

Joona Karttunen

Tietokonemallien kevennys ja redusointi

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö:	Seinäjoen Ammattikorkeakoulu
Tutkinto-ohjelma:	Konetekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä:	Joona Karttunen
Työn nimi:	Tietokonemallien kevennys ja redusointi
Ohjaaja:	Jukka Pajula

Vuosi: 2017 Sivumäärä: 31 Liitteiden lukumäärä: 1

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli löytää Pesmel Oy:lle uusi keino keventää ja redusoida tuotettuja 3D-malleja. Tarkoituksena oli kartoittaa erilaisia tietokoneohjelmia sekä muita mahdollisia ratkaisuja, joilla tavoitteet olisi mahdollista saavuttaa tehokkaasti ja joustavasti. Ratkaisun myös tulisi olla käyttäjäystävällisempi kuin yrityksen nykyinen toimintatapa. Tämän lisäksi tutustuttiin tietomallinnusjärjestelmien periaatteisiin ja selvitettiin, pystyttäisiinkö tätä hyödyntämään tutkimuksessa.

Työn aluksi kerättiin teoriapohjaa tietomallinnuksesta sekä tietokonemallien jälkikäsitteystä. Teoria-aineiston hankkiminen oli jokseenkin haastavaa, sillä tietomallinnusta on sovellettu laitesuunnittelun sijasta vain rakennusalalla. Teorian ohella tutustuttiin erilaisten ratkaisuvaihtoehtojen ominaisuuksiin tutkimusongelman kannalta. Tämän jälkeen voitiin muodostaa johtopäätös yritykselle parhaiten soveltuvasta ratkaisusta.

Tutkimuksen jälkeen päädyttiin tekemään erillinen makro-työkalu, joka hyödyntää mekaniikkasuunnitteluohjelman sisältämiä ominaisuuksia. Makroa ei päästy kokeilemaan käytännössä ennen tämän opinnäytetyön valmistumista, mutta tutkimus antoi arvokasta tietoa yrityksen käyttöön. Opinnäytetyön tavoitteiden voidaan siis katsoa täyttyneen.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty:	School of Technology	
Degree programme:	Mechanical Engineering	
Specialisation:	Mechanical and Production Engineering	
Author:	Joona Karttunen	
Title of thesis:	Simplification and data reduction of a computer model	
Supervisor:	Jukka Pajula	
Year: 2017	Number of pages: 31	Number of appendices: 1

The purpose of the thesis was to find a new way for Pesmel Oy to simplify and reduce produced 3D-models. The aim was to research different types of computer programs and other possible methods that could help in reaching the goals. The solution should also be more user-friendly than the methods the company was using before the research. Additionally, attention was paid to the basics of information modelling in order to find out, if it could be exploited in the thesis.

To begin with, theory was gathered about computer modelling and post processing of these models. Gathering material was somewhat difficult since information modelling is mainly utilized in the construction industry rather than in mechanical design. Additionally, different kinds of methods were researched. These methods were based on the research problems. Afterwards conclusion was made and the best solution for the company was reached.

After research, a decision was made to create a specific macro tool. The tool would utilize features already existing in designing programs. Unfortunately, there was no time to try out the macro because of the limited amount of time granted on the thesis. However, the research provided the company with much appreciated information, and so the goals of the thesis could be seen fulfilled.

Keywords: Information modeling, Computer-aided design

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvioluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tausta	9
1.2 Työn tavoite	10
1.3 Työn rakenne	10
1.4 Pesimal Oy	11
2 TIETOMALLINNUS.....	12
2.1 Mitä on tietomallinnus	12
2.2 Tietomallinnuksen ominaisuudet.....	13
3 TUTKIMUS-PROSESSI	14
3.1 Tarpeiden määrittäminen	14
3.2 Vaihtoehtojen kartoitus.....	16
3.3 Tutkimuksen eteneminen	16
3.4 Tutkittava tietokonemalli.....	17
3.5 Tarkastellut ohjelmistot	18
3.5.1 Autodesk Inventor	18
3.5.2 Tekla BIMsight	19
3.5.3 Autodesk Navisworks.....	20
3.5.4 Autodesk 3DS Max	20
3.5.5 MeshLab	21
3.6 Tiedostotyypit.....	21
3.7 Makrot.....	22
4 KERÄTYN TIEDON ANALYSOINTI JA LOPPUTULOS	24
4.1 Havainnot.....	24
4.2 Lopputulokseen päätyminen	24
4.3 Shrinkwrap-makro	25

5 YHTEENVETO.....	27
5.1 Tavoitteiden täytyminen	27
5.2 BIM mahdollisuutena.....	27
5.3 Pohdintaa.....	28
LÄHTEET	30
LIITTEET	31

Kuvioluettelo

Kuvio 1. Alustava toimintamalli.	15
Kuvio 2. Kuvakaappaus Pack and Go ohjelmasta.	17
Kuvio 3. Testimalli (Pesmel 2017).....	18
Kuvio 4. Shrinkwrap-kevennys (Pesmel 2017).....	19
Kuvio 5. Redusointi MeshLab-ohjelmalla	21
Kuvio 6. Makron toiminta yksinkertaistettuna.	25

Käytetyt termit ja lyhenteet

3D	Kolmiulotteinen.
Algoritmi	Lasku-toimintojen sarja.
Alikokoonpano	Kokoonpanon sisältämä pienempi kokonaisuus.
BIM	Building Information Modelling. ks. Tietomallinnus.
Data	Sähköinen informaatio.
Globaali	Maailmanlaajuinen.
IFC	Industry Foundation Classes. Standardoitu rakennusalan keino siirtää informaatiota eri tietojärjestelmien välillä.
Informaatio	Tieto, tiedonvälitys.
Integroitu	johonkin sulautettu tai kiinteästi liitetty.
Kapasiteetti	Suurin resurssien sallima käsittelykyky.
Kokoonpano	Useista osista tai alikokoonpanoista koostuva kokonaisuus.
Komponentti	Kokonaisuuden osa.
Layout	Kaksiulotteinen sijoituskuva
Makro	Pienoisohjelma, joka suorittaa ennalta määritetyn sarjan komentoja.
Objekti	Ks. Olio.
Olio	Osio, joka on kokonaisuus loogisesti yhteenkuuluvaa tietoa.
Optimointi	Eri muuttujien huomioiminen parhaan mahdollisen tilanteen saavuttamiseksi.

Parametri	Informaatio, jonka perusteella tietokoneohjelma kykenee suorittamaan komennon.
Polygoni	Kolmiulotteisen kappaleen rakennusosa.
Projektinhallinta	Resurssien järjestelmällinen hallinta lopputuloksen saavuttamiseksi tavalla, jossa projektille asetetut ehdot täyttyvät.
Prosessi	Tapahtumasarja.
Redusointi	Kokonaisuuden karsiminen yksinkertaisempaan muotoon vähentämällä sen sisältämiä yksityiskohtia.
Renderointi	Tietokoneohjelman tekemä kuva vektorigrafiikan pohjalta.
Shrinkwrap	Autodesk Inventorin sisältämä redusointi-työkalu.
Standardi	Yhteisesti sovittu tapa toimia.
Tarve	Välttämättömyys jonkin toiminnon tai prosessin mahdollistamiseksi.
Tietomallinnus	Virtuaalisuunnittelun menetelmä, jossa tietokonemalliin sisällytetään kaikki tarvittava tieto projektista.
Tietokanta	Kooste käytettävissä olevasta informaatiosta.
Tietokonemallinnus	Esineen tai objektin visualisoiminen virtuaalisesti.
Toimintamalli	Paikallisesti sovittu protokolla, joka määrittää tavan menettellä tiettyjen olosuhteiden asettamissa rajoissa.
Toimintatapa	Ks. Toimintamalli.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

3D-mallinataminen on tehokas ja nopea työkalu nykyaikaisissa suunnitteluun keskityvillä aloilla. Sillä on kuitenkin omia ongelmiaan, jotka tulevat esille etenkin, kun osakokoonpanot kasvavat suuriksi. Kokonaisia tuotantolinjastoja sisältävät tiedostot ovat usein satoja, jopa useita tuhansia, yksittäisiä komponentteja sisältäviä tiedostoja. Tällöin eteen tulee väistämättä tilanteita, jolloin tehokkaimmatkaan tietokoneet eivät välttämättä kykene käsittelemään riittävän jouhevasti malleja. Suuret tiedostot vaativat myös kohtuuttomia tiedonsiirtoaikoja, eikä esimerkiksi sähköposti ole mahdollinen tiedonsiirtoväline tiedostokoon kasvaessa liian massiivisiksi.

Suurissa ja yksityiskohtaisissa malleissa on myös toinenkin oleellinen ongelma. Asiakas vaatii usein tilatun laitteen tai linjaston lisäksi tämän tietokonemallin, jotta he voisivat esimerkiksi sovittaa laitetta omaan tehdassuunnitelmaansa jo ennen kuin varsinainen laite on edes lähetetty asiakkaalle. Redusoimattomat mallit sisältävät usein tähän tarkoitukseen valtavasti turhaa informaatiota, jota ei haluttaisi salassapidollistenkaan syiden takia luovuttaa yrityksen ulkopuolelle. Esimerkiksi komponenttien materiaalitietoja, sekä turhan yksityiskohtaisia kokoonpanoja ei suotaisi joutuvan kilpailevalle yritykselle tai edes asiakkaalle.

Tähän asti ongelmaa on pyritty karsimaan redusoimalla 3D-mallien komponentteja manuaalisesti, eli poistamalla osatiedostoja kokoonpanoista yksi kerrallaan. Tämä on kuitenkin erittäin työlästä, ja näin ollen muodostaa suuren rasitteen yrityksen työajan käytön kapasiteettiin. Pelkkä komponenttien ja elementtien poistaminen ei kuitenkaan poista kaikkia ongelmia, sillä tiedostokoot jäävät usein tällöinkin liian raskaiksi.

1.2 Työn tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on pyrkiä löytämään keino yksinkertaistaa ja keventää 3D-mallinnettuja tiedostoja, jotta niitä pystytäisiin käsitellä isoissa kokoonpanotiedostoissa helpommin ja nopeammin. Yksi tärkeä osa tutkimusta on löytää järkevä keino karsia kokoonpanotiedostot niin yksinkertaisiksi kuin mahdollista. Tämä sekä helpottaa tiedostojen käsittelyä, että estää turhan tarkkojen mallien joutumista asiakkaille.

Aloituspalaverissa otettiin myös huomioon tilanne, jossa tutkimus johtaisi uuden ohjelmiston tai vastaavan järjestelmän käyttöönottoon yrityksessä. Tällöin osaksi työtä tulisi myös laatia ohjeistus uuden toimintamallin käyttöönotosta yrityksessä. Tämän toimintamallin ideana olisi siis opastaa Pesmel Oy:n henkilöstöä totuttautumaan mahdollisimman tehokkaasti uuteen menettelytapaan.

1.3 Työn rakenne

Tämä opinnäytetyö oli luonteeltaan hyvin suoraviivaista tutkimustyötä, jossa pyrittiin ensisijaisesti etsimään yrityksen ongelmaan sopiva ratkaisu. Työn kirjallinen osuus käsittelee aluksi tutkimusongelman yrityksen tarpeiden kautta, sekä esittelee kohdeyrityksen toimintaa.

Johdanto-osuuden jälkeen kerrotaan lyhyesti tietomallituksen periaatteista ja tavoitteista. Luku avaa myös, miksi tämän-tyyppinen järjestelmä on kiinnostava kohdeyrityksen tyyppiselle toimijalle.

Seuraavaksi esitellään tutkitut menetelmät ja ohjelmat, joilla ongelma on pyritty ratkaisemaan. Eri vaihtoehdoista kerrotaan niiden oleellisimmista ominaisuuksista, sekä perustellaan, miksi nämä järjestelmät joko sopivat tai eivät sovi yrityksen tarpeisiin.

Työn lopussa on osio, jossa kerrotaan tutkimuksen lopputuloksesta sekä perustellaan, kuinka siihen päädyttiin. Mukana on myös omaa pohdintaa tietomallinnuksesta yleisesti ottaen, sekä tämän opinnäytetyön kannalta.

1.4 Pesmel Oy

Pesmel Oy on suomalainen konetekniikan yritys, jolla on vuosikymmenien kokemus materiaalinkäsittelylaitteistojen toimittamisesta globaalisti. Pesmel suunnittelee ja valmistaa täysautomaattisia tuotantolinjoja metalli- ja paperiteollisuuteen. Yritys on perustettu vuonna 1978 Kauhajoella, jossa sen tämänhetkinen pääkonttori sijaitsee. Lisäksi Pesmel:llä on Suomessa toimipisteitä Tampereella, Seinäjoella ja Helsingissä. Valmistus on kuitenkin keskitetty Viroon vuodesta 2012 lähtien. Yritys toimii globaalilla tasolla ja sillä on tällä hetkellä noin 160 työntekijää, joista 100 Suomessa. Pesmel on sertifioitu ISO9001-laatustandardin mukaisesti vuodesta 2003. (Pesmel, [Viitattu 18.2.2017].)

2 TIETOMALLINNUS

Rakennustekniikka on muuttunut viime vuosikymmeninä yhä monimutkaisemmaksi ja hektisemmäksi. Tähän on vaikuttanut suuresti tietotekniikan käytön aloittaminen 1980-luvulla, jolloin monia asia eri osapuolten välillä helpottui piirto-ohjelmien ansiosta. Tänä päivänä tämä ei kuitenkaan enää riitä, sillä kaksiulotteisia piirustuksia rajoittaa edelleen kyky hahmotella tehokkaasti ja reaaliaikaisesti kokonaisuuksien eri olioita. Tässä kohtaa tietomallinnus on vienyt kehitystä eteenpäin. (Lehtoviita, [Viitattu 2.5.2017]).

2.1 Mitä on tietomallinnus

BIM eli tietomallinnus on johdannainen englannin kielen lyhenteestä Building Information Modeling. Sillä tarkoitetaan kokonaisuutta, joka sisältää lähes kaiken oleellisen informaation työn alla olevasta projektista. Rakennusten tietomallinnuksen suosio on ollut kovassa nousussa vuosituhannen alusta asti, mutta vasta viime vuosina se on vakiintunut osana projektinhallintaa, etenkin rakennusalanprosesseissa. Yksi tietomallinnuksen merkittävimmistä hyödyistä onkin madaltaa tiedonjakoon liittyviä rajoitteita eri osapuolten välillä. Muille teollisuudenaloille järjestelmä on vasta tekemässä tuloaan. Tämä opinnäytetyö pyrkii helpottamaan yritystä hallitsemaan ja seuraamaan valtavia kokonaisuuksia, jopa kokonaisia projekteja, vain yhtä tiedostoa käyttämällä.

Nykyaikaiset rakennusprojektit vaativat usein tarkoin organisoitua projektijohtamista. Building information modeling, eli rakennusten tietomallinnus, tarjoaa kaikille prosessin osapuolille kyvyn koordinoida ja seurata reaaliaikaisesti projektin etene mistä, sekä siihen vaikuttavia tekijöitä. Tietomallinnus hyödynnetään erityisesti rakennusalalla, jossa käytetään perinteisesti kaksiulotteisia työkuvia. Se mahdollistaa 3D-grafiikan yhdistämisen reaaliaikaiseen tietokantaan. (Garber 2014, 14-16.)

2.2 Tietomallinnuksen ominaisuudet

Perinteisiin suunnittelu-metodeihin nähden tietomallinnus tarjoaa lukuisia suunnittelu-prosesseja avustavia ominaisuuksia. Sen avulla yhdellä tietokone-mallilla voidaan hallinnoida ja tarkastella eritasoista informaatiota, kuten törmäys-tarkastelua, elementtien vaihtoehtoista sijoittelua tai kustannus-arviointia. (Garber 2014, 14-16.)

Mekaniikkasuunnittelun näkökulmasta tietomallinnusohjelmistot ovat erinomaisia suurten laitelinjastojen tarkasteluun ja organisointiin keveytensä vuoksi. Nämä ohjelmistot ovat suunniteltu käsittelemään suuria datamääriä ja ovat siten usein kevyempiä käsitellä esimerkiksi tietokoneilla ja tableteilla.

Tietomallinnus-asiantuntija Jiri Hietanen toteaa Rakennuslehden artikkelissa tietomallintamisessa seuraavaa: ”Ongelman ydin on osapuolten välillä siirtyvän tietosällön hallinta.... tällä hetkellä meillä on kaikilla tasoilla toimiva ratkaisu vasta suunnitelmien geometrisen ristiriidattomuuden tarkastamiseen.” Tällä hän viittaa yhteen tietomallinnuksen suurimmista ongelmista, eli valtavan informaatiomäärän hallitsemisen haastavuudesta ilman yhteisesti sovittuja tapoja jakaa tietoa. (Hietanen [Viitattu 2.3.2017]).

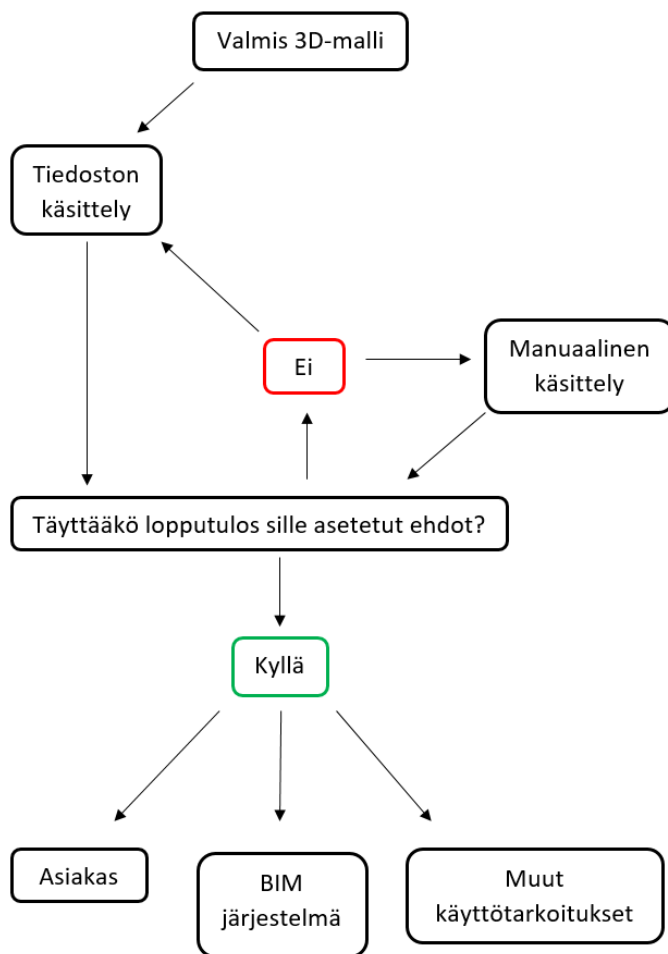
3 TUTKIMUS-PROSESSI

Tässä opinnäytetyössä on ajateltu 3D-mallien hyödynnettävyyttä muutamasta eri näkökulmasta. Näitä näkökulmia aloitettiin tarkastelemaan ensin erillisinä ongelmiina, minkä jälkeen näiden perusteella on pyritty löytämään yritykselle parhaiten soveltuva toimintamalli.

Tämän opinnäytetyön tiedonkeruussa on käytetty runsaasti aikaa eri tyyppisiin suunnittelu ohjelmiin, sillä niiden perusominaisuuksien hallitseminen on ollut välttämätöntä työssä. Siitä huolimatta tutkimus oli samalla hyvin käytännönläheistä, joten yhteistyö yrityksen työntekijöiden, sekä Seinäjoen ammattikorkeakoulun opettajien kanssa oli jatkuvaa ja välttämätöntä.

3.1 Tarpeiden määrittäminen

Jo ennen varsinaisen tutkimustyön aloittamista määritettiin projektille joitakin kriteerejä, jotka ovat oleellisessa osassa parhaan toimintatavan löytämisessä. Tämän opinnäytetyön aloituspalaverissa nousi esille, että tutkimus-ongelmaan tulisi löytää ratkaisu, joka on helppokäyttöinen, nopea ja joustava. Tämä tarkoittaa, että uusi toimintatapa ei saisi lisätä suunnittelu-prosessin kuormittavuutta, vaan päinvastoin. Painoarvoltaan suurin tekijä ratkaisua haettaessa oli nopeus, sillä 3D-mallien redusointi puolimanuaalisesti vaatii aikaa ja resursseja.



Kuvio 1. Alustava toimintamalli.

Työn alkuvaiheilla käydyssä palaverissa opinnäytetyön tarpeet tiivistettiin seuraavasti:

- mallien kevennys
- ylimääräisen informaation redusointi
- laitteiden helppo sovitettavuus tehdas layouttiin.
- Tavoitteena löytää nykyistä menettelytapaa nopeampi ja tehokkaampi vaihtoehto.

Näiden määreiden pohjalta etsittiin mahdollista ratkaisua tutkimus-ongelmiin. Tarpeiden pohjalta suunniteltiin alustava toimintamalli (Kuvio 1) helpottamaan tutkimustyötä.

3.2 Vaihtoehtojen kartoitus

Mallien keventäminen ei ole ongelma, ja siihen löytyy useita ratkaisuvaihtoehtoja. Työn haastavuus on löytääärkevin ja helpoin keino poistaa kokoonpanoista komponentit, jotka sekä tekevät mallin raskaammaksi käsitellä, että jättävät malliin ylimääräistä informaatiota. Tämä on kuitenkin haastavaa, sillä eri laite- variaatioita on valtavasti ja ne ovat lähes kaikki uniikkeja. Tällöin yhteen algoritmiin perustuvaa makroa ei voida hyödyntää kuin vain hyvin rajatussa osassa laitteita.

Eri ratkaisukeinoja selvitetessä on ensisijaisesti pyritty kartoittamaan eri keinot, joilla haluttu lopputulos on mahdollista saavuttaa. Tämän lisäksi on useita muita kriteerejä, jotka on otettu huomioon kokonaisuutta hahmottaessa. Esimerkiksi tiedostojen keventämistä ei ole välttämättäärkevää suunnitella siten, että se vaatisi mallin viemistä useamman eri ohjelmiston läpi ennen haluttua lopputulosta. Toisin sanoen ratkaisua tulisi olla nopea ja kevyt käyttää, myös niiden, jotka ovat tekemisissä vain satunnaisesti 3D-mallien redusoinnin kanssa. Lisäksi ratkaisun käyttö olisi suotavaa olla helposti opeteltavissa.

3.3 Tutkimuksen eteneminen

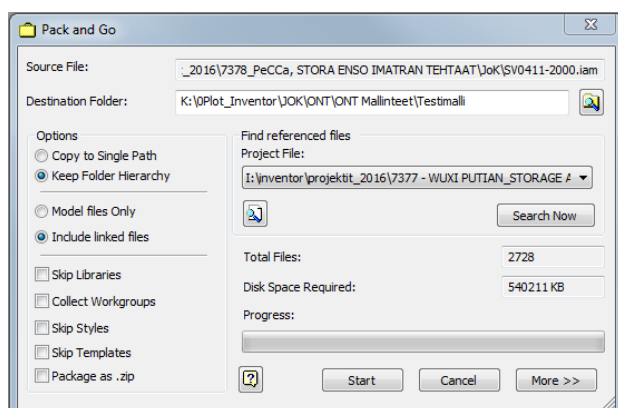
Tämä opinnäytetyö oli luonteeltaan tapaustutkimusta. Se tarkoittaa, että tutkimuksessa keskityttiin muutamaank potentiaaliseen ratkaisuvaihtoehtoon, joista pyrittiin löytämään yritykselle parhaiten soveltuva ratkaisu. Tutkimuksen aluksi haastateltiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun tietotekniikan asiantuntijoita. Heidän mielipiteensä ja kokemuksensa vaikuttivat suuresti siihen, mihin eri ohjelmistoihin tutkimus lopulta rajattiin.

Aiheen rajauksen jälkeen potentiaalisista ohjelmista tutustuttiin opinnäytetyön kannalta niiden oleellisimpiin ominaisuuksiin. Samalla esille nousi ajatus selvittää eri tiedostomuotojen sekä makrojen hyödynnettävyys tässä opinnäytetyössä, ja niitä käsiteltiin tässä työssä omana kokonaisuutena. Ratkaisuvaihtoehtoihin tutustumisen jälkeen voitiin muodostaa lopullinen näkemys yrityksen käyttöön parhaiten soveltuvasta toimintamallista.

3.4 Tutkittava tietokonemalli

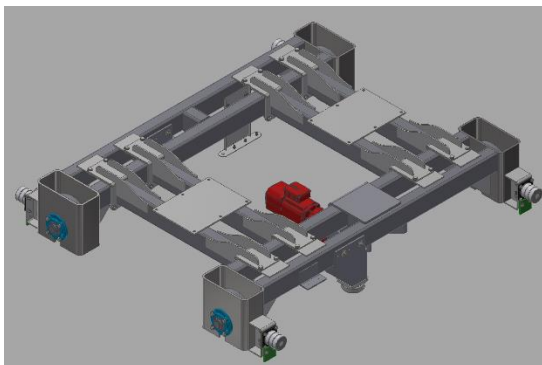
Yksi oleellisimmista tavoitteista tässä työssä oli löytää keino vähentää kokoonpano ja osatiedostojen vaatiman tilan määrää. Konkreettisten tulosten analysoimiseksi Inventorin kokoonpanotiedostojen koko olisi siis kyettävä tarkastamaan luotettavasti. Tämä ei kuitenkaan ole niin yksinkertaista kuin miltä se saattaa kuulostaa.

Inventorin tallennus-menetelmä ei sisällytä kokoonpanotiedostoihinsa osatiedostoja tai alikokoonpanoja, vaan ne pysyvät erillisinä tiedostoinaan. Kokoonpanot siis pitävät sisällään ainoastaan kartan, jolla ohjelma osaa kasata muista tiedostoista jotain uutta. Tämä taas tarkoittaa, että esimerkiksi Tietokoneen käyttöjärjestelmän resurssinhallinta työkalut eivät osaa kertoa, kuinka paljon tämä ”kartta” vaatii levytilaa. Kokoonpanon todellinen tilan tarve on siis paljon suurempi, kuin mitä kokoonpano tiedosto antaa ymmärtää. Myöskään Inventorissa ei ole ominaisuutta, joka osaisi kertoa helposti tallentamiseen tarvittavan datan määrää.



Kuvio 2. Kuvakaappaus Pack and Go ohjelmasta.

Jotta redusoitujen tiedostojen tilan tarvetta pystyttäisiin järkevästi vertailemaan lähtötilanteeseen, selvitettiin testimallin todellinen tilantarve käyttämällä Pack and Go nimistä pakkaus-ohjelmaa. Kuvankaappaus on näkyvässä kuviossa 2. Pack and Go osaa etsiä määritetyille kokoonpano-tiedostolle kaikki sen pyytämät alitiedostot ja kopioida ne haluttuun sijaintiin. Tarpeen vaatiessa ohjelma myös pakkaa kopioidun datan tilan vähentämiseksi. Tällöin saadaan realistinen kuva Inventorin kokoonpanon todellisesta tilan tarpeesta.



Kuvio 3. Testimalli (Pesmel 2017).

Testattavana mallina käytettiin erästä Pesmelin suunnittelemaa paperirullankäsittelijän alustaa, jonka käsittelemätön levytilan tarve on noin 540 Mb. Kuviossa 3 on näkyvissä kuvankaappaus ko. mallista.

3.5 Tarkastellut ohjelmistot

Opinnäytetyön tutkimusongelmaan ratkaisua hakiessa luonnollisinta oli etsiä sitä eri ohjelmistojen joukosta. Yritys käyttää pääasiassa Autodeskin eri ohjelmistoja, joista lisenssit olivat jo olemassa muun muassa tuotekehityksessä käytettävään Inventoriin, sekä tietomallinnukseen soveltuvaan Navisworksiiin. Luonnollisesti näiden ohjelmien ominaisuuksiin perehdyttiin siis hieman syvemmin.

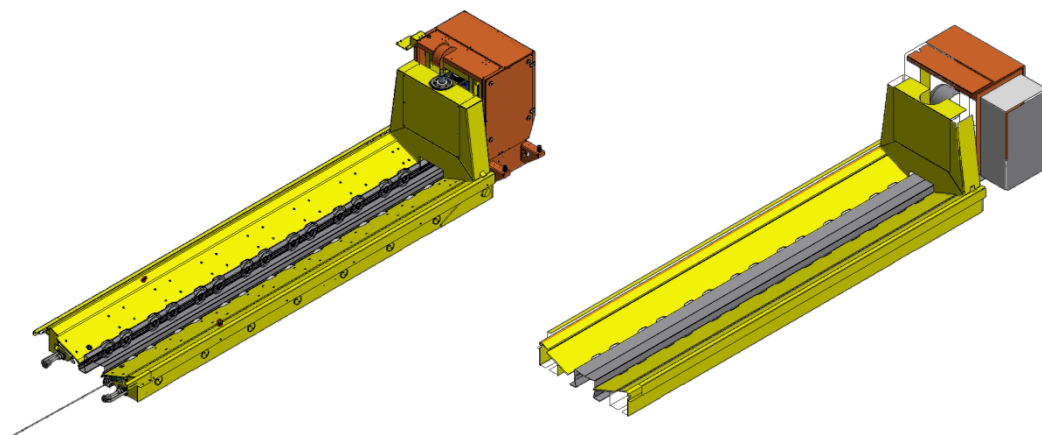
3.5.1 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor yksi eniten tuotekehityksessä käytetyistä ohjelmistoista. Sen ominaisuudet keskittyvät lähinnä 3D-objektien mallintamiseen, sekä niiden dokumentointiin. Inventorin sisältämät ominaisuudet ovat joissain määrin heikommät kuin esimerkiksi Siemensin tai PLM groupin vastaavassa ohjelmistossa, mutta toisaalta nämä eroavaisuudet tulevat esiin lähinnä vai rajatapauksissa.

Opinnäytetyön kannalta ohjelma on oleellisessa osassa, sillä se toimii yrityksessä ensisijaisena suunnittelutyökaluna. Tästä johtuen Inventorin hyödyntämiseen pohjautuvat ratkaisut olisivat paitsi helpommin ohjeistettavissa yrityksen sisällä, olisi

se myös todennäköisesti vaivattomampaa saada toimimaan yhdessä muiden Pessimelin projektinhallintajärjestelmien kanssa.

Inventor itsessään sisältää jo tutkimusongelman kannalta potentiaalisia keinoja vaikuttaa mallien redusointiin ja keventämiseen. Sen Shrinkwrap-työkalu onkin tutkimus-hetkellä yrityksen pääasiallinen keino jälkikäsitellä 3D-malleja erilaisiin tarkoituksiin. Shrinkwrap on kuitenkin etenkin isoja linjastoja käsiteltäessä hidas tapa keventää malleja. Kuviossa 4 vasemmalla on alkuperäinen malli ja oikealla Shrinkwrap-kevennetty malli.



Kuvio 4. Shrinkwrap-kevennys (Pesmel 2017).

3.5.2 Tekla BIMsight

Tekla BIMsight on MashLabin tavoin maksuton ohjelma, jolla voidaan tarkastella IFC-tiedostoja. Ohjelmalla voidaan objektien tarkastelun lisäksi suorittaa törmäys-tarkasteluja. BIMsightillä luotujen kokoonpanojen sisältämiin laitteisiin voidaan lisätä erilaisia sähköisiä dokumentteja, kuten kuvia, taulukoita tai tekstitiedostoja. Tällöin kaikki oleellinen informaatio löytyy yhdestä ainoasta tiedostosta. Ohjelma tukee yleisimpiä tietomallinnuksessa hyödynnettyjä tiedostomuotoja, kuten IFC-, DWG- ja DGN- muotoja. BIMsight ei siis osaa lukea Inventorilla luotuja malleja ilman tiedostotyyppin muutosta. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 45.)

3.5.3 Autodesk Navisworks

Navisworks on toinen Autodeskin markkinoima suunnittelu-ohjelmisto, joka koostuu useasta erillisestä ohjelmasta. Sitä käytetään pääasiassa rakennussuunnittelun apuna luomalla 3D-yhdistelmämalleja, törmäystarkasteluja sekä visuaalisia aikatauluja. Tuoteperheeseen kuuluu ilmainen Freedom-ohjelma, mutta Pesmelillä on joka tapauksessa käytössään lisenssi muihin Navisworksin ohjelmiin. Navisworks tukee IFC-tiedonsiirtoa, joka on globaalisti standardoitu rakennusalan keino siirtää informaatiota eri tietojärjestelmien välillä. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 45-46).

3.5.4 Autodesk 3DS Max

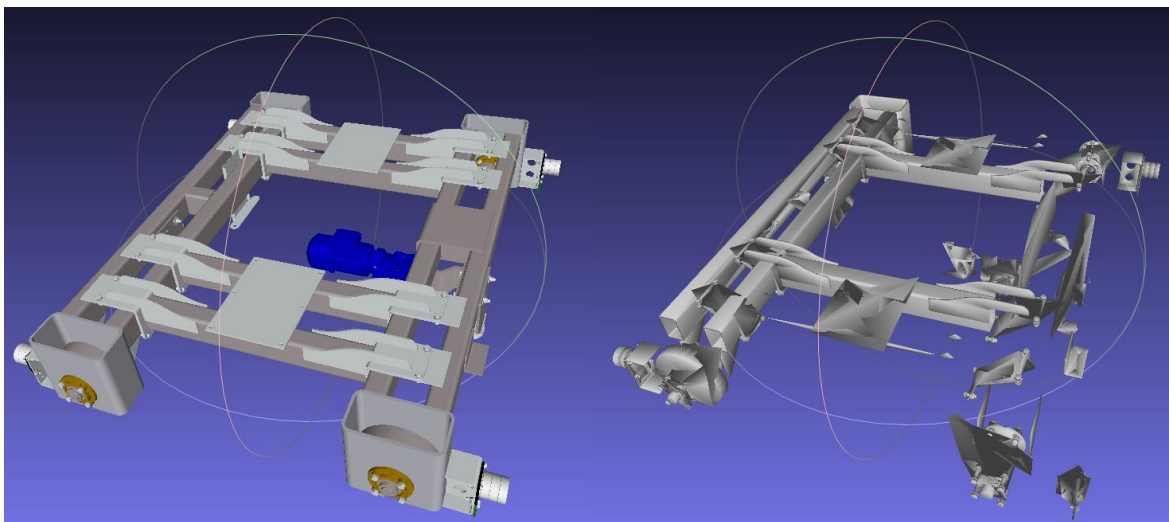
Autodesk 3DS Max on pääasiassa 3D-mallien luomiseen, simulointiin ja renderointiin kehitetty maksullinen ohjelmisto. 3DS Max on monipuolinen ohjelma, jota käytetään pääasiallisesti visualisointiin, animointiin sekä virtuaalitodellisuuden luontiin. Toisin kuin Autodesk Inventor, ohjelma ei ole ensisijaisesti tarkoitettu teollisen tuotekehityksen tarpeisiin. Se sisältää kuitenkin tehokkaita 3D-mallien optimointikeinoja, joista tämän opinnäytetyön kannalta oleellisin on Pro Optimizer. Työkalu pyrkii hoitamaan puoliautomaattisesti laskennan, jonka perusteella ohjelma laskee, mitä objekteja se voi optimoida vähentämällä näiden polygonilukumäärää.

Opinnäytetyön kannalta periaatteena olisi, että ohjelmaan tuodun mallin komponentit saa järjestettyä polygonilukumääräiseen suurusjärjestykseen. Näin saadaan eroteltua eniten suorituskykyä ja tilaa vaativat objektit yksinkertaisimmista kappaleista. Nämä yksinkertaiset kappaleet ovat usein kokoonpanossa ne vähemmän oleelliset objektit, ja ne saadaankin helposti poistettua mallista ennen monimutkaisempien kappaleiden optimointia. Näin mallista tulee sekä kevyempi, että vähemmän yksityiskohtia sisältävä. Ohjelmalla tuotetut mallit voidaan tallentaa suoraan haluttuun tiedostomuotoon, joten ne voidaan viedä suoraan esimerkiksi Navisworksisiin.

3.5.5 MeshLab

MeshLab on täysin avoimesti käytettävissä oleva tietokoneohjelmisto 3D-mallien käsittelyyn ja muokkaukseen. Se sisältää lukuisia työkaluja mallien monimuotoisuuden ja renderointi-tarkkuuden säätöön. Lisäksi ohjelma tukee useita erilaisia tiedostomuotoja. Tästä johtuen sitä hyödynnetään paljon 3D-skannauksen jälkikäsittelyssä. (MeshLab [Viitattu 18.2.2017]).

MeshLab on editointiohjelmana kevyt ja sisältää lukuisia eri työkaluja käsitellä objekteja visuaalisesti sekä geometrisesti. Sen redusointi-työkalut toimivat pitkälle samalla periaatteella kuin vastaavissa maksullisissa ohjelmissa. Ohjelma antaa määrittellä hyvin tarkasti, kuinka paljon mallia halutaan yksinkertaistaa. Liian raskas yritys keventää mallia johtaa kuitenkin usein laadullisesti heikkoon lopputulokseen. Oikealla olevassa kuvassa 5 ylhäällä on ohjelmaan tuotu alkuperäinen ja alhaalla käsitelty tietokonemalli.



Kuvio 5. Redusointi MeshLab-ohjelmalla

3.6 Tiedostotyypit

Redusoinnissa hyödynnettävien ohjelmisto ratkaisujen lisäksi yksi selvitettävä vaihtoehto oli tutkia, voisiko 3D-mallien tiedostotyyppien muuttamista käyttää avuksi osana tiedostojen keventämistä ja yksinkertaistamista. Mikäli tiedostotyyppin muut-

tamista kyettäisiin järkevästi hyödyntämään, se yksinkertaistaisi prosessia huomattavasti. Parhaimmassa tapauksessa se poistaisi kokonaan tarpeen käyttää erillistä ohjelmistoa mallille sen kevennyksessä. Eri tiedostotyyppien variaatioiden soveltuvuutta tutkittaessa otettiin myös huomioon niiden hyödynnettävyys yhdessä vaihtoehtoisten ohjelmistojen kanssa.

Inventor kykenee ilman erillisiä lisäosia tai laajennuksia muuntamaan suunnittelijan halutessa, sillä luotuja tiedostoja lukuisiksi eri tyypeiksi. Seuraavaksi esitellään muutama potentiaalinen vaihtoehto, jota tarkasteltiin tätä opinnäytetyötä varten. Vaihtoehtoista on kerrottu niiden oleellimmat ominaisuudet sekä lyhyt analyysi niiden hyödynnettävyydestä tässä projektissa.

Tässä opinnäytetyössä vertailtiin seuraavien tiedostotyyppien ominaisuuksia:

- IGES
- JT
- Parasolid
- ProE
- SAT
- STEP
- STL
- PDF.

3.7 Makrot

Autodesk Inventoriin on kohtuullisen helppo ohjelmoida erilaisia makroja, jotka helpottavat ohjelman käyttäjää ja nopeuttavat työprosessia. Yrityksellä on jo ennestään kokemusta makrojen hyödyntämisessä osana jokapäiväistä suunnittelua. Makrojen mahdollisen hyödyntämisen näkökulmia mietittiin myös tässä opinnäytetyössä.

Eräänä mahdollisena sovelluksena olisi merkitä jo suunnitteluvaiheessa redusoinnin kannalta oleelliset komponentit omiksi ryhmikseen. Esimerkiksi laitetta suunniteltaessa sen näkyvillä olevat tukirakenteet, suojat sekä tärkeimmät käyttölaitteet voisivat olla yhdessä ryhmässään ja vähemmän oleelliset komponentit omassaan.

Mikäli tällöin suunnittelun jälkeen halutaan käyttää raskaasti kevennettyä mallia, tarvitsee käyttäjän ainoastaan poistaa näkyvistä tarkoituksen kannalta epäolennainen komponentti-ryhmä ennen jatkotoimenpiteitä. Tämä komponenttien ”maalaukset” voisi olla myös periytyvää, jolloin eri osaryhmät siirtyisivät pohjalaitteena ollessaan seuraavaan laitteeseen. Makroista onkin eniten hyötyä, kun työvaiheista pyritään karsimaan johdonmukaisesti toistuvia ja paljon aikaa kuluttavia työvaiheita. Näin ollen niitä voidaan joskus käyttää korvaamaan yksinkertaisiakin työvaiheita, ja silti nopeuttaa työn valmistumista.

4 KERÄTYN TIEDON ANALYSOINTI JA LOPPUTULOS

Tässä luvussa kerätty tieto tiivistetään kokonaisuudeksi, jossa lukijalle on selvennetty perustellusti, kuinka ja miksi tutkimuksen lopputulokseen on päädytty.

4.1 Havainnot

Jo hyvin varhaisessa vaiheessa tutkimusta kävi selväksi, että yksi oleellisimmista tekijöistä tässä tutkimuksessa oli kyetä redusoimaan malleja ilman erillistä ohjelmistoa. Tämä on perusteltavissa puhtaasti ajankäytöllisistä syistä. Näin ollen näkemys mahdollisesta uudesta toimintamallista alkoi hahmottua jo ennen kuin kaikkien menetelmä-vaihtoehtojen tutkimusta oli saatu loppuun. Seuraavaksi on kerrottu lyhyesti havaintoja ohjelmista, joihin perehdyttiin tutkimuksen aikana:

- 3DS Max on opinnäytetyön tutkimus-ongelman kannalta tehokas ratkaisu, mutta sen käyttö vaatii monta eri työvaihetta ja ohjelmaan perehtymistä, ennen kuin siitä saataisiin käyttöarvoa yritykselle. Tästä johtuen ohjelman käyttö vaatisi paljon enemmän aikaa kuin Inventorin omat redusointi-työkalut.
- MeshLabin redusointi-ominaisuudet ovat esimerkiksi Autodeskin ohjelmiin verrattuna paljon epätarkempia ja sen eri parametrit ovat heikommin säädettävissä eri tilanteiden mukaan. Käytännössä MeshLab ei siis tarjoa tutkimusongelma kannalta mitään uusia, saati parempia, keinoja 3D-mallien redusointiin, joita Inventor ei itsessään sisältäisi.
- Tekla BIMsight vaatisi Inventorilla tuotetun kokoonpanotiedoston tallentamista ensin johonkin globaalimpaan tiedostomuotoon, kuten SAT- tai STEP-tiedostoksi. Tämä luonnollisesti monimutkaistaisi prosessia.

4.2 Lopputulokseen päätyminen

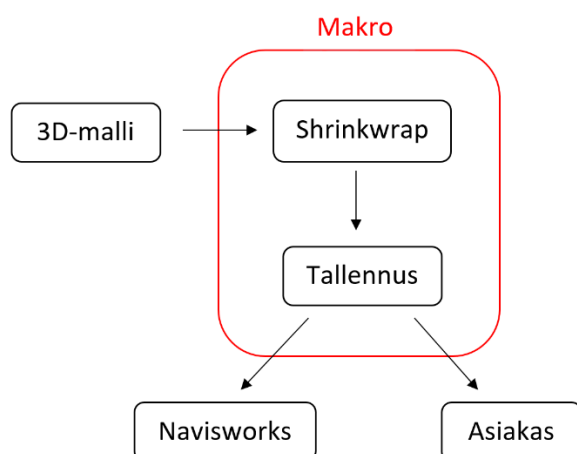
Tiivistetysti tutkimuksen tarkoituksena oli löytää keino, joka laskisi tuotekehitysprosessin vaatimaa kuormitusta. Eri ohjelmistoihin tutustuttaessa ei löytynyt pätevää vaihtoehtoa, joka olisi kattanut kaikki vaaditut tarpeet. Erityisesti komponenttien

poistaminen halutulla tavalla osoittautui liian monimutkaiseksi, jotta tämä voitaisiin jättää täysin ohjelmiston hoidettavaksi.

Varteenotettavaksi vaihtoehdoksi Inventorin lisäksi tutkituista ohjelmistoista osoit-
tautui ainoastaan Autodesk 3DS Max. Loppujen lopuksi se ei kuitenkaan tarjoa mi-
tään, mihin itse Inventor kykenee, mutta josta olisi hyötyä, eikä uuden kokonaisen
ohjelmiston tuominen osaksi tuotekehitysprosessia ole lähtökohtaisesti hyvä asia.
Koska parempaa korvaavaa vaihtoehtoa jo yrityksellä käytössä oleville ohjelmi-
stoille ei löytynyt, päätettiin käyttöön ottaa näiden ohjelmistojen ennen hyödyntämät-
tömiä ominaisuuksia ja tuoda ne osaksi yrityksen standardia normaalissa tuoteke-
hitys-prosessissa. Tätä helpottamaan luotiin makro, jonka tarkoituksena on nopeut-
taa ja yksinkertaistaa uuden menettelytavan toteuttamista jatkossa.

4.3 Shrinkwrap-makro

Varsinainen 3D-mallien käsittely tapahtuu Inventorin sisältämää Shrinkwrap-työka-
lua käyttämällä. Työkalun käyttö on kuitenkin jokseenkin aikaa vievää, ja sitä hel-
pottamaan päätettiin luoda makro. Shrinkwrapin lisäksi makro suorittaa käsitellyn
mallin tallentamisen oikeassa tiedostomuodossa. Makron luonti rajattiin pois tästä
opinnäytetyöstä, mutta sen toiminta-periaatteesta luotiin ohjeistus, jonka perusteella
makro tehdään (Liite 1).



Kuvio 6. Makron toiminta yksinkertaistettuna.

Käytännössä mitään uutta ohjelmistoa tai työkalua ei siis tuoda prosessiin, vaan jo käytettävissä olevista työkaluista kehitetään menetelmä, joka integroidaan osaksi koko yrityksen toimintamallia. Kuten oheinen kuva (Kuvio 6) osoittaa, lähtökohtana on valmis kolmiulotteinen tietokone-malli, jota käsitellään Inventorin Shrinkwrap-työkalulla ja tallennetaan työkansioon. Makron käytön jälkeen käytössä on yksityiskohdistista ja informaatiosta karsittu ja kevennetty 3D-malli. Tämä malli voidaan esimerkiksi lähettää asiakkaalle heidän toiveestaan tai siirtää Autodesk Navisworksiiin. Makrolla käsitellyistä malleista voidaan myös koota Inventorin kokoonpanona projektikohtaisesti kokonaisia tehdas-layouteja, jotka keventämättöminä olisivat todella raskaita käsitellä.

5 YHTEENVETO

Tässä kappaleessa tiivistetään työn lopputulos, sekä tutkimuksen aikana ilmi tulleet omat havainnot sekä johtopäätökset.

5.1 Tavoitteiden täytyminen

Tutkimuksen voidaan katsoa onnistuneen, mikäli työlle asetetut tavoitteet täyttyvät. Nämä tavoitteet voidaan tämän opinnäytetyön osalta tiivistää seuraavasti:

- perehtyminen eri keinoihin redusoida ja keventää tuotettuja tietokonemalleja.
- löytää tai kehittää yritykselle parhaiten sopiva menettelymalli tutkimusongelman perusteella.
- luoda manuaali osaksi yrityksen toimintaohjetta.

Työssä tutustuttiin erityyppisiin ratkaisuvaihtoehtoihin ajan ja resurssien sallimissa rajoissa. Ongelmaan haettiin ratkaisua useista eri näkökulmista, joista suurin osa-alue olivat erilaiset ohjelmistot. Vaikka suoraa ratkaisua eri löytynytkään, nosti tutkimus kuitenkin esille kehityskelpoisen idean. Tästä visiosta taas lähdettiin kehittämään lupaavalta vaikuttavaa ratkaisua. Näin ollen voidaan siis todeta, että opinnäytetyö saavutti periaatteessa ensisijaiset tavoitteensa. Kirjallisen ohjeistuksen luonti ei tämän työn aikataulutukseen mahtunut, mutta yritykselle tuotua lisäarvoa se ei vähennä.

5.2 BIM mahdollisuutena

Tietomallinnus osana nykyaikaista tuotantojärjestelmien suunnittelua tarjoaa epäilemättä vahvoja kilpailutekijöitä perineteisiin menetelmiin verrattuna. Kilpailukykyä tehostetaan yhä kasvavassa määrin sekundäärisissä tekijöissä, kuten informaatiovirran helpottamisessa, sekä paremmassa projektin kokonaiskuvan hahmottamisessa. Juuri näissä asioissa tietomallinnus on tiedonhallinta-järjestelmänä omiaan helpot-

tamaan projektien etenemisen reagoitukykyä, sekä niiden joustavuutta. En henkilökohtaisesti näe mitään estettä, miksi tämän tyyppisiä järjestelmiä ei voitaisi ottaa laajemmin käyttöön myös laitesuunnittelun tasolla, esimerkiksi suunnittelu ohjelmiin suoraan integroituna.

5.3 Pohdintaa

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, löytyisikö yritykselle sopivaa keinoa käsitellä valmiita 3D-malleja suunnittelutyön jälkeen. Vaikka yksiselitteisesti lähtökohdista täyttävää ratkaisua ei löytynytäkään jo aiemmin hyödyntämättömistä ohjelmistoista, on se tämän tyyppisessä tutkimuksessa jo itsestään hyödyllistä informaatiota. Tämän johtopäätöksen pohjalta voitiin siten lähteä etsimään vaihtoehtoisia keinoja 3D-mallien jälkikäsitteilylle. Kolmiulotteisten mallinteiden jälkikäsitteilyyn liittyvien vaihtoehtojen ideointi ja kehitys jatkuvat todennäköisesti yrityksessä myös tämän opinnäytetyön valmistumisen jälkeen. Uskon kuitenkin tutkimuksen antaneen arvokasta tietoa Pesmel Oy:n käyttöön.

Havaitsin tutkimuksen aikana, että monien tutkittujen tietokoneohjelmien pyrkimys vähentää 3D-mallien polygonilukumäärää on periaatteena hyvä, vaikkakin liian epäluotettava jätettäväksi se pelkän tekoälyn hoidettavaksi.

Isojen mallien redusointi on vaativaa hommaa, jossa täytyy aina tehdä jonkin verran tai paljon käsityötä. Lisäksi koneelliseen redusointiin ei voi luottaa. Kyse on joka tapauksessa aina kompromissista laadun ja suorituskyvyn kesken. (Hellman, 2017.)

Tietomallinnukseen liittyvien ratkaisujen tuominen osaksi modernia laitteistosuunnittelua tulee epäilemättä olemaan suuressa osassa tulevaisuudessa. Käytännön yleistymistä hidastaa kuitenkin edelleen yhteisesti sovittujen standardien puuttuminen sekä eri osapuolten kokemuksen puute tämän tyyppisestä järjestelmästä, jossa yksi yhteisessä käytössä oleva tietokonemalli riittää kommunikaatiossa ja projektin hallinnassa eri osapuolten välillä. Tänä päivänä tekniikkaa on hyödynnetty lähinnä vain rakennussuunnittelussa ja sen leviäminen muille tekniikan aloille suuressa mitakaavassa vaatii vielä aikaa. Kysyntää tämän tyyppisille, älykkäille virtuaalijärjestelmille kuitenkin epäilemättä löytyisi. Edellä mainituista syistä tämä on kuitenkin

oletettavasti paljon aikaa vaativaa toteuttaa käytännössä. Koin tutkimus-aiheen mielenkiintoiseksi, sillä se vaati tutustumista minulle ennestään tuntemattomiin aihealueisiin. Opin työn aikana paljon tietokonemallinnuksen periaatteista ja uskon tästä olevan minulle paljon apua tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Garber, R. 2014. BIM design: Realising the creative potential of building information modelling. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.

Hellman, T. 2016. Laboratorioinsinööri. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Seinäjoki. Haastattelu 25.11.2016.

Hietanen, J. 20.2.2012. Hallitsematon tietosisältö rampauttaa tietomallit. [Verkkopublication]. Rakennuslehti. [Viitattu 2.3.2017]. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/blogit/hallitsematon-tietosisalto-rampauttaa-tietomallit/>

Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Lehtoviita, T. 6.9.2014. Olisiko jo tietomallinnuksen aika. [Verkkopublication]. Saimaan Ammattikorkeakoulu. [Viitattu 2.3.2017]. Saatavissa: <https://www.saima.fi/toka/?sivu=blogi#29>

MeshLab. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.3.2017]. Saatavissa: <http://www.meshlab.net/>

Pesmel Oy. Ei päiväystä. Yritys. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.2.2017]. Saatavissa: <http://www.pesmel.com/>

LIITTEET

Liite 1. Makron toiminta.

Makron toiminta

1. Laitteen suunnitelutyö valmis
2. Makron käyttö
 - suorittaa shrinkwrapin ja tallennuksen
 - shrinkwrapille oma ikkuna juoka kysyy vain oleelliset säädöt
 - Tallenus, save as-komennolla, projektikohtaiseen kansioon suunnittelijan tunnuksn alle.
3. Lopputuloksena kevennetty ja redusoitu malli, joka voidaan viedä Navisworksiin tai lähettää asiakkaalle.
 - tiedostomuotona esimerkiksi STEP

Muuta:

- Normaalitylanteessa suunnittelija ajaa makron laitteen valmistuttua
- Makroon voi lisätä ominaisuuksia joita ei normaalissa shrinkwrap työkalussa ole. Esimerkiksi se voisi jättää referenssi osat huomiotta näin haluttaessa. Tarpeellisia ominaisuuksia voidaan tarkentaa ensimmäisten käyttökokemusten perusteella.
- Makro sisältää Preview napin, sekä molemmat liukusäätimet. Muut asetukset kuten alla olevassa kuvassa, jonka ohjelma esittää normaali shrinkwrap työkalua käytettäessä.

