntää mahdollisimman moneen kohteeseen. 3D-mallia tuskin kannattaa luoda vain markkinointikäyttöön, vaan hyödyntää myös jo tuotekehitysvaiheessa. Myynnissä ja markkinoinnissa 3D-mallit voidaan välittää useisiin eri myynnin ja markkinoinnin kanaviin ja korvaamaan näin osa valokuvatuista tuotekuvista ja fyysisistä myyntinäytteistä. 3D-mallinnus mahdollistaa myös uudet, interaktiiviset liiketoimintamahdollisuudet, esimerkiksi virtuaalisen sovituksen ja muotinäytöksen.

Visualisuudeltaan vaatteiden 3D-tuotokuva ei täydellisesti vastaa fyysistä tekstiilituotetta. Lisäksi jokainen kangaslaatu ja väri tulee analysoida ja luoda järjestelmään. 3D-mallit eivät ole korvanneet vielä vaateyritysten kaikkia näytteitä, sillä usein uudesta tuotteesta kuitenkin valmistetaan vielä yksi fyysinen protomalli. Myös eri väri vaihtoehtoista on usein tarjolla jokin fyysinen näyte, sillä värien toistuminen realistisesti virtuaalisissa malleissa on haasteellista. Värit eivät toistu eri näytöillä samanlaisina. Vaikka 3D-mallin luoja määrittäisi tuotteen värin vastaamaan todellisuutta mahdollisimman tarkasti, ei se silti näy oikeanlaisena jokaisella verkkokaupan asiakkaan kotikoneella. Usein myös ostot perustuvat fyysisiin

näytelmalleihin, sillä asiakkaat haluavat myös tuntea vaateen materiaalin kädellään ja mahdollisesti kokeilla sitä ylleen ennen ostopäätöstä. Vaikka virtuaaliset muotinäytökset pyrkivät simuloimaan istuvuutta ja vaateen käyttäytymistä liikkeessä, eivät nämä ole vielä täysin realistisia.

Parhaat 3D-mallinnusjärjestelmistä ovat hienoja järjestelmiä, joilla on mahdollista parantaa arvoketjua sekä saada aikaan brändille innovatiivinen imago. Toistaiseksi järjestelmät ovat kuitenkin vielä puutteellisia ja kankeita ja mallinnuksen jälki melko epärealistista. Järjestelmän hyötysuhde pienelle, suomalaiselle yritykselle voi vielä olla melko huono. Järjestelmät kuitenkin tulevat todennäköisesti kehittymään nopeasti.

PLM-järjestelmän hyötyinä on tuoteprosessien optimointi ja nopeutuminen sekä kommunikoinnin parantaminen tuotteen koko elinkaareissa. Myös mahdollisuus rajoitettujen käyttöoikeuksien antamiseen sidosryhmille ja näin tiedon hakemisen mahdollisuus suoraan järjestelmästä tekee sidosryhmäyhteistyöstä sujuvampaa ja vähentää sähköpostia. PLM-järjestelmän haasteena on sen vaatima suuri kokonaisratkaisu, joka on kallis ja ainakin osittain räätälöitävä. Koska PLM-järjestelmä vaikuttaa useisiin työntekijöihin yrityksessä, työntekijöiden sitoutuminen ja tarpeiden huomioiminen järjestelmää hankittaessa on tärkeää. Usein PLM-järjestelmää käytetään melko suppeasti tukemaan lähinnä tuotekehityksen ja valmistuksen tuotetiedon hallintaa eikä koko tuotteen elinkaaren aikaiseen tiedonhallintaan. Taulukkoon 13 on koottu 3D- sekä PLM-järjestelmien yleisiä hyötyjä ja haasteita.

Taulukko 13. Yhteenveto 3D-järjestelmien ja PLM-järjestelmien käyttöön liittyvistä hyödyistä ja haasteista.

Nopeus, tehokkuus	Hinta
Muutokset tuotesuunnittelussa nopeasti ilman lisäkustannuksia tai viivytyksiä	Avattarien, mallinnettujen vaatteiden ja materiaalien mahdollisesti epärealistinen ulkonäkö
Tuotesuunnittelun virheiden huomaaminen	Värien epätäydellinen toistuminen eri näytöillä
Vähemmän näytekappaleita	Ongelmat järjestelmäintegraatioissa
→ ekologisuus	Muutosvastarinta
→ kustannussäästö	Käytön mahdollinen hankaluus
Tiedon reaaliaikaisuus ja automaattinen päivittyminen	Riippuvuus järjestelmätoimittajasta
Manuaalisten rutiinikirjaamisten väheneminen	
Mahdollisuus jakaa rajattuja käyttöoikeuksia myös sidosryhmille	
Mahdollistaa uudenlaisia liiketoimintamalleja	
Kommunikoinnin parantaminen	
Arvoketjun läpinäkyvyys	

6.2 Tulevaisuudennäkymiä ja työn onnistuminen

Järjestelmät tulevat varmasti kehittymään nopeasti tulevina vuosina ja niiden kehittyessä myös niiden hankkimisesta tulee yritykselle kannattavampaa. Luultavasti myös järjestelmien hinnat edelleen laskevat jonkun verran. Näin ollen ehkä pienempienkin yritysten on tulevaisuudessa kannattavampaa investoida mm. 3D-mallinujärjestelmiin. Vaikka 3D-järjestelmiä ei vielä ole tekstiili- ja vaatealalla käytössä Suomessa, uskovat kaikki projektissa haastatellut yritykset 3D-mallinnuksen olevan tekstiili- ja vaatealan tulevaisuutta ja kiinnostusta 3D-mallinnukseen on paljon.

Tekstiili- ja vaatealan virtuaalisuuteen liittyviä asioita olisi hyvä tutkia lisää. Järjestelmiä hankittaessa eri vaihtoehtojen löytäminen ja niiden vertailu ei ole helppoa.

Virtuaalisuuden lisääntyessä ja järjestelmien kehittyessä nopeasti yritykset tarvitsisivat lisää puolueetonta tietoa.

Haasteena tämän diplomityön tekemisessä on ollut aiheen ”tuoreus”. Järjestelmistä ei ole saatavilla objektiivista tietoa, jotta niitä voisi kunnolla vertailla keskenään. Myös VIRTA-projektin työn sisällölle asettamien vaatimusten muuttuminen alussa useaan otteeseen on ollut hieman haastavaa. Työ on mielestäni onnistunut hyvin. Aihe on ollut haastava ja mielenkiintoinen.

LÄHTEET

Adidas Group. *Annual Reports 2007 – 2011*. [viitattu 13.11.2012.] Saatavissa: <http://www.adidas-group.com/en/investorrelations/reports/annualreports.aspx>

Adidas Group. Yrityksen verkkosivut. [viitattu 13.11.2012] Saatavissa: <http://www.adidas-group.com/en/home/Welcome.aspx>

Aho, M. *Tietovarastointiratkaisut massaräätälöinnin konfiguraattoreiden tukena*. 2008. Solita [www]. [viitattu 4.9.2012] Saatavissa: <http://www.slideshare.net/mikaaho/tietovarastointiratkaisut-massartlinnin-konfiguraattoreiden-tukena-presentation>

Bals, U., Dohme, A. The Human Solutions Group. Yritysvierailu, Bordeaux 23.10.2012.

Chlosta, D. *Closest to Every Consumer – Virtualisation and Value Chain at the adidas Group*. 2011. [viitattu 13.10.2012] Saatavissa: <http://videonet.fi/finatex/20110209>.

Cho, P. *3D Design Now and in the Future*. 2012. CLO Virtual Fashion Inc. [viitattu 8.2.2013] Saatavissa: <http://videonet.fi/finatex/20120426/4/>

Clo3D, CLO Virtual Fashion Inc. [www] [viitattu: 8.2.2013] Saatavissa: www.clo3d.com

CIMdata. *All About PLM. Product Lifecycle Management (PLM) Definition*. [viitattu: 20.11.2012]. Saatavissa: <http://www.cimdata.com/plm/definition.html>

The Consumer Goods Forum. *2020 Future Value Chain: Building Strategies for the New Decade*. 2011. Future Value Chain –hanke 3. raportti. 69 s.

Dawson, R. *Social Media Strategy Framework*. Advanced Human Technologies [WWW]. [Viitattu: 19.9.2012] Saatavissa: <http://ahtgroup.com/services/social-media-strategies>

Google. *Our Mobile Planet: Suomi. Mobiilikuluttajan ymmärtäminen*. 2012

Hassan, R. *The Information Society: Cyber Dreams and Digital Nightmares*. UK 2008. Polity Press. 266 s.

Heinonen, S., Halonen, M. *Making Sense of Social Media. Interviews and Narratives SOMED Foresight Report 2*. VTT. Espoo 2007.

Hernesniemi, H. *4 Megatrendit ja klusterien kehitys*. In: Hernesniemi, Kymäläinen, Mäkelä, Rantala, Rautkylä-Willey, Valtakari. *Suomen avainklusterit ja niiden tulevaisuus: Tuotanto, työllisyys ja osaaminen*. Helsinki: Työministeriö 2001, ESR-julkaisut ja LTT-tutkimus Oy. s. 61-76.

Hojlo, J., Burkett, M., Verma, K. *PLM Market Landscape: Evolving To Enable Value Chain Excellence*. Boston 2007. AMR Research. 50 s.

Howe, J. *Crowdsourcing – Why the Power of the Crowd is Driving the Future of Business*. The International Achievement Institute. 2008. 9 s.

Human solutions [www]. [viitattu 8.10.2012] Saatavissa: http://www.human-solutions.com/fashion/front_content.php?idcat=140&lang=7&changelang=7

Innala, M., Kallioinen, J., Saarinen, T. *CAE/PLM –kyselyn 2009 tulokset*. Valokynä 2/2009. CAD/CAM-yhdistys ry. s. 23-31.

Innala, M., Saarinen, T. *CAE/PLM –kyselyn 2011 tulokset*. Valokynä 2/20011. CAD/CAM-yhdistys ry. s. 13-22.

Istook, C.L. *Three-dimensional body scanning to improve fit. Advances in apparel production*. Woodhead publishing limited. Englanti 2008. s. 94-116.

Jokinen, A. *3D-ohjelmistot vaatetusteollisuudessa*. Diplomityö. Tampere 2010. Tampereen teknillinen yliopisto, Materiaalitekniikan laitos. 56 s.

JRocky Co. *Nimikehallinta 3D- ja PLM-järjestelmissä* [WWW]. 2008. [viitattu 8.10.2012] Saatavissa: <http://www.jrockyco.fi/wordpress/?p=30>

JRocky Co. [www]. [viitattu 11.10.2012] Saatavissa: <http://www.jrockyco.fi/index.php?p=etusivu>

Kallioinen, J. *Puheenjohtajan palsta*. Valokynä 2/2005. CAD/CAM-yhdistys ry. s. 5.

Kallioinen, J. *PLM-käyttöönotto luo ERP:lle uuden roolin*. Valokynä 1/2008. CAD/CAM-yhdistys ry.

- Kallioinen, J. *Adidas lyhensi PLM:n avulla 50% tuotekehityksen läpimenoaikaa*. Valokynä 1/2011. CAD/CAM-yhdistys ry.
- Kallioinen, J., Innala, M., Saarinen, T., Nederström, H., Rantanen, J. *CAE/PLM – kyselyn 2010 tulokset*. Valokynä 2/2010. CAD/CAM-yhdistys ry. s. 14-26.
- Kangas, P., Toivonen, S., Bäck, A. (toim.). *Googlen mainokset ja muita sosiaalisen median liiketoimintamalleja*. Espoo 2007. VTT Tiedotteita. 59 s.
- Kankaanpää, I. *IT artefact renewal: Triggers, timing and benefits*. Väitöskirja. Jyväskylän yliopisto. 2011. 179 s.
- Karrasch, K. *Virtualization in the Fashion & Sport Industry*. RTT. Esitys, Saksa 22.10.2012.
- Kropsu-Vehkaperä, H. *Enhancing Understanding of Company-wide Product Data Management in ICT Companies*. Väitöskirja. Oulun yliopisto. 2012. 88 s.
- Kurjenoja, J. Verkkokauppatilasto 2011. Kaupan liitto, TNS gallup. Lehdistötilaisuus 29.2.2012.
- Köhn, R. *Wir müssen unseren WM-Ball überall verkaufen*. 7.4.2012. Herbert Hainerin haastattelu. Frankfurter Allgemeine. [viitattu 18.2.2013] Saatavilla: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/adidas-chef-hainer-wir-muessen-unseren-wm-ball-ueberall-verkaufen-11709766.html>
- Ladd, D. *From Supply Chain to Supply Network: A New Paradigm in Customer Service and Productivity*. Information management [www]. 2004. [viitattu 19.9.2012]. Saatavissa: <http://www.information-management.com/specialreports/20041026/1012640-1.html?zkPrintable=1&nopagination=1>.
- Laine, J. *Projektinhallinta osana tuotteen elinkaaren hallintajärjestelmää*. Valokynä 2/2009. CAD/CAM-yhdistys ry.
- Lakkala, H. *PK-yritysten digityökalut*. Teknologiateollisuus ry:n web-seminaari 12.1.2011(a).
- Lakkala, H. *Yhteisölliset työkalut ja toimintatavat – yritysten sisäisessä käytössä ja verkostoissa*. Teknologiateollisuus ry:n sosiaalisen median seminaari 26.1.2011(b).

Lehtonen, T. *Designing Modular Product Architecture in the New Product Development*. Väitöskirja. Tampereen teknillinen yliopisto. 2007. 229 s.

Marvelous Designer. [www]. [viitattu: 8.2.2013] Saatavissa: <http://www.marvelousdesigner.com>

Mattila, H. *Fashion Logistics and Brand Management*. Kurssin opintomoniste. Tampereen teknillinen yliopisto. 2009. 94 s.

Mattila, H., Mustonen, M. *KELANO-loppuraportti*. 2012. Tampereen teknillinen yliopisto. 58 s.

Mäkipää, M. MASSI 2008 – Tampereen yliopisto ja Tampereen teknillinen yliopisto. Massaräätälöinnin tietojärjestelmät. Massaräätälöinnin johtaminen. Seminaari 10.01.2008.

Paananen, M. *Tekstiilien 3D Mallinnus. Tekstiilien tuntuominaisuuksien ja laskeutuvuuden määrittäminen V-Stitcher-ohjelmiston avulla*. Lahden ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. 2011. 47 s.

PLM info. *Product Lifecycle Management, PLM Implementation, PLM Cost*. [www]. Aras. 2011. [viitattu 13.1.2013] Saatavissa: <http://www.product-lifecycle-management.info/plm-implementation/plm-cost.html>

PLM Technology Guide. *The Cost of PLM*. [www]. [viitattu 13.12.2012]. Saatavissa: http://plmtechnologyguide.com/site/?page_id=1184

PRWeb. *Unique Solutions Acquires Intellifit Revolutionizing the Apparel Industry with 3D Body Measurement Technology for Customized Fit*. 2009. [viitattu 19.11.] Saatavissa: <http://www.prweb.com/releases/2009/03/prweb2258364.htm>

Pulkinen, A. TTE-3100 Tuotetiedonhallinta - luentokalvot. Tampereen teknillinen yliopisto. 2011.

Sayem, A.S.M. *Resizable outerwear templates for virtual design and pattern flattening*. Väitöskirja. Manchester 2012. University of Manchester, Faculty of Engineering and Physical Science. 210 s.

Sayem, A.S.M., Kennon, R., Clarke, N. *3D CAD systems for the clothing industry*. International Journal of Fashion Design, Technology and Education. Vol. 3, No. 2, 2010. s. 45-53.

Suleski, J., Hojlo, J., Burkett, M. *PLM Technology Adoption in Apparel: Turbo-Charging Investments for Fast Fashion*. 2007. AMR Research. 20 s.

[TC]² [www]. [viitattu 8.10.2012] Saatavissa: <http://www.tc2.com/>

TechniCom Group & Tech-Clarity. *Selecting a PLM System to Improve Product Development Performance for Small and Medium Sized Manufacturing Businesses*. 2008. 21 s.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2011 Revision*. 2012. CD-ROM Edition.

Valokynä. *CAE/PLM –kyselyn 2005 tulokset. 2/2005*. CAD/CAM-yhdistys ry. s. 35-41.

Valokynä. *CAE/PLM –kyselyn 2005 tulokset osa 2. 3/2005*. CAD/CAM-yhdistys ry. s. 16-17.

Vanhanen, J. Gaia Group Oy. Green Growth –seminaari, 7.6.2011. Helsinki.

Vanhatapio, J. Nelly.com. Virta-projektin verkkokauppa workshop. 27.9.2012. Helsinki.

Virtanen, P. TITA-5100 Yrityksen tietojärjestelmät - luentokalvot. Tampereen teknillinen yliopisto. 2010.

LIITE 1: 3D-JÄRJESTELMIIN LIITTYVÄ KYSELY

Company in general	
1.	Company name
2.	Structure of mother corporation, subsidiaries and partnerships
3.	Main products/services (<i>e.g. graphic editor, 2D-pattern, grading, 3D-modeling, body scanner, PLM, ERP</i>)
4.	Contact person for Finnish customers
3D-modeling software. Please, describe	
5.	Main functional features and technical requirements of your 3D-modeling software
6.	The main purpose of the software (<i>design or marketing tool</i>)
7.	How long time the software has been on the market?
8.	How long time you can guarantee the system development and support?
9.	Reference customers
10.	Platforms (<i>Windows, Mac, Linux</i>)
11.	Materials import
12.	Components import
13.	Avatars import (<i>size modifying, body scanner</i>)
14.	Possibilities for adjustable, removable, movable avatar (<i>after 3D modelling</i>)
15.	Animation possibilities (<i>e.g. virtual fashion shows</i>)
16.	Online fit session possibilities
17.	Supported 2D pattern/3D file and animation formats
18.	Rendering possibilities
19.	Possibilities for background modification
20.	The main steps when implementing the software and a realistic schedule
21.	Supported integration with other softwares (<i>e.g. 2D-pattern, PLM</i>)
22.	Training possibilities and costs
23.	Support/maintenance offerings and costs
24.	Software cost
25.	Licensing model and its costs for 5, 10 and 50 pcs
26.	The total cost of the product/service
27.	Other information

LIITE 2: PLM-JÄRJESTELMIIN LIITTYVÄ KYSELY

Q	Questions, Company background	Answer
1		
1	Company name, address and webpage	
2	Main products/services Main market sector	
3	Year the company was established	
4	Head-office, other locations	
5	Number of employees	
6	Ownership structure with ownership status in percentage	
7	Structure of mother corporation, joint ventures, subsidiaries, partnerships or other relevant relations	
8	The vision for the future	
9	Contact person and responsible for answering this RFI, email address and phone number	
10	Other information	

Q	Questions, PLM product & solution	Answer
2		
1	What is the name of your PLM system? Are you implementing own or third-party product/-s?	

2	Describe shortly the main functional features of that product.	
3	What are the key technical elements in your product / solution (database, operation system, supported integrations etc.)?	
4	How many PLM system implementation projects has your organization delivered? In Finland/globally? Is it possible to arrange a visit with some of these clients?	
5	Do you have vertical module for Textile and Clothing Industry? Who are these reference customers using comparable products or services?	
6	How long time has this product been on the market and how are you going to develop this PLM system? How long time can you guarantee the system support?	
7	<p>What project model is normally used in your implementation projects? Why this specific model is utilized? What is realistic schedule based on your experience?</p> <p>What pricing model would you propose for the implementation project?</p> <p>What is your estimate of the implementation work including the existing database (working days, IT-vendor, training, etc.)?</p> <p>What are the major challenges in implementation project based on your experience in similar projects?</p>	

8	What kind of project phasing would you recommend?	
9	What kind of support/maintenance can you offer? Can you serve us in Finnish? What do you charge for system support and training?	
10	Version upgrades projects: What is the typical project length (working days), cost and how often it happens?	
11	Does your service model support <ul style="list-style-type: none"> - Global implementation and roll outs - Global application support 	
12	Describe the licensing model of your product/solution (licensed software in customers environment, ASP-model etc.)	
13	Please, summarize the estimate of total costs of your product. What is your estimate of the license-cost (30, 50 and 100 pcs) maintenance and yearly costs?	
14	Describe shortly the safety and IT-security of your product.	
15	Other information	

LIITE 3: KYSELY SUOMALAISILLE YRITYKSILLE

Yritys:

Pvm:

Henkilöt:

A. NYKYTILANNE

1. Tuotevalikoima, kohderyhmät, jakelukanavat
2. Mallistojen laajuus, mallilukumäärät kausimallistojen ja jatkavien mallien osalta
3. Tuotesuunnittelun toiminnot, resurssit ja organisaatio, avainhenkilö
4. Tuotesuunnittelun ja kaavoituksen IT-järjestelmät
5. Tuotetietojen (materiaalit, spesifikaatit, hinnat, jne.) hallintajärjestelmä ja menetelmät
6. Malliston laadinta käytännössä (mallimateriaalit, painomallit, protot, sovitukset, myyntimallisto)
7. Toimintoajat (malliston laadinta, asiakasesittelyt, myynti, toimitus)
8. Markkinointimateriaali (värikartat, näytteet, esitteet, mainonta, netti, jne.)

9. Myynti käytännössä (tuotteiden esittely asiakkaille, näytteet, jne.)

10. Muuta nykytilanteesta

B. VIRTUAALISUUDEN SOVELTAMINEN TULEVAISUUDESSA

1. PLM (Product lifecycle management, tuotetiedonhallinta) -järjestelmät

2. Materiaalisuunnittelu (painokuosit, näytteet)

3. 3D-tuotesuunnittelu (protot, mallikappaleet, näytteet)

4. Valmistus (valmistusohjeet, rakenteet, 3D mallinnus, kaava- ja osapankki, vastaanäytteet)

5. Myynti (3D tuote-esittely, materiaalit, värikartat, kuvastot, tuotemuutokset)

6. Markkinointi (esille laitto, Internet, SOME, massaräätälöinti)

7. Muuta virtuaalisuudesta

C. ERITYISTAVOITTEITA PROJEKTILLE