

Samuli Halin

3D-MALLIN ELINKAARI

Konetekniikan koulutusohjelma
2018

3D-MALLIN ELINKAARI

Samuli, Halin

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutusohjelma

Elokuu 2018

Ohjaaja: Jarmo, Juuso

Sivumäärä: 31

Liitteitä: 1

Asiasanat: Pakokaasukattila, 3D-malli, CAD-ohjelma

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää 3D-mallien käytön laajuutta, sekä tutkia 3D-mallien käyttöön liittyviä ongelmia ja niiden ratkaisuja. Työ oli Alfa Laval Aalborg Oy:n suunnittelutyöhön pohjautuva, joten siinä keskityttiin kehittämään vain kyseisen yrityksen työtapoja, sekä suunnitteluvaiheita.

Alfa Laval Aalborg halusi tutkittavan 3D-mallinnuksen nykytilannetta, sekä mahdollisia kehitysehdotuksia suunnittelussa kohdattaviin ongelmiin. Opinnäytetyön yhteydessä suoritettiin yrityskysely kolmeen verrokkiyritykseen, jolla haettiin konkreettista pohjaa nykyisten työtapojen ja ohjelmien vertailulle muiden teknologiayritysten suhteen.

3D-MODEL LIFETIME

Halin, Samuli

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Machine- and productiontechnics

August 2018

Supervisor: Jarmo, Juuso

Number of pages: 31

Appendices: 1

Keywords: Exhaust gas boiler 3D-Model, CAD-Program

The aim was to clarify the scale of a 3D-model use at Alfa Laval Aalborg Oy and to find problems and their solutions in 3D-modelling. The thesis was based on Alfa Laval Aalborg designing and it was written to enhance their ways of working and phases of design.

Alfa Laval Aalborg wanted the use of 3D-modelling to be evaluated meanwhile also possible solutions to be found for 3D-designing problems. During the thesis an inquiry was held for three companies to get a concrete approach on comparing the ways of working and the programs with other similar companies as Alfa Laval Aalborg.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Toimeksiantajan esittely	5
1.2	Työn tavoite	5
1.3	Työn rajaus.....	6
2	3D-MALLINNUS	7
2.1	3D-mallinnus yleisesti	7
2.2	3D- mallin hyödyt.....	7
2.3	CAD-Ohjelmistot.....	8
3	3D-MALLI OSANA LAITTEEN ELINKAARTA	10
3.1	Autodesk Inventor.....	10
3.2	Parametrinen mallinnus	11
3.3	3D-malli Alfa Laval Aalborgilla.....	13
3.4	3D-mallin yhteys tuotteen elinkaareen	13
3.5	Käyttö-, ja huolto-ohjeiden kuvittaminen	15
3.6	Virtuaalinen koulutus.....	16
4	SELVITYS VERROKKIYRITYSTEN TYÖTAVOISTA	18
4.1	Verrokkirytysten esittely.....	18
4.2	Kyselyn pääkohdat ja tavoitteet	19
4.3	Kyselytulosten vertailu	19
4.3.1	Verrokkirytytys A.....	20
4.3.2	Verrokkirytytys B.....	23
4.3.3	Verrokkirytytys C.....	24
4.4	Kyselyn analysointi ja johtopäätökset	25
5	3D-SUUNNITTELUN NYKYTILA JA YHTEENVETO	27
5.1	Ohjelmistojen kilpailukyky ja korvattavuus	27
5.2	Nykyisten työtapojen kehittäminen ja tulevaisuus	27
5.3	Yhteenveto	29
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksiantajan esittely

Alfa Laval Aalborg OY on laaja energia-alan teknologiayritys, jonka historia alkaa vuodelta 1964, kun Uusikaupunki shipyard aloitti meripuolen pakokaasukattiloiden valmistuksen Uudessakaupungissa. Finnyardin ostettua yrityksen 1993, siitä tuli osa Pipemasters Oy:tä. Seuraavana vuonna yhtiö keskittyi laivakattiloiden lisäksi vahvasti maapuolen voimaloiden pakokaasukattiloihin, jolloin yrityksen tuotteet marketoitiin Aalborgin nimellä. 1997 Aalborg Industries A/S osti Pipemastersin ja yhtiöstä tuli osa maailman suurinta meripuolen pakokaasukattiloiden valmistajaa. Vuonna 2011 maailman johtava separaattoreiden ja lämmönvaihtimien valmistaja Alfa Laval osti Aalborg Industries yhtiön, jolloin syntyi nykyinen Alfa Laval Aalborg Oy (Alfa Laval Aalborg OY 2018).

Yrityksen suurimpia asiakkaita maapuolella ovat Wärtsilä, sekä MAN ja meripuolella Meyer Werft, STX France, sekä Fincantieri. Molemmissa tapauksissa pakokaasukattilat perustuvat samaan tekniikkaan, moottorin tyyppi ja kattilan muoto vain vaihtuvat. Pakokaasukattilan periaatteena on tuottaa höyryä valjastamalla pakokaasun hukkalämpö laivan, tai voimalaitoksen moottoreista poistuvasta pakokaasusta. Täten saatu höyry kulutetaan prosessista riippuen laitoksen omaan käyttöön, tai myydään eteenpäin esimerkiksi tekstiilinkäsittelylaitokselle. Maapuolen laitoksista saatu höyry ja kuuma vesi voidaan hyödyntää myös esimerkiksi kaukolämpökäytössä. Meripuolen kattiloiden höyry hyödynnetään usein esimerkiksi meriveden puhdistamiseen juomaveden saamiseksi. Höyryn hyödyntämisvaihtoehtoja on erittäin paljon, mutta yleisimmät laitokset käyttävät höyryn omassa energiantuotantoprosessissaan.

1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia 3D-mallinnuksen nykytilannetta ja hyödyntämisen tasoa, sekä perehtyä vaihtoehtoisiin mallinnusmenetelmiin erinäisten

työvaiheiden tehostamiseksi. Työn tarkoituksena on optimoida nykyaikaisen mallinnuksen työvaiheet hyödyntämällä mahdollisimman paljon 3D-mallinnusta ja 3D-malleja, sekä löytää mahdollisia uusia työtapoja ja käyttömahdollisuuksia 3D-mallille. Työssä käytetään referensseinä ALA:n työvaiheita, joten kehitysehdotukset ja vaihtoehdot eivät välttämättä ole yleishyödyllisiä muille yrityksille.

1.3 Työn rajaus

Työn rajaus kohdistuu 2D-, sekä 3D-mallinnukseen ja CAD-ohjelmiin. Työssä ei kouluteta käyttämään 3D-ohjelmia, eikä kerrota yksityiskohtaisia työtapoja Alfa Laval Aalborg OY:n tai muiden yritysten sisällä, vaan perehdytään CAD-ohjelmien tämänhetkiseen käyttöasteeseen, sekä mahdollisuuksiin teoreettisella tasolla. Työssä käytetään referensseinä Alfa Laval Aalborg OY:n käyttämiä Inventor-ohjelman ominaisuuksia, sekä tutkitaan niiden kehitysmahdollisuuksia.

Tehtävään kuuluu kirjallisuusselvitys eri vaatimusasteisten (Low, Mid, High End) CAD-järjestelmien käyttämisestä nykyaikaisessa suunnitteluympäristössä. Selvityksessä keskitytään lähinnä 3D-mallinnukseen ja sen tuottamaan lisäarvoon yrityksille tuotteen elinkaaren aikana. Kohdeyrityksen CAD-järjestelmän nykytilaa, sekä sen kehityspotentiaalia analysoidaan suhteessa selvitykseen osallistuviin verokkiyrityksiin. Analyysiä varten verokkiyritykset valitaan heidän käyttämän CAD / PDM / PLM järjestelmän mukaisesti siten, että 3D-mallinnuksessa käytetään samantasoista CAD-ohjelmistoa tai järjestelmää. Verokkiyritysten 3D-mallinnuksen ja siihen liittyvän tuotehallinnan linkittymistä selvitetään kyselyhaastattelulla, joka löytyy opinnäytetyön liitteenä.

2 3D-MALLINNUS

2.1 3D-mallinnus yleisesti

3D-mallinnus on laaja, mutta yksinkertainen käsite. Sillä tarkoitetaan tietokoneella suunniteltavaa kolmiulotteista mallia, jonka avulla saadaan valmistettua ja kehitettyä erinäisiä tuotteita. 3D-mallinnus on seuraava askel 2D-suunnittelusta, jossa hyödynnetään CAD-ohjelmistojen 3D-ominaisuuksia tehostamaan suunnittelua ja joissain tapauksissa tuotantoa.

Nykyaikaiset teknologiayritykset hyödyntävät 3D-malleja tavalla tai toisella. Yrityksen tuotteista tai palveluista riippuen ne voivat olla alihankkijalta saatuja komponenttien 3D-malleja, tai esimerkiksi yrityksen omien suunnittelijoiden luomia malleja valettavien tuotteiden muoteista. Nykyaikaiset teollisesti valmistettavat tuotteet saavat alkunsa 3D-malleista ja tietokonesuunnittelusta.

2.2 3D- mallin hyödyt

3D-, ja 2D-mallien erot tulevat selkeästi esille monimutkaisten mallien ja kokonaisuuksien käsittelyssä. Esimerkiksi ALA:n suunnittelemissa pakokaasukattiloissa 3D-mallien hyödyntäminen on kehittänyt työntekoa ja erinäisiä työvaiheita huomattavasti. Pakokaasukattilat ja niiden apulaitteet ovat niin monimutkaisia, että perinteisemmästä 2D-kuvasta niitä tutkittaessa pinnanmuodot ja syvyysvaikutelmat jäävät katsojan tulkitsemisen varaan, kun taas 3D-mallista kuka tahansa pystyy erottamaan monimutkaisempiakin komponentteja. Kolmiulotteisen mallin hyödyt korostuvat entisestään esimerkiksi putkistosuunnittelussa, jossa putkien linjat ja törmäyskurssit on helposti hahmotettavissa.

3D-ohjelmien kehittämisen voidaan sanoa olevan mekaanisen suunnittelun uusi ”pyörän keksintä”, sillä se on ollut erittäin suuri askel teknologian kehityksessä nykytilanteeseensa. Erilaisia 3D-suunnitteluun tarkoitettuja ohjelmia on rajaton määrä, mutta lisensoidut ohjelmat kuten Inventor, sekä Solidworks ovat selvästi ilmaisversioita kattavampia ja ominaisuuksiltaan laadukkaampia. Tästä syystä

yrietykset maksavat ohjelmistojen kehittäjille suuria summia lisenssimaksuja vuodessa, jotta suunnittelijat voivat hyödyntää ohjelmia työnteossa.

3D-ohjelmien käyttö on edistänyt tekniikan kehittymistä huomattavasti, sillä pienetkin kappaleet saadaan työstettyä 3D-mallien pohjalta hyvinkin tarkasti ja nopeasti. Nykyaikaiset CNC-koneet voivat työstää mallin pohjalta täysin itsenäisesti miltei valmiin tuotteen. Tämä taas on johtanut tuotannon automaation voimakkaaseen kasvuun. Ihmisen työnjälki ei kuitenkaan ole vielä katoamassa, sillä koneet eivät pysty suunnittelemaan työstettäviä kappaleita, eivätkä kykene ohjelmoimaan muita koneita.

ALA:lla on ollut Autodesk Inventor aktiivisessa suunnittelukäytössä vuodesta 2014, jota ennen käytettiin AutoCAD Mechanical 2D-suunnitteluohjelmaa. 3D-mallinnukseen siirryttyä tuotteiden toimitusaika ei ole huomattavasti lyhentynyt, mutta valmistuskuvien tuottaminen on nopeampaa, kun 3D-malli on hyväksytty ja todettu toimivaksi. 3D-mallinnus on tehostanut etenkin prototyyppien suunnittelua huomattavasti. 3D-mallinnetuista prototyypeistä saadaan karsittua mahdolliset selkeät konfliktit kätevästi ennen seuraavaa askelta, prototyypin valmistamista. Varsinkin tuotekehityksen kannalta 3D-mallinnus on siis ollut suuri askel, sillä uusien prototyyppiversioiden luominen on nopeampaa ja helpompaa. 3D-mallien avulla näiden prototyyppien esittely on lisäksi informaation jakamisen kannalta kriittisesti tehokkaampaa, kuin 2D-mallien kanssa toimittaessa.

2.3 CAD-Ohjelmistot

CAD-ohjelma on yleisnimike suunnitteluohjelmalle, jolla nykypäivänä piirretään ja suunnitellaan piirtopöydän sijaan. CAD lyhennetään sanoista computer-aided design and drafting (CADD), eli tietokoneavusteinen suunnittelu (Autodesk 2018). Erilaisia CAD-ohjelmia on äärettömästi talojen sisustussuunnittelusta voimalaitoksen sähkökuvien suunnitteluun ja jokaisella CAD-ohjelmalla on omat ominaisuudet, sekä vahvuudet ja heikkoudet tietyissä työvaiheissa. ALA:n käyttämään Inventor-ohjelmaan ja sen ominaisuuksiin tutustutaan tarkemmin kappaleessa 3.1 ”Autodesk Inventor”.

CAD-ohjelmat kattavat siis sekä 2D-, että 3D-suunnittelun ohjelmistot, joilla suunnittelu pääasiassa suoritetaan. Yritysten tarjoamat tuotteet määrittävät pitkälti käytettävän CAD-ohjelman ominaisuuksien tarpeen, sekä rajaavat mahdolliset ohjelmistot kouralliseen kannattavia vaihtoehtoja. Keskenään samantasoisten suunnitteluohjelmien väliltä valitseminen on usein vain mielipidekysymys, joka johtuu korporaation päätöksestä perustaa suunnittelu tietyn ohjelmiston varaan. ALA:n käyttämät CAD-ohjelmat kattavat mekaanisen suunnittelun lisäksi myös sähkösuunnitteluun tarkoitettuja ohjelmistoja, mutta tässä opinnäytetyössä tutustutaan vain mekaanisen suunnittelun ohjelmistoihin.

3 3D-MALLI OSANA LAITTEEN ELINKAARTA

3.1 Autodesk Inventor

ALA:n hyödyntämä Inventor on Autodeskin suunnitteluohjelma, jota käytetään 3D-mallinnuksen lisäksi myös 2D-valmistuskuvien tekemiseen. Inventorin suomat ominaisuudet ovat erinomaiset ALA:n kaltaiselle yritykselle, jossa hyödynnetään melkein niitä kaikkia. Inventor tarjoaa mahdollisuuden luoda omia konfiguraattoreita ja parametrisia malleja, mutta tämä vaatii kuitenkin suunnittelijalta myös konekielen ymmärrystä ja koodaukseen perehtymistä.

Inventor-ohjelman käyttö alkaa jo myyntivaiheessa, kun asiakkaalle tarjotaan projektia. Asiakkaalle on saatava nopeasti tuotettu, mutta kuitenkin riittävän tarkka representaatio tulevasta tuotteesta ja sen ominaisuuksista, sekä rajoitteista. Usein tarjousvaiheessa tai projektin edetessä vastaan tulee tiettyjä muuttujia, joiden seurauksena kattilan kokoonpano, sekä päämitat voivat muuttua ja tarvitaan useampia vaihtoehtoja tuotteesta. Tällöin on tärkeää, että 3D-malli on nopeasti muokattavissa ja riittävän helppokäyttöinen. Inventor-ohjelman kokoonpanomallit ovat erinomaisia esimerkiksi teollisuuden tarpeisiin, mutta projektipohjaisessa työskentelyssä malleja on työläs muokata. Tällöin on välttämätöntä luoda parametrisia malleja, joissa voidaan tietyillä lähtöarvoilla muokata kappaletta pelkän taulukon avulla. Parametrisista malleista kerrotaan lisää kappaleessa 3.2, ”Parametrinen mallinnus”.

Autodesk on lisensoinut Inventorin rinnalle AutoCAD-ohjelman, jonka kautta Inventorin 3D-mallit saadaan muutettua 2D-valmistuskuviksi. AutoCAD käyttää Inventorilla luotua mallia referenssinä piirustuksissa, joten kuvasuhteet säilyvät ja piirustusten päivittäminen tapahtuu suoraan 3D-mallin kautta. Inventorin tasoisten suunnitteluohjelmien heikkous raskaiden mallien ja piirustusten päivittämisessä on rajoittava tekijä niisanottujen layout-mallien käsittelyssä, joka pitkittää tiettyjä työvaiheita työntekijästä riippumatta. Nämä ohjelmat on suunniteltu yksityiskohtaisempaan laitesuunnitteluun, jolloin suurien kokonaisuuksien käsittelyssä ilmenee ongelmia kappaleiden ja muotojen yksityiskohtaisuuden takia.

Tietokoneiden tehokkuudella on tiettyyn pisteeseen asti mahdollisuus vaikuttaa 3D-ohjelmien käytön tehostamiseen, mutta ohjelmasta ja työvaiheesta riippuen prosessorin käyttöaste tulee aina olemaan ongelma raskaiden mallien työstämisessä.

Tätä ongelmaa ei pystytä poistamaan yksinkertaisesti käytettävää 3D-ohjelmaa vaihtamalla, sillä sama tekijä on esillä myös esimerkiksi SolidWorks-ohjelman käytössä. Tietokoneohjelman luominen niin, että se hyödyntää aina useaa ydintä samaan aikaan on haastavaa, joten tietyt tämänhetkiset työvaiheet vaativat enemmän aikaa tietokoneelta kuin toiset. Tähän voidaan kuitenkin vastata korkeamman taajuuden omaavalla prosessorilla, jonka laskentanopeus on nopeampi kuin matalamman taajuuden omaavalla.

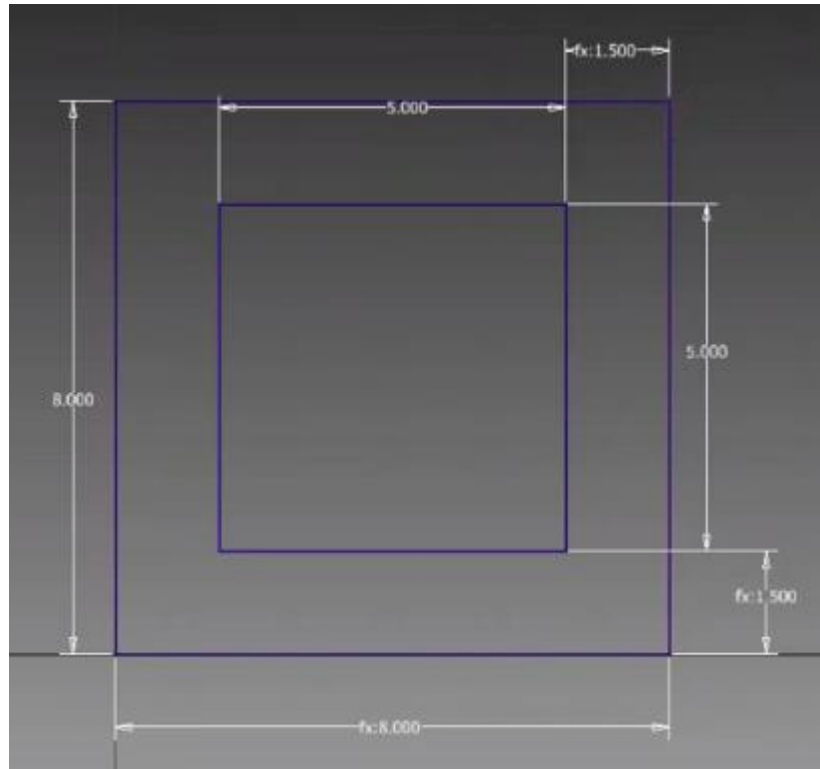
3.2 Parametrinen mallinnus

Parametrisuudella tarkoitetaan kappaleen ominaisuutta muokkautua tiettyjen parametrien, eli funktioiden lähtöarvoilla. Verrattuna manuaaliseen mallintamiseen parametrisillä malleilla saadaan ohitettua tiettyjä työvaiheita, kun tiedetään esimerkiksi kappaleen tai kokoonpanon halutut ulkomitat. Taulukoimalla nämä tietyt parametrit saadaan aikaiseksi konfiguraattoreita, joilla kokonaista kokoonpanoa voidaan ohjata muokkaamatta manuaalisesti yhtäkään rajoitetta.

Parametrinen mallinnus tarjoaa mahdollisuudet luoda helppokäyttöisempiä ja nopeammin muokattavia malleja, mutta vaatii tekijältään ymmärrystä koodikielestä ja ohjelman sisäisistä mahdollisuuksista. Vaadittavat taidot ja koodikielen hallitsemisen tarve riippuu mallin monimutkaisuudesta. Pelkästään yksittäisten kappaleiden parametrisuus ei välttämättä nopeuta työntekoa, vaikka parametreilla saadaankin asetettua kappaleelle tiettyjä sääntöjä. Työnteon tehostamiseksi on luotava parametrisia kokoonpanomalleja, joiden hallinta on huomattavasti vaikeampaa yksittäisen kappaleen työstämiseen verrattuna.

Yksinkertaisimmillaan parametrinen malli voi olla yksi kappale, joka sisältää mittoja suhteessa muihin mittoihin. Tällöin yhtä mittaa muuttamalla toinen seuraa perässä.

Tätä kutsutaan mallin parametrisuudeksi, joskin yksinkertaisimmaksi mahdolliseksi sellaiseksi.



Kuva 1. Inventor Parametric Modelling (Joshua Quinn 2015).

Kuvassa kaksi sisäkkäistä neliötä on mitoitettu toistensa suhteen parametrisesti. Reunojen pituuksien, sekä reunojen välien mitoissa lukeva "fx" tarkoittaa funktiota. Tällöin mitta on funktio, eli laskutoimitus suhteessa johonkin toiseen mittaan. Uloimman suorakaiteen kanta on mitoitettu olevan "fx:8.000", eli sama kuin suorakaiteen korkeuden. Tämä on suora viittaus toiseen mittaan, joka tekee kulmion kannasta parametrinen korkeuden suhteen (Joshua Quinn 2015).

Sisempi nelikulmio on sijoitettu keskelle ulompaa kulmiota, riippumatta ulomman kulmion sivujen pituuksista. Se pysyy siis aina keskellä vaikka ulompaa neliötä suurennettaisiin tai siitä tehtäisiin suorakaide. Tämä saavutetaan asettamalla välimatkoille funktiot, jotka laskevat ulomman neliön sivun pituuden ja sijoittavat sisemmän neliön sivun keskipisteen sen puoliväliin. Funktio on yksinkertainen ja vastaavia parametreja hyödynnetään useissa malleissa, joissa lähtöarvoilla halutaan vaikuttaa vain tiettyihin mittoihin ja pitää tietyt asiat samassa sijainnissa muuttuneen ulkomuodon suhteen.

3.3 3D-malli Alfa Laval Aalborgilla

3D-malli on keskeinen osa projektia jo alkuvaiheessa. Tuotteita myytäessä on tärkeää näyttää asiakkaalle, millainen kaupattava tuote tulee olemaan. Projektipohjaisessa työskentelyssä miltei jokainen tuote on erilainen asiakkaan vaatimuksista johtuen. Lähes jokainen myyntivaiheessa tehtävä kuva poikkeaa siis edellisestä tavalla tai toisella. Tähän perustuen on tärkeää, että uusia kuvia saadaan tehtyä nopeasti ja että ne vastaavat kuitenkin tarpeita esittäviä tiettyjä yksityiskohtia jo tässä vaiheessa.

Uuden mallin luomista varten on kehitetty konfiguraattori, joka on pitkälle hiottu parametrinen malli pakokaasukattilasta. Tämän avulla saadaan tiettyjen parametrien ja alkuarvojen avulla mallinnettua kattilan raakaversio myyntivaiheita varten. Konfiguraattorin parametrit perustuvat asiakkaan voimalaitoksen moottorityyppiin, sekä virtausteknisiin ja kattilan lujuusteknisiin arvoihin. Kattilan hyötysuhteen on oltava optimoitu ja kattilan on kestettävä tiettyjä ulkopuolisia rasitteita, kuten voimakkaita tuulia ja tietyissä tapauksissa jopa mahdollisia maanjäristyksiä. Näin yksityiskohtaiset tiedot lasketaan kuitenkin vasta projektin toteutusvaiheessa, eivätkä suoranaisesti ole ongelma myyntivaiheen mallin luomisessa.

3D-malleja käytetään lähes joka työvaiheessa, joten on tärkeää että ohjelmistot ja työtavat mallien keskuudessa ovat optimoituja. Myyntivaiheesta projektin suunnitteluun, sekä valmistukseen hyödynnettyä 3D-mallia ei kuitenkaan enää käytetä esimerkiksi tuotteen käyttö-, tai huolto-ohjeissa. Täten 3D-mallin elinkaari rajoittuu asiakkaan antamasta tarjouspyynnöstä tuotteen valmistukseen. Käyttöohjeista ja niiden nykytilanteesta, sekä kehittämisestä kerrotaan lisää kappaleessa ”3.5 Käyttö-, ja huolto-ohjeiden kuvittaminen”.

3.4 3D-mallin yhteys tuotteen elinkaareen

Vaikka 3D-malli kulkee osittain käsi kädessä tuotteen elinkaaren kanssa, 3D-mallin ja tuotteen elinkaaria ei kuitenkaan pidä sekoittaa keskenään. 3D-malli on usein

osana tuotteen elinkaarta, mutta ei välttämättä loppuun asti. Tuotteen elinkaari koostuu karkeasti valmistuksesta, sekä tuotteen asennuksesta, huolloista ja kunnossapidosta. 3D-malli ei välttämättä ole osana tätä elinkaarta valmistuksen jälkeen.

Alla olevassa kuvassa (kuva 2.) tuotteen elinkaarta kuvataan ajan suhteessa tuotteesta saataviin voittoihin. Kyseessä on perinteisen tyyppin elinkaari, josta on havaittavissa neljä vaihetta; markkinoilletulo-, kasvu-, kypsyys-, ja laskuvaihe (Bergström, Leppänen 2015, 227). Tuotteen alkuvaiheena on esitetty tuotekehitys, jolloin tuote saa ensimmäisen prototyypinsä, mutta ei ole vielä tuotannossa. 3D-mallinnusta hyödynnetään hyvin paljon eritoten tuotekehityksessä, joten on selvää että 3D-mallin elinkaari alkaa ennen itse tuotteen konkreettista elinkaarta.

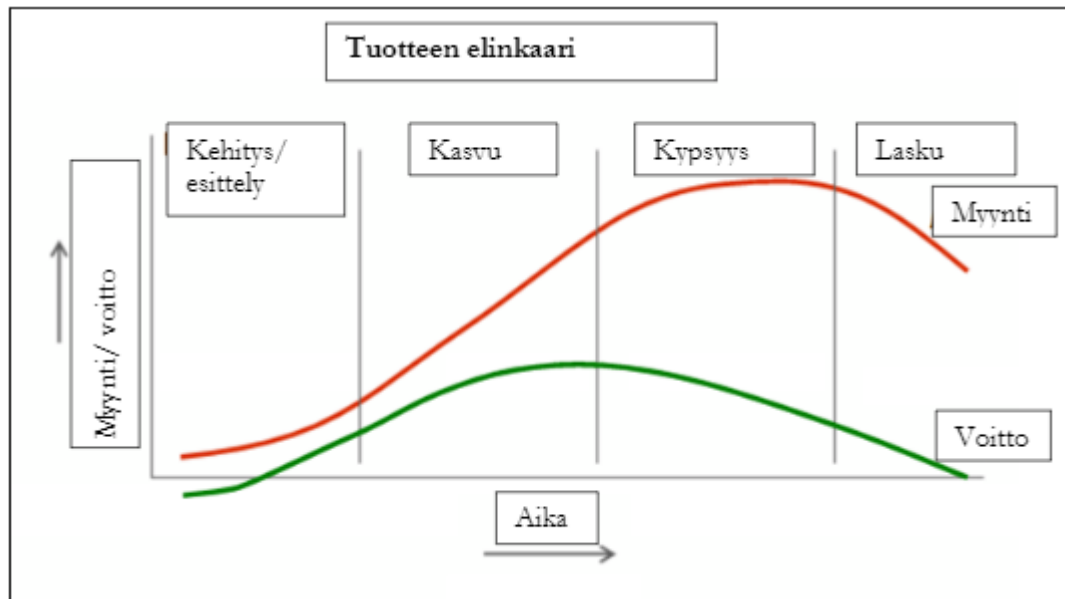
Tuotekehityksen kanssa samaan vaiheeseen kuuluu tuotteen esittely ja markkinointi, jolloin tuote tuodaan markkinoille ja sitä pyritään mainostamaan riittävän näkyvyyden takaamiseksi. 3D-malli on usein mukana myös tässä vaiheessa, kun kyse on teknologiateollisuudesta. Tuotteista tehdään esimerkiksi myyvä animaatio, tai korkearesoluutioiset kuvat markkinoinnin tarpeisiin.

Markkinointia seuraa tuotteen myynnin kasvu, jolloin punaisen käyrän nousu on jyrkimmillään. Punainen käyrä kuvaa myyntiä ja vihreä tuotteesta saatavaa voittoa. Kasvuvaiheessa myyntihinta on korkeimmillaan, jolloin voitot saavuttavat huippunsa. 3D-mallia saatetaan hyödyntää vielä samalla tavalla kuin markkinointivaiheessa, mutta uusia malleja tuskin luodaan riippuen tuotteesta.

Kypsyys on vaihe, jolloin tuote tunnetaan markkinoilla ja saavuttaa myynnin huippunsa. Voittojen lasku selittyy myyntihinnan alentumisella, kun taas myynti kasvaa vielä alennusten johdosta. Esimerkiksi matkapuhelinalalla uusia malleja aletaan jo markkinoimaan edellisen mallin saavuttaessa kasvun ja kypsyyden rajapinnan, jolloin saadaan tasainen kassavirta tuotteiden yhteenlasketuista voitoista.

Viimeinen vaihe on lasku, jolloin tuotteen elinkaari lähenee ainakin teoreettisesti loppuaan, kun uudet mallit ovat markkinoilla. Tämä ei kuitenkaan päde kaikilla aloilla ja tuotekategorioilla, vaan toisinaan tuotteesta saatavat voitot kertyvät pääosin

varaosamyynnistä ja kunnossapidosta. Tällaisia tuotteita on esimerkiksi ulkoisesti kestävät teollisuuden koneet, joista kulutusosat kuten jyrsimien terät ovat suuressa roolissa tuotteesta saatavassa kassavirrassa.



Kuva 2. Tuotteen elinkaari (Tyni 2011).

ALA:n valmistamien pakokaasukattiloiden elinkaari ei täysin seuraa klassista elinkaarta, jossa uuden tuotteen myynnillä korvataan vanhan mallin laskukaudet. Tuotteen elinkaaret vaihtelevat vuosista vuosikymmeneihin, jolloin uuden tuotteen sijaan elinkaaren loppuvaiheessa saatavat voitot kertyvät lähinnä varaosamyynneistä ja huoltotoimenpiteistä.

3.5 Käyttö-, ja huolto-ohjeiden kuvittaminen

Tämänhetkiset käyttöohjeet on kuvitettu ainoastaan suurpiirteisillä malleilla havainnollistamaan laitteistojen toimintatapoja ja niihin liittyviä huoltotoimenpiteitä. Projektikohtaisiin huolto-ohjeisiin ei kuitenkaan hyödynnetä juuri sen projektin omia laitteita, vaan kuvissa käytetään yleismalleja jotka sopivat suurimpaan osaan tapauksista. Suurissa laitteissa kuten pakokaasukattiloissa tämä ei välttämättä olekaan tarpeellista, mutta pienemmissä ja monimutkaisemmissa kokoonpanoissa kuten apulaitekoneteissa sisältö ja komponentit muuttuvat projektikohtaisesti niin paljon, että omat huoltokuvat ja käyttöohjeet projektille voisivat olla hyödyllisiä.

ALA:n tuotteiden yhteydessä ei kuitenkaan ole tarvetta luoda esimerkiksi räjäytyskuvia niiden yksinkertaisten huoltotarpeiden takia. Kokoonpanot koostuvat niin suurista osista, että ne on tarpeeksi selkää osoittaa valmistuskuvissa 2D:nä. Käyttöohjeet tulisi päivittää tietyin väliajoin, kun uusia malleja ja laitteistoja ruvetaan valmistamaan. Vanhat ohjeet eivät välttämättä päde enää uusien tuotteiden yhteydessä, joten on tärkeää pitää myös ohjeet ajan tasalla.

3.6 Virtuaalinen koulutus

Virtuaalimaailman yhdistämistä todellisuuteen on kehitetty tällä vuosikymmenellä hyvin paljon. Tästä esimerkkeinä AR-, sekä VR-, ohjelmat, joista muutamia voidaan käyttää jopa matkapuhelimilla. VR, eli Virtual Reality on tekniikkaa, jossa aivoja huijataan luomalla kokonaan uusi todellisuus virtuaalilasien kautta. Virtuaalilaseja ei sovi kuitenkaan sekoittaa 3D-laseihin, sillä 3D-lasit luovat vain 2D-kuvasta kolmiulotteisen tuntuisen, kun taas virtuaalilaseilla voidaan luoda täysin uusi ulottuvuus peittämällä henkilöltä miltei kaikki aistit todelliseen maailmaan.

Virtuaalinen koulutus ja virtuaaliseen todellisuuteen sijoittuva materiaali voisi olla seuraava kehitysaskel pakokaasukattiloiden huoltotoimenpiteiden ohjeistuksessa. Tällöin kouluttajaa ja koulutettavia ei yhdistäisi paikka tai aika, vaan koulutus voisi olla pelkkä ohjelma, jonka kautta VR-maailmassa voitaisiin tutustua kattilan huoltotoimenpiteisiin. Samaa tekniikkaa voidaan käyttää myös reaaliaikaisessa koulutuksessa, jolloin kouluttaja voi vastata suoraan esitettyihin kysymyksiin kattilan toiminnasta ja antaa esimerkkejä virtuaalimaailman mallin avulla.

Tällä hetkellä käytössä olevien 3D-suunnitteluohjelmien lisäksi Autodesk tarjoaa VRED Design-ohjelman, jolla 3D-mallien tuominen VR-maailmaan onnistuu käden käänteessä. Virtuaalimaailmaa ihastelemaan halutessaan on kuitenkin myös omistettava VR-lasit, joten halutessaan päästä hyödyntämään VR-maailman mahdollisuuksia pitää sijoittaa uuteen ohjelmistoon ja laitteistoon. VRED on helppokäyttöinen vaikka koulutettavilta osapuolilta ohjelman käyttöä ei tarvitse edellyttää. Tällä hetkellä ohjelmistot ja laitteistot maksavat paljon, joten käyttöä niille olisi löydettävä jotta niistä saatava kate ylittäisi kustannukset.

VRED lisenssin hankinta voidaan korvata yhteistyöllä alihankkijan kanssa, jolla on jo kyseinen ohjelmisto. Kuten jotkin FEM-laskennat, VR-malli voitaisiin luoda ulkopuolisten toimesta ja ALA saisi valmiin tuotteen käsiteltäväksi pelkän katseluohjelman kautta. Tällöin yrityksen ei tarvitsisi käyttää aikaa tai resursseja itse VR-mallin luomiseen.

4 SELVITYS VERROKKIYRITYSTEN TYÖTAVOISTA

4.1 Verrokkirytysten esittely

Kyselyssä tutustutaan kolmeen yritykseen, jotka hyödyntävät työvaiheissaan samantasoisia 3D-mallinnus-, sekä CAD-ohjelmia kuin ALA. Verrokkirytyksistä käytetään koodeja A, B ja C turvaamaan yritysten yksityisyys. Yritykset toimivat teknologia-alalla ja ovat hyviä vertailukohteita työvaiheiden ja 3D-mallin käytön analysointiin.

Yritys A käyttää pääosin suunnitteluohjelminaan Solidworksia 3D-mallinnukseen ja simuloiteihin, sekä AutoCadia 2D-kuvien hallinnoimiseen. Yrityksen tuotteita valmistetaan koneistamalla, sekä käsin. A:n tuotteet keskittyvät jätteenkäsittelylaitoksiin ja suuriin linjastokokonaisuuksiin. Yritys on aktiivisesti mukana teknologian kehityksessä ja käyttää 3D-mallinnusta suuressa osassa tuotekehitystä ja valmistusta, jonka takia sijoittui listalle verrokkirytykseksi.

Yritys B käyttää suunnitteluohjelmanaan myös Solidworksia, joten yritysten väliltä on hyvä kerätä yhtäläisyyksiä, sekä eriävyyksiä kyseisen ohjelmiston käytön suhteen. Yritys B on hyvä verrokkirytytys tutkimuksessa, sillä tuotevalikoima on hyvin standardisoitu, sekä samankaltainen kuin kohdeyrityksellä. B:n tuotteet koostuvat pääasiassa lämmönvaihtimista ja muista energiateknisistä komponenteista. Työtavoista ja ohjelmien ominaisuusvaatimuksista on siis helppo kerätä selkeät erot ja yhtäläisyydet.

Yritys C käyttää suunnitteluohjelmanaan Creo:a. Creo on PTC:n lanseeraama CAD-ohjelmisto, joka on ominaisuuksiltaan samantasoinen kuin Inventor, sekä Solidworks. Creo on ulkoasultaan hyvin samanakaltainen Inventorin kanssa ja suuri osa perustoiminnoista toimii samalla tavalla. Creo tarjoaa suunnittelijoille samat valmiudet luoda 3D-malleja, sekä niiden pohjalta 2D-valmistuskuvia. C:n tuotevalikoima koostuu suurista kuljetinlinjastoista, joiden hallinta 3D:nä vaatisi todella paljon ohjelmalta, sekä tietokoneelta. Yritys luo suuremmat layout-mallit 2D:nä, sillä näiden hallinnointi 3D:nä ei olisi ajankäytön kannalta kannattavaa.

4.2 Kyselyn pääkohdat ja tavoitteet

Kyselyn tarkoituksena on selvittää verrokkiyritysten työtapoja ja verrata niitä opinnäytetyön kohdeyritykseen Alfa Laval Aalborgiin. Tavoitteena on selvittää onko muiden yritysten työtavoissa vaihteita tai ohjelmia, jotka hyödyttäisivät myös ALA:n työvaihteita. Verrokkiyritykset käyttävät pääosin eri ohjelmistoja kuin ALA ja antavat näkökulmia muiden ohjelmistojen käytöstä 3D-suunnitteluympäristössä.

Kyselyssä perehdytään yritysten käyttämiin vanhoihin ja nykyisiin suunnitteluohjelmiin, yritysten työtapojen vaatimiin ominaisuuksiin CAD-ohjelmistoilta, sekä 3D-mallin hyödyntämiseen tuotteen elinkaaren aikana. Vertailutulokset listataan sanallisesti kappaleessa 4.3 ”Kyselytulosten vertailu”.

4.3 Kyselytulosten vertailu

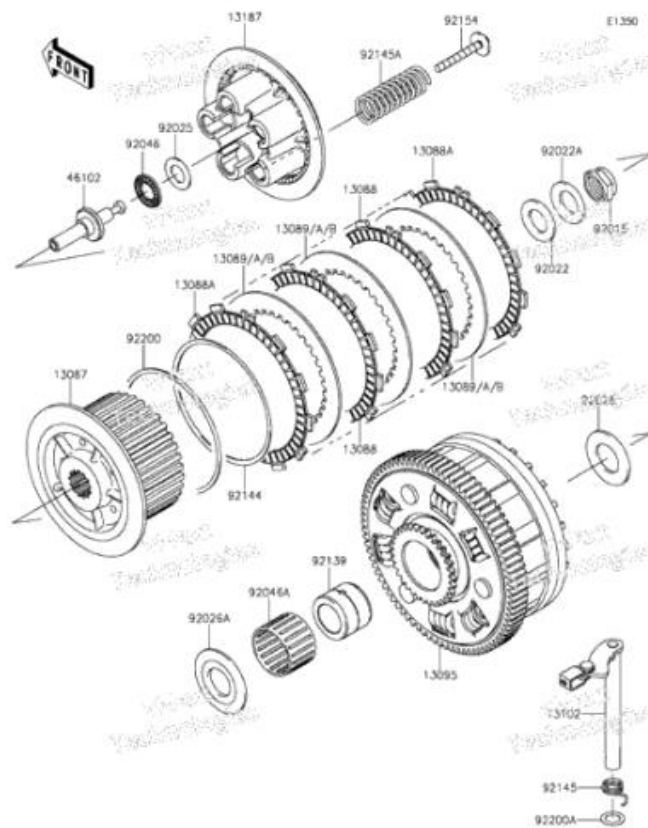
Verrokkiyritykset ovat analysoineet tarpeensa ohjelmien suhteen ja käyttävät ohjelmistoja, jotka täyttävät heidän tuoteryhmiensä suunnitteluun vaadittavat vaatimukset. Nykyaikaisessa 3D-mallinnuksessa ja ohjelmien kilpailutasossa tähän kuuluu parametrisuuden tuki, simulaatiot, renderöintiominaisuudet ja ohjelman vakaus suunnittelukäytössä. Jokaisesta verrokkiyritysten, sekä kohdeyrityksen käyttämästä CAD-ohjelmasta löytyy kyseiset ominaisuudet, mutta tiettyjen ominaisuuksien tukena on käytetty myös muita ohjelmia tukemaan tai korvaamaan niitä. Tällaisia ovat esimerkiksi simulaatiot, sekä renderöinnit.

Jokainen verrokkiyritys käyttää pääasiallisesti 3D-ohjelmaa suunnittelutyössä, sekä 2D-piirustuksia valmistukseen. Osittain kuitenkin 3D-mallinnusta sivutaan vanhojen tuotteiden kohdalla, kun ei ole kannattavaa luoda 3D-mallia, vaan jatkaa valmistusta vanhojen kuvien pohjalta. Samaa työtapaa käytetään jokaisessa vertailuyrityksessä, kuten myös ALA:lla. Mikäli vanhaa tuotetta täytyy muokata ja valmistaa, se saatetaan kuitenkin luoda uudelleen 3D:lle, sillä 2D-ohjelmien osajat ovat vähenemässä kovaa vauhtia. Korkeakoulujen opetus painottuu 3D-suunnitteluun, joten 2D:llä suunnittelu on jäämässä menneelle aikakaudelle vaikka valmistuskuvat luodaankin kaksiulotteiseksi.

4.3.1 Verrokkiyritys A

Yritysten tavat hyödyntää 3D-mallia eroavat toisistaan vain vähän, mutta ALA:n työtavoista sitäkin enemmän. Yritys A luo projektin tarjousvaiheessa layoutin asiakkaalle, joka koostuu olemassa olevista standardituotteiden malleista, sekä niiden lisälaitteista. Yrityksen tuotekategoria mahdollistaa yleispätevien mallien käytön, jonka johdosta myyntivaiheessa tehtävä layout on hyvin lähellä projektille tulevaa varsinaista layouttia. ALA:lla miltei jokaisen asiakkaan tarpeet ovat uniikit, josta johtuen tarjousvaiheessa on tehtävä asiakkaalle kustomoitu malli, jotta asiakas voi keskittyä yksityiskohtaiseen suunnitteluun pakokaasukattilan ympäristölle. Tuotteiden ulkomitat muuttuvat niin radikaalisti, ettei yleispäteviä malleja ole mahdollista hyödyntää jatkuvasti. Mikäli tarjousvaiheessa uuden projektin pakokaasukattila vastaa vanhaa jo suunniteltua kattilaa, käytetään sitä kuitenkin referenssinä.

Yritys A hyödyntää 3D-mallia tehokkaasti myös käyttöohjeissa, sekä koulutuksessa esimerkiksi räjäytyskuvien avulla. 3D-mallista luotavat räjäytyskuvat ovat erittäin havainnollistava tapa esittää huolto-ohjeissa tiettyjen komponenttien sijainti monimutkaisessa kokoonpanossa. Alla esimerkki räjäytyskuvasta (kuva 3.), joka havainnollistaa kuvan informatiivisuuden. Kuva ei liity yrityksen tuotteisiin, vaan toimii ainoastaan esimerkkinä.



Kuva 3. Räjätyskuva moottoripyörän kytkimestä (Kawasaki Partshouse 2018).

3D-mallien lisäksi yritys hyödyntää Solidworksin, sekä Autodesk 3ds Max:n avulla luotavia animaatioita koulutuksessa, sekä myyntitarpeissa. Myynnin tarpeisiin yritys on myös 3D-tulostanut malleja esiteltäviksi erinäisissä tapahtumissa. Renderöivät kuvat yritys tekee pääosin Autodeskin 3ds Max-ohjelmalla. Valokuvamaiset renderit ovat myyvä tapa esitellä tuotteita, mutta 3D-tulostetut pienoismallit ovat käsinkosketeltavia ja siten joskus jopa animaatioita informatiivisempia.

A ei ole luonut yleisiä suunnitteluohjeita 3D-mallinnukselle, sillä tähän löytyy materiaalia internetistä, sekä suunnittelijan pätevyysvaatimukseen kuuluu 3D-mallinnuksen hallinta. Yrityksen käyttämille ohjelmistoille on kuitenkin käyttöohjeita, joten tarvittava materiaali on itse opiskeltava ja käytävä läpi. Alan koulutus, sekä harjoitustyön hyväksytty suoritus toimivat perusvaatimuksina ja mittareina mallintajan pätevyydelle.

Tarkkaa статистиikkaa 3D-mallinnukseen siirtymisen hyödyistä ei ollut saatavilla, mutta haastattelun kautta tehtiin kuitenkin havaintoja 3D-mallien yleisistä hyödyistä. Suunnittelun tehostuminen, sekä virheiden vähentyminen ovat huomattavissa, vaikka valmistus ei ole konkreettisesti nopeampaa. Mallien hyödyntäminen asiakkaan rajapinnassa auttaa myös asiakkaiden informaation saannissa ja havainnollistaa tehokkaasti yrityksen tuotteiden tilankäyttöä, sekä niiden toimintaa. 3D-mallien lisäarvo on siis vaikea konkretisoida, mutta selkeästi huomattavissa useassa eri työvaiheessa.

2D:stä 3D-suunnitteluun siirtymisestä ei haastatteluun osallistuneilla yrityksillä ollut konkreettista näyttöä esimerkiksi tuotannon tehostumisesta. Solidworks kertoo verkkosivuillaan historiaa asiakkaastaan, jonka tuotanto kasvoi kolmikymmenkertaiseksi Solidworks 3D-suunnitteluohjelman käyttöönoton myötä. ”In 2008, before we standardized on SOLIDWORKS, we designed and manufactured an average of two machines each year. Right now, with SOLIDWORKS, we’re producing 60 machines annually” (Díaz 2018). Díazin mukaan esimerkkiyrityksen tuotanto kasvoi kolmikymmenkertaiseksi ainoastaan suunnitteluohjelman vaihdoksella. Haastateltujen yritysten, sekä ALA:lta saadun konsultaation mukaan tämä ei kuitenkaan ole saavutettavissa millään ohjelman vaihdoksella, vaan vaatii myös tuotannon hallinnollisia muutoksia.

Yrityksen tulevaisuuden suunnitelmat uuden tekniikan kannalta ovat vielä konseptitasolla, mutta VR:n hyödyntämistä esimerkiksi huolto-ohjeistuksessa on mietitty. Muuten tällä hetkellä VR ei ole hyödynnetty ominaisuus, vaan se on korvattu muilla visuaalisilla efekteillä, kuten animaatioilla.

A hyödyntää osien valmistuksessa laserskannausta. Laserskannauksella työstetystä kappaleesta saadaan aikaiseksi 3D-malli, jonka kautta tietokone pystyy tarkistamaan toleransseja ja virheitä. Laserkannaus on hyvä tapa tarkistaa koneistetun kappaleen mittoja, kuten myös suurempien kokonaisuuksien, esimerkiksi asiakkaan tilojen mitoitukseen jonne valmis tuote sijoitetaan.

4.3.2 Verrokkiyritys B

Verrokkiyritys B:n tuotekategoria mahdollistaa A:n tapaan vanhojen mallien hyödyntämisen tehokkaasti myyntivaiheessa. Tuotteet ovat pitkälle standardisoituja moduuleja, joista voidaan koota asiakkaan tarpeisiin omat myyntimallit. Tällöin tarjouksen tekeminen nopeutuu, sillä jokaista uutta tarjousta kohden ei tarvitse tehdä uusia malleja. Yritys välittää asiakkaalle päämittakuvat tarjottavista tuotteista, sekä joissain tapauksissa myös simplifidoidut 3D-mallit.

Yritys hyödyntää 3D-malleja tuotekehityksessä, mutta ei 3D-tulostuta prototyyppejä. Prototyypit saadaan testattua 3D-malleina simulaatioilla, joita Solidworksilta löytyy esimerkiksi virtauksen analysoimiseen, lämpölaajenemiseen, sekä ulkoisen rasituksen efekteihin. Yritys A:n vastaisesti B ei hyödynnä räjäytyskuvia, mutta käyttää kuitenkin 3D-malleja käyttöohjeissa, sekä koulutuksessa. Räjäytyskuvien käytön puute pohjautuu pääasiallisesti tuotteiden konstruktion, eli rakenteeseen, joka on paljon yksinkertaisempi ja yhtenäisempi kokonaisuus verrattuna A:n tuotteisiin. Huoltotarpeiltaan B:n tuotteet vastaavat hyvin paljon ALA:n tuotteita, joten räjäytyskuvat eivät antaisi myöskään ALA:lle lisäarvoa vastaavissa tapauksissa.

3D-suunnitteluun ei tarjota ohjeita, vaan alan koulutus, sekä Solidworks-ohjelman hallitseminen kuuluvat suunnittelijan pätevyysvaateisiin. Yrityksen sisäisessä laitekoulutuksessa, sekä servicen yhteydessä 3D-malleja hyödynnetään kuitenkin kuvittamalla koulutusmateriaalia.

Yritys B:n näkemys 3D-mallinnuksen lisäarvosta vastaa hyvin pitkälti A:n ja ALA:n sisäisiä näkemyksiä. 3D-mallin kautta prototyyppien mallintaminen on tehokkaampaa, sekä monimutkaisten kokoonpanojen tarkastelu on yksinkertaista. 3D-malli antaa lisäarvoa myös asiakkaalle, joka tehostaa myynnin työskentelyä ja antaa mahdollisuudet vastata tehokkaasti asiakkaan tarpeisiin, sekä tilanvaraukseen. Tuotanto ei kuitenkaan ole kasvanut, mutta kuvien tuottaminen vaatii vähemmän töitä ja työntekijöitä.

B ei hyödynnä VR-ominaisuuksia, eikä ole suunnitellut ottavansa VR-tukea käyttöön omien töidensä tehostamiseksi. Kyseinen tekniikka ei tuo lisäarvoa yrityksen

tuotteita kohtaan, sillä kokoonpanot ovat niin kiinteitä paketteja, ettei VR anna sellaista informaatiota mitä ei muutoin pystyittäisi esittämään.

Yrityksen tuotteita sijoitetaan toisinaan niin ahtaisiin kohteisiin, että tuotteen sijoituskohte on täytynyt laserskannata, jotta tilankäyttö voidaan optimoida tuotteelle. A:n vastaisesti tuotteita ei kuitenkaan itsessään laserskannata, eikä skannattuja kappaleita ole valmistuksessa, sillä hyvin harva osa tuotetaan koneistamalla.

4.3.3 Verrokkiyritys C

Yritys C käyttää muista verrokeista poiketen 3D-suunnitteluun Creo-ohjelmistoa, jonka ominaisuudet vastaavat pitkälti Solidworksia, sekä Inventoria. Projektia tarjottaessa yritys ei luo uusia 3D-malleja asiakkaalle, vaan tarjoaa materiaalin 2D:nä. Yrityksen layoutit ovat niin isoja, että on tehokkaampaa hyödyntää vanhoja materiaaleja ja sijoittaa ne 2D:nä layouttiin. Referensseinä laitteista käytetään vanhojen projektien 2D-kuvia, joista kootaan sopiva kokonaisuus.

Muista poiketen C käyttää valmistuksessa metallin 3D-tulostusta. Useat pienet ja monimutkaiset kappaleet on helpompi ja halvempi tulostaa, kuin koneistaa. Tuotekehityksessä hyödynnetään 3D:tä kuten muillakin verrokeilla. Tämän lisäksi yritys koneistaa useita osia CNC-koneilla, jotka vaativat step-tiedostoja lukeakseen kappaleen ulkomuodot. STEP-tiedosto on ISO 10303-standardin tiedostomuoto, joka johtuu sanoista "Standard for Exchange of Product model" (Lipman 2018).

C hyödyntää Creo Illustrate-ohjelmaa luomalla valokuvamaiset renderit käyttöohjeisiin, myyntikuviin ja yleiseen koulutukseen. Creo Illustrate vastaa Autodeskin 3ds Max-ohjelmaa, jolla renderöidään, sekä animoidaan 3D-malleja. Koulutuksessa C käyttää 3D-malleja myös havainnollistamaan tuotteen rakennetta ja toimintaperiaatteita. Koska nykypäivänä 2D on kuin katoava kansanperinne, ennen projektia C tunnistaa onko tuotteille tarvetta tehdä 3D-mallit, vai käytetäänkö vanhojen tuotteiden 2D-kuvia valmistuksessa. Mikäli 2D soveltuu projektin suunnittelutyöhön, se ohjataan osaavalle ryhmälle jotka hallinnoivat projektia.

Yritys on siirtynyt Creoon Ideas-ohjelman pohjalta ja käyttää nykyään 3D:tä suunnittelun kulmakivenä. 2D:lle ei ole tehty ohjeistuksia, mutta Creon käyttöön on kirjoitettu suuri ohjekirja, jonka pohjalta itsenäisen työskentelyn pitäisi onnistua vaikka aikaisempaa kokemusta ohjelmasta ei olisi. Mekaniikan alan koulutus on kuitenkin osavaatimus suunnittelijan työssä, sekä vankka aikaisempi mallinnuskokemus jonkin mekaanisen mallinnusohjelman parista.

C ei hyödynnä tällä hetkellä VR-ominaisuuksia tai ohjelmia, mutta on tutustunut aiheeseen ja visioi tulevaisuudessa esimerkiksi huolto-ohjeiden migraatiosta VR-ympäristöön. Yrityksen tuotteita ei skannata valmistusta varten, eikä toleranssien tarkistuksessa, vaan mitat tarkistetaan mikrometreillä. Asiakkaiden tiloja on kuitenkin skannattu tilanvarausta varten, jotta saadaan yksityiskohtainen kuva kohteesta. Tätä on jouduttu hyödyntämään varsinkin, kun vanhan kohteen piirustukset ovat puuttelliset tai uupuvat.

3D-mallien käyttöä ja hallitsemista vaaditaan nykyaikana jokaiselta teknologiayritykseltä, joka valmistaa omia tuotteita. Asiakkaat vaativat STEP-tiedostoja, joita ei pystytä tarjoamaan ilman oikeaa ohjelmistoa. Oli kyseessä venttiilitoimittaja, tai hydrauliliikkakoneikkojen valmistaja, seuraava asiakas tuotteen elinkaareissa vaatii omaan suunnitteluunsa 3D-malleja tuotteen tarjoajalta.

3D-suunnittelun yleisistä eduista huolimatta C ei tunnista omassa työssään konkreettisia vaikutuksia liiketoiminnan tehostumisessa tai toimitusaikojen lyhentymisessä. 3D-mallien tarjoamat yksityiskohtaiset kappaleet kuitenkin mahdollistavat C:n sanoin ”parempien tuotteiden” tarjoamisen samalla toimitusajalla.

4.4 Kyselyn analysointi ja johtopäätökset

Yrityskysely tuotti pääosin odotetun tuloksen, sekä tarjosi viitteitä siitä, miten Alfa Laval Aalborg sijoittuu nykyaikaiseen suunnittelu-ympäristöön. Kilpailukyvn kannalta kyselyn perusteella ALA on pysynyt hyvin muiden teknologiayritysten mukana, eikä merkittävää kehitettävää löytynyt. Ohjelmistojen vertailusta ja

korvattavuudesta kerrotaan lisää kappaleessa ”5.1 Ohjelmistojen kilpailukyky ja korvattavuus”.

Nykyiset työtavat ja 3D-mallien hyödyntäminen ovat optimoitu niin hyvin, ettei projekteja ole menetetty myyntikuvan myöhästymisen tai puuttellisuuden takia. Tämä on suureksi osin konfiguraattorin ansiota, joten mikäli ohjelmistot korvataan toisen palveluntarjoajan ohjelmistoilla, konfiguraattori on saatava siirrettyä uuteen suunnitteluohjelmaan.

Verrokkirytykset eroavat tuoteryhmiltään paljon, joten suoria työtapojen eroavaisuuksia on vaikea verrata tehokkuudeltaan tai kannattavuudeltaan ALA:an. Yrityskysely antoi kuitenkin puitteet verrata ohjelmistojen käyttöastetta, sekä yleisiä työtapoja eri työvaiheissa. Esimerkiksi käyttö- ja huolto-ohjeissa käytettävien 3D-mallien hyödyntäminen on yleistä jokaisella yrityksellä. Räjätyskuvia ei kuitenkaan käyttänyt kuin yritys A, jonka tuotteet vaativat tarkkaa kokoonpanoa pienistä komponenteista. Yritysten tavat toimia asiakasrajapinnassa vastaavat pitkälti ALA:n työtapoja, riippuen yrityksen tuotteesta. Samoin myös pätevyysvaatimukset suunnittelijoilta vastaavat hyvin pitkälti Alfa Laval Aalborgia, jonka mukaan suunnittelijan on hallittava 3D-mallinnusta, sekä omattava alan koulutus.

5 3D-SUUNNITTELUN NYKYTILA JA YHTEENVETO

5.1 Ohjelmistojen kilpailukyky ja korvattavuus

Autodeskin tarjoamien ohjelmien hallinta ja osaaminen Alfa Laval Aalborgilla on hyvällä tasolla, joten tällä hetkellä kilpailevien ohjelmien hankinta tuskin olisi kannattavaa. Mahdolliset edut ohjelmistojen vaihtamisen yhteydessä olisivat niin pieniä, etteivät korvaisi muutoksista johtuvia kuluja ja käyttäjäkoulutuksista johtuvaa ajankäyttöä. Tämänhetkisten ohjelmien hyödyntäminen ALA:n tuotteiden valmistuksessa ja prototyypin suunnittelussa on huippuluokkaa, eikä niiden korvaaminen tuo lisäarvoa työvaiheisiin tai tuotteisiin.

Ohjelmistojen korvaamisen sijaan Autodeskin 3ds Max-ohjelmaan tutustuminen, sekä käyttöönotto voisi luoda mahdollisuudet parempien fotorealististen kuvien tekemiseen. Tämä korvaisi Inventor-ohjelmalla luotavien rendereiden tekemisen ja tarjoaisi laajemmat ominaisuudet kuvien, sekä animaatioiden tekemiseen. Verokkiyritys A on käyttänyt 3ds Maxia animaatioiden tekemiseen, jotka ovat visuaalisesti hyvin vaikuttavia ja hyvälaatuisia.

3ds Maxin käyttöönotto edellyttäisi käyttäjiltään kouluttautumista uuden ohjelman käyttöön, joka kuormittaisi työntekijää ja vaatisi työnantajalta joustamista ohjelman harjoittelun suhteen. Uuden ohjelmiston käyttö kannattaisi laajentaa kaikille hyödynnettäväksi, joten yleispätevä käyttäjäkoulutus suunnittelijaosastolle tehostaisi oppimista ja soisi mahdollisuuden työntekijöille aikatauluttaa oppiminen projektitöiden ohelle.

5.2 Nykyisten työtapojen kehittäminen ja tulevaisuus

Suunnittelijoiden ja valmistuksen yhteistyö on kehittynyt 3D-mallinnuksen kautta huomattavasti. Valmistuspajan tarpeisiin vastaaminen ja muutoksien tekeminen valmistuskuviin tapahtuu ripeästi 3D-mallin kautta. Yhden muutoksen tekeminen malliin vaikuttaa jokaiseen valmistuskuvaan, jolloin manuaalista kuvantojen

päivitystä ei tarvita. Tämä on nykyisillä tarjolla olevilla ohjelmilla tehokkain tapa suunnitella mallit ja tuottaa valmistuskuvat pajoille. Työtapojen muutokset vaatisivat uuden teknologian ja ohjelmien hyödyntämistä niin valmistuspajalta, kuin suunnittelutoimistoltakin.

Seuraava kehitysaskel 3D-suunnittelun ja valmistuspajojen väliselle yhteistyölle saattaa olla mitoitettujen 3D-mallien hyödyntäminen. Tuotannon kannalta 3D-mallit nimikkeillä ja mitoitustiedoilla luovat mahdollisuuksia uusiin työtapoihin ja mahdollisesti jopa tiettyjen työvaiheiden korvaamiseen. 3D-mallien mitoitustiedoilla saatavilla valmistuskuvilla myös valmistuspajan on mukauduttava uusiin työtapoihin, joka vaatii uusien työvaiheiden opettelun. Uusien ohjelmistojen ja laitteistojen hankinta on myös merkittävä kustannuskysymys, joten mitoitettujen 3D-mallien valmistus on suuri askel niin suunnittelutyössä, kuin valmistuspajallakin.

Valmistuspajan hyödynnettäväksi ja tuotteiden laadun valvontaa varten 3D-skannaus olisi kehitysaskel, joka osittain poistaisi tarpeen laadunvalvontakuvien käytöstä. Suurien pakokaasukattiloiden ja vaikeamuotoisten laitteiden mittaaminen manuaalisesti on haastavaa ja saattaa johtaa virheisiin. Laitteiden ulkomittojen tarkistaminen ja vertailu 3D-malliin on suoritettavissa laserskannereilla, joiden kautta mitoista saataisiin tarkat ja luotettavat. Suuren kappaleen mittaaminen vaatii kuitenkin ison tilan kalibroidulle lasermittausjärjestelmälle, mutta voittaa manuaalisen työn ajankäytössä ja tarkkuudessa.

Valmistuksen lisäksi tuotteen elinkaaren aikana myös laitteiston asennuksen ja käyttöönotossa voitaisiin hyödyntää 3D-mallia. Perinteisten kokoonpanokuvien käyttäminen korvattaisiin komponenttien sisältämällä datalla, joka yhdistettäisiin asiakkaan käytössä olevaan 3D-malliin. Asennettava komponentti, kuten venttiili, sisältäisi mobiililaitteella luettavan koodin, joka yhdistäisi osan kokoonpanoon ja osoittaisi sen sijainnin. Koodin kautta dataa voitaisiin siirtää äärettömästi komponentin käyttötarkoituksista sen valmistajan yhteystietoihin, sekä esimerkiksi myöhemmässä vaiheessa varaosan tilaukseen vaadittavat tiedot. Näin varaosamyynti yhdistettäisiin 3D-malleihin ja asiakkaan olisi helppo lukea viallisen komponentin tiedot paikan päällä ja tilata koodilla uusi kappale.

Tulevaisuuden tuomista ominaisuuksista ja niiden kannattavuudesta ei ole konkreettista näyttöä, joka jättää VR:n ja muiden teknologian tasojen hyödyt arvailujen varaan. Yritykselle, jonka liiketoiminta perustuu tuotteiden valmistamiseen ja toimittamiseen, visuaaliset ominaisuudet luovat ainoastaan ulkoista kuvaa eikä tehosta suunnittelutyötä tai valmistusta. Konkreettista hyötyä mahdollisesti antavien mitoitettujen ja nimikkeet sisältävien 3D-mallien tuominen valmistamisketjuun vaatii toimenpiteitä niin suunnittelutoimistolta, kuin valmistuspajaltakin. Tämä saattaa olla tulevaisuuden suunta, mutta tällä hetkellä valmistuspajan toiminta on parhaimmillaan nykyisten valmistuskuvien käsittelyssä.

5.3 Yhteenveto

3D-mallin elinkaari Alfa Laval Aalborgilla alkaa tarjousvaiheessa, kun projektia tarjotaan asiakkaalle. Sama 3D-malli on muokattavissa yksityiskohtaiseksi kokonaisuudeksi, josta projektin valmistuskuvat saadaan aikaiseksi. Tuotteen myynnin ja valmistuksen välissä on vaiheita, joissa 3D-mallia muokataan useaan otteeseen asiakkaan toiveiden mukaisesti, joten mallin on tärkeää olla helposti muunneltavissa. Tästä johtuen suunnitteluohjelmalta vaaditaan parametrisuuden tukea.

Alfa Laval Aalborgilla 3D-mallia ei juurikaan hyödynnetä enään valmiin tuotteen toimituksen jälkeen. Asiakkaalle luovutettavissa käyttöohjeissa on hyödynnetty 3D-mallia havainnollistamaan komponenttien sijainteja, sekä rakenteita, mutta huoltotoimenpiteissä tai varaosamyynissä ei varsinaisesti hyödynnetä 3D-mallia. Myynnin ja valmistuksen väliin sijoittuvat työvaiheet ovat kuitenkin pitkälti riippuvaisia 3D-mallista, joten sen merkittävyys on suuri. Mallinnukseen liittyvien työtapojen ja ohjelmistojen on pysyttävä kehityksen mukana, sekä suunnittelijoiden koulutuksen vastattava ohjelmistojen vaatimustasoa.

Suunnitteluympäristössä verrattuna vastaaviin yrityksiin ALA toimii varsin mallikkaasti, eikä näytä merkkejä kehityksessä jälkeen jäämisestä. Tuotekehitystä tehdään jatkuvasti ja tämän työn tarkoituksena oli selvittää 3D-mallinnuksen

nykytilanne ja kehittymismahdollisuudet. Tulevaisuuden teknologia voi muuttaa tilanteen nopeasti, jolloin uusien työtapojen ja -vaiheiden omaksuminen on vaadittavaa. Suurimmat tulevaisuuden ominaisuudet ja tekniikan suunnat ovat VR, mitoitettut 3D-mallit valmistuksen kannalta, sekä 3D-tulostus. Tällä hetkellä kyseiset ominaisuudet eivät toisi konkreettista hyötyä valmistuksen kannalta, mutta PR-tarkoituksissa VR, sekä 3D-tulostus saattavat olla hyödyksi.

LÄHTEET

Alfa Laval Aalborg Oy. 2018. History of Alfa Laval. Viitattu 28.8.2018.
<https://www.alfalaval.com/about-us/our-company/history-of-alfa-laval/>

Autodesk. 2018. 'What is CAD software?' Viitattu 20.6.2018.
<https://www.autodesk.com/solutions/cad-software>

Joshua Quinn. 12.2.2015. Inventor Parametric Modeling. Viitattu 20.6.2018.
<https://www.youtube.com/watch?v=RiVhFNuX1r8>

Bergström, S & Leppänen, A. 2015. Yrityksen asiemarkkinointi. Otavan Kirjapaino Oy. Keuruu.

Tyni, M. 2011. Ryhmäretkimateriaali Unkariin. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Viitattu 4.7.2018. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011122019000>

Kawasaki Partshouse. 2014 Kawasaki Z1000 ABS (ZR1000GEF) Clutch(GEF~GFF). Viitattu 13.7.2018
<https://www.kawasakipartshouse.com/oemparts/a/kaw/56e72afd87a8660e60bbde3c/clutch-gef-sim-gff>

Díaz, F. 2018. Resemin. Viitattu 3.8.2018
<https://www.solidworks.com/story/resemin>

Lipman, R, R. 27.7.2018. STEP File Analyzer and Viewer. Viitattu 3.8.2018.
<https://www.nist.gov/services-resources/software/step-file-analyzer-and-viewer>



”3D-mallin elinkaari”- Opinnäytetyön yrityskysely

Samuli Halin
Alfa Laval Aalborg Oy

Alfa Laval Aalborg Oy
Kaivopuistontie 33
P.O.BOX 9
FI-26101 Rauma
FINLAND
Tel: +358 10 838 3800
Fax: +358 10 838 3808
www.alfalaval.com

Mitä mekaanisen suunnittelun CAD-ohjelmia yrityksessänne käytetään?

Oletteko vaihtaneet vanhemmasta ohjelmasta nykyiseen? Jos olette, niin miksi?

Oletteko miettineet suunnitteluohjelmien vaihtoa nykyisestä johonkin muuhun?

Mitä ominaisuuksia 3D-ohjelmalta vaaditaan teidän yrityksessänne?

Oletteko luoneet itse ohjelman sisäisiä modellereita nopeuttamaan suunnittelutyötä?

Miten 3D-mallia hyödynnetään:

- Missä vaiheessa projektia 3D-mallinnus aloitetaan?
- Myynnin / asiakkaan rajapinnassa?
- Prototyypin valmistuksessa (3D tulostus)?
- Valmistusketjussa (osavalmistus ja kokoonpano)?
- Käyttö- /huolto-ohjeissa
- Koulutuksessa?
- Service (asiakasrajapinnassa kuten huolto, varaosat, käyttöönotto)?

Yrityksen 3D-mallinnuksen nykytila:

- Kuka päättää mitä mallinnetaan ja mitkä pidetään 2D-muodossa?
- 3D-mallinnukseen liittyvät suunnitteluohjeet?
- Yrityksen asettamat pätevyysvaatimukset 3D-mallintajalle?

3D-Mallinnuksen lisäarvo yritykselle, sekä asiakkaalle?

3D-mallien muut mahdollisuudet:

- Onko teillä käyttökokemuksia tai tulevaisuuden suunnitelmia VR:n, eli virtuaalisen todellisuuden kannalta?
- 3D-skannaus yhdistettynä mallinnukseen?
- 3D-skannattuja malleja valmistettavana?



Alfa Laval Aalborg Oy
Kaivopuistontie 33
P.O.Box 9
FI-26101 Rauma
Finland

Tel. +358 10 838 3800
Fax. +358 10 838 3808
sales.rauma@alfalaval.com
info.rauma@alfalaval.com
<http://www.alfalaval.com>

Bankers: SEB, Helsinki / ESSEFIHX
Account No: 330100-01134402
IBAN code: FI7433010001134402
VAT No. FI06865929
Business ID. 0686592-9

