

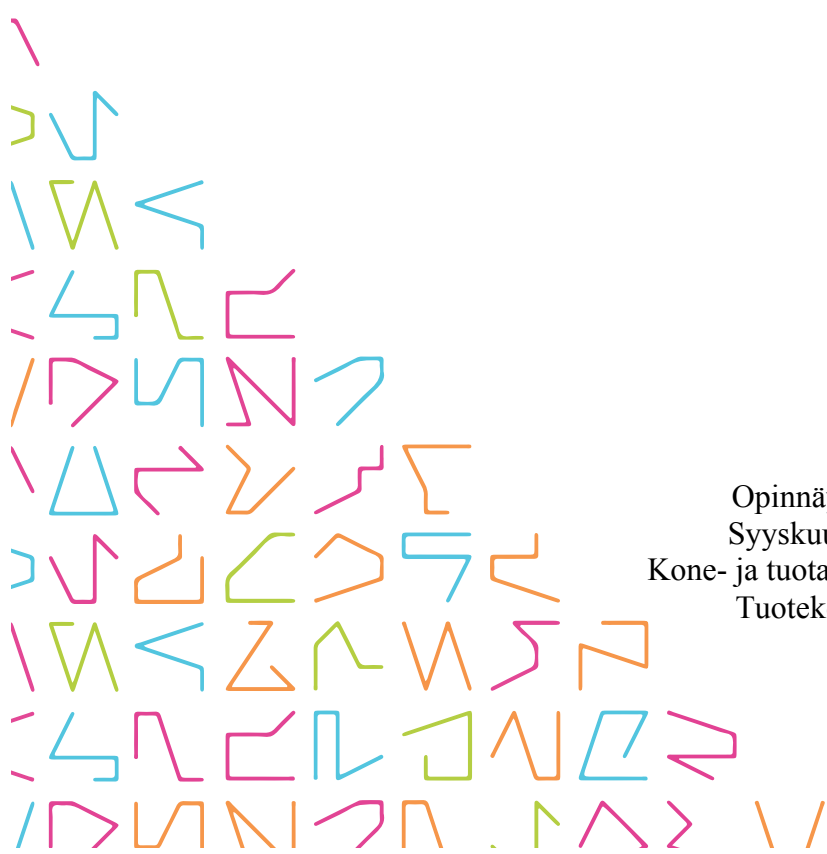


TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

SUUNNITTELUOHJELMISTON KÄYTÖN TEHOSTAMINEN

Matti Kulmala

Opinnäytetyö
Syyskuu 2017
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys

KULMALA, MATTI:
Suunnitteluohjelmiston käytön tehostaminen

Opinnäytetyö 33 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Syyskuu 2017

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehostaa suunnittelutoimintaa ja suunnitteluohjelmiston monipuolista käyttöä DecoWorks Oy:ssä. Opinnäytetyö käsitteli lyhyesti suunnitteluohjelmiston ominaisuuksia ja työkaluja. Työn pääpaino oli yrityskohtaisten menetelmien kuvaamisessa ja kehittämisessä.

Työssä laadittiin Autodesk Inventor -suunnitteluohjelmistoon vakioidun tuotteen tuotekonfiguraattori. Lisäksi työssä suoritettiin ohjelmiston käyttöönottoon ja kohtuulliseen optimointiin liittyviä tehtäviä, kuten oman piirustusarkin luominen yritykselle ja työpisteiden välisen yhtenäisyyden parantaminen.

Tuotekonfiguraattori osoittautui yritykselle tehokkaaksi työkaluksi. Suunnitteluosaston tuottavuus kasvoi, ja aikaa vapautui olennaisempiin tehtäviin. Inventorin työympäristöön tehdyt optimointitoimenpiteet paransivat työskentelymukavuutta vähentämällä toistuvia työvaiheita.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Product Development

KULMALA, MATTI:
Optimizing the use of design software

Bachelor's thesis 33 pages, appendices 3 pages
September 2017

The goal of this thesis was to optimize design tasks and the versatile usage of design software in DecoWorks Ltd. The thesis covered the general use and functions of the design software briefly. The main focus of the thesis was to identify and revise the company specific problems faced in the use of the design software.

In this thesis a standard product configurator was implemented in autodesk inventor design software. In addition, the thesis covered tasks for commissioning and optimizing the software, such as setting a company unique drawing template and improving the uniformity between work stations.

The standard product configurator proved to be an effective tool. The productivity of the design department improved and time was spared for more essential tasks. The optimization tasks performed for the Inventor software improved general convenience by removing repetitive work phases.

Keywords: design optimization, product configurator, Inventor

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYS	7
3	AUTODESK INVENTOR.....	8
	3.1 Parametrit.....	8
	3.2 Ilogic.....	9
	3.3 Formit & event triggers -työkalu	10
4	TUOTEKONFIGURAATTORI.....	12
	4.1 Pielilevyt.....	12
	4.1.1 Alkutilanteen suunnittelutyö.....	14
	4.1.2 Suunnittelutyön kehitysidea.....	14
	4.2 Pielilevykonfiguraattorin rakentaminen	15
	4.2.1 Pielilevykonfiguraattorin parametrit.....	15
	4.2.2 Pielilevyautomaatin illogic-ohjelmat	15
	4.2.3 Pielilevyautomaatin form-käyttöliittymä.....	18
5	INVENTORIN OPTIMOINTI JA YHTENÄISTÄMINEN	19
	5.1 Inventor projekti	19
	5.2 Inventor iproperties.....	21
	5.3 Inventor templatet.....	21
	5.4 Inventor styles.....	24
	5.5 Osakirjasto	26
	5.6 DXF-tiedostojen tallennus	27
6	POHDINTA	29
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET	31
	Liite 1. Pielilevyjen mittatietokortti	31
	Liite 2. Pielilevypiirustus	32
	Liite 3. DecoWorks Oy:n piirustus pohja.....	33

LYHENTEET JA TERMIT

.ipt	Inventor-osatiedostoformaatti
.iam	Inventor-kokoonpanotiedostoformaatti
.dxf	Autodesk Autocad -piirustusformaatti
template	Inventor-tiedoston aloituspohja
kokoonpano	3D-malli, joka pitää sisällään useita osatiedostoja

1 JOHDANTO

Tietotekniikan ja ohjelmistojen kehittyessä yhä pienemmät yritykset voivat saavuttaa kilpailuetuja syventymällä sähköisiin järjestelmiinsä.

Automatisoimalla toistuvia työvaiheita ja optimoimalla Inventor-suunnitteluohjelmiston työympäristöä on mahdollista saavuttaa suuria parannuksia työskentelyn tehokkuuteen. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda tuntevia muutoksia suunnittelutyön ajankäyttöön DecoWorks Oy:ssä.

Opinnäytetyö ei ole ohjelmiston käyttöohje vaan väline, joka auttaa käyttäjiä löytämään suunnitteluohjelmistojen ominaisuuksia sekä tunnistamaan tehostamiskohteita omasta työskentelystään. Vaikka opinnäytetyö keskittyy pääosin vain yhteen ohjelmaan, on se sovellettavissa myös muihin vastaaviin ohjelmistoihin.

Suurin osa opinnäytetyöstä kuvaa standardituotteen suunnitteluautomaatin rakentamista. Automaatti tuottaa mittatietojen perusteella 3D-mallin ja tulostusvalmiit piirustukset. Lisäksi käsitellään Inventor-ohjelmiston optimointia ja työpisteiden yhtenäistämistä pienyrityksen tarpeisiin.

2 YRITYS

DecoWorks Oy on 2013 perustettu, nopeasti kasvava metallialan yritys. DecoWorks toimii Salosta käsin koko Suomessa, keskeisimmän markkina-alueen ollessa pääkaupunkiseutu. DecoWorksin suurimpia asiakkaita ovat hissi- ja rakennusliikkeet sekä taloyhtiöt. Yrityksen päätoimialaa ovat rakennuksessa ja sisustuksessa käytettävät ohutlevytuotteet. (<http://www.decoworks.fi/>)



KUVA 1. DecoWorks:in toimittamat hissin oviaukkojen pielilevyt (DecoWorks 2016)

DecoWorksin yritysmaaliin kuuluu mitoitus, valmistus ja asennus. Tyypillisiä mittojen mukaan räätälöityjä tuotteita ovat esimerkiksi uudet hissikorit, hissien ovet ja oviseinät, oviaukkojen pielirakenteet (kuva 1) sekä erilaiset pinnoitukset ja entisöinnit. Yrityksen erityisosaamista ovat erilaisten materiaalien, kuten: puu, metalli ja lasi yhdistäminen. (DecoWorks 2016)

3 AUTODESK INVENTOR

DecoWorks Oy käyttää suunnitteluohjelmistonaan pääsääntöisesti Autodesk Inventoria. Inventor on 1999 julkaistu Autodesk-ohjelmistoyrityksen valmistama työkalu 3D-mekaniikkasuunnitteluun. (Munford & Normand 2016)

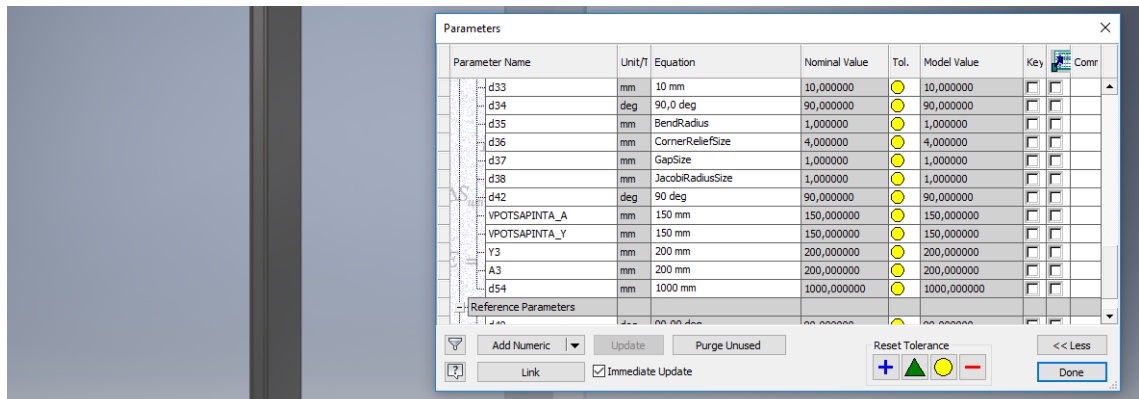
Suunnitteluohjelmistojen harjaantunut käyttö vaatii pitkän perehtymisen ja tietoa mahdollisista työkaluista ja ominaisuuksista. Opinnäytetyössä on hyödynnetty Inventorin käyttöoppaita: Esa Hietikon Autodesk Inventor sekä e-kirjaa Mastering Autodesk Inventor 2016 and Autodesk Inventor LT 2016: Autodesk Official Press Paul Munford ja Paul Normand. Hyviä neuvoja ja niksejä ohjelmistojen käyttöön löytyy runsaasti netin keskustelupalstoilta ja videoblogeista.

Autodesk Inventor -otsikon alla opinnäytetyössä kuvataan lyhyesti Inventorin ominaisuuksia ja työkaluja, jotka ovat opinnäytetyön kannalta olennaisia. Nämä keskeiset ominaisuudet toistuvat useasti opinnäytetyön eri vaiheissa.

3.1 Parametrit

Parametrit ovat muuttujia Inventor -tiedoston sisällä. Parametrit määrittelevät pääosin numeraalisia ominaisuuksia kyseisestä tiedostosta. Esimerkiksi kaikki 3D-mallin mittatiedot löytyvät listattuna parametreihin (kuva 2). Parametreja on kolmea tyyppiä model, user ja reference. Inventor muodostaa 3D-mallin model-parametrit automaattisesti mallinnusprosessin edetessä. Kun esimerkiksi sketsiin asettaa ensimmäisen mitan, Inventor aloittaa juoksevan numeroinnin muuttujalla d0. (Munford & Normand 2016)

User-parametrit ovat käyttäjän itse luotavissa olevia apuvälineitä, joita voidaan käyttää tarpeiden mukaan suunnittelun apuna. Parametri työkalu osaa laskea ja tunnistaa toiset parametrit muuttujina.



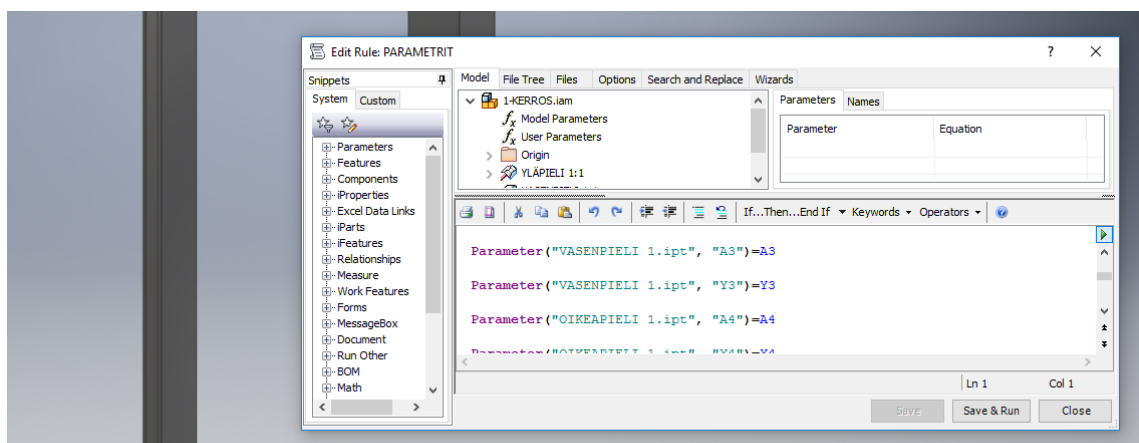
KUVA 2. Vasemman sivupielen model-parametreja osatiedoston sisällä.

3.2 Ilogic

Ilogic on Inventorin sisällä oleva ohjelmointityökalu, joka mahdollistaa malleihin sääntöpohjaisen älykkyyden. Ilogic-säännöt ovat käytännössä yksinkertaisia Visual Basic .NET-ohjelmia (kuva 3), jotka pystyvät käyttämään muuttujina esimerkiksi 3D-mallin parametritietoja. (Munford & Normand 2016)

ilogic-työkalulla on loputtomasti käyttötarkoituksia ja se mahdollistaa monimutkaisetkin automatisoinnit. Opinnäytetyössä laadittu pelilevyautomaatti tarvitsee ilogic-koodia esimerkiksi muokkaamaan osien ja kokoonpanon parametreja sekä lukemaan ulkoista Excel-tiedostoa.

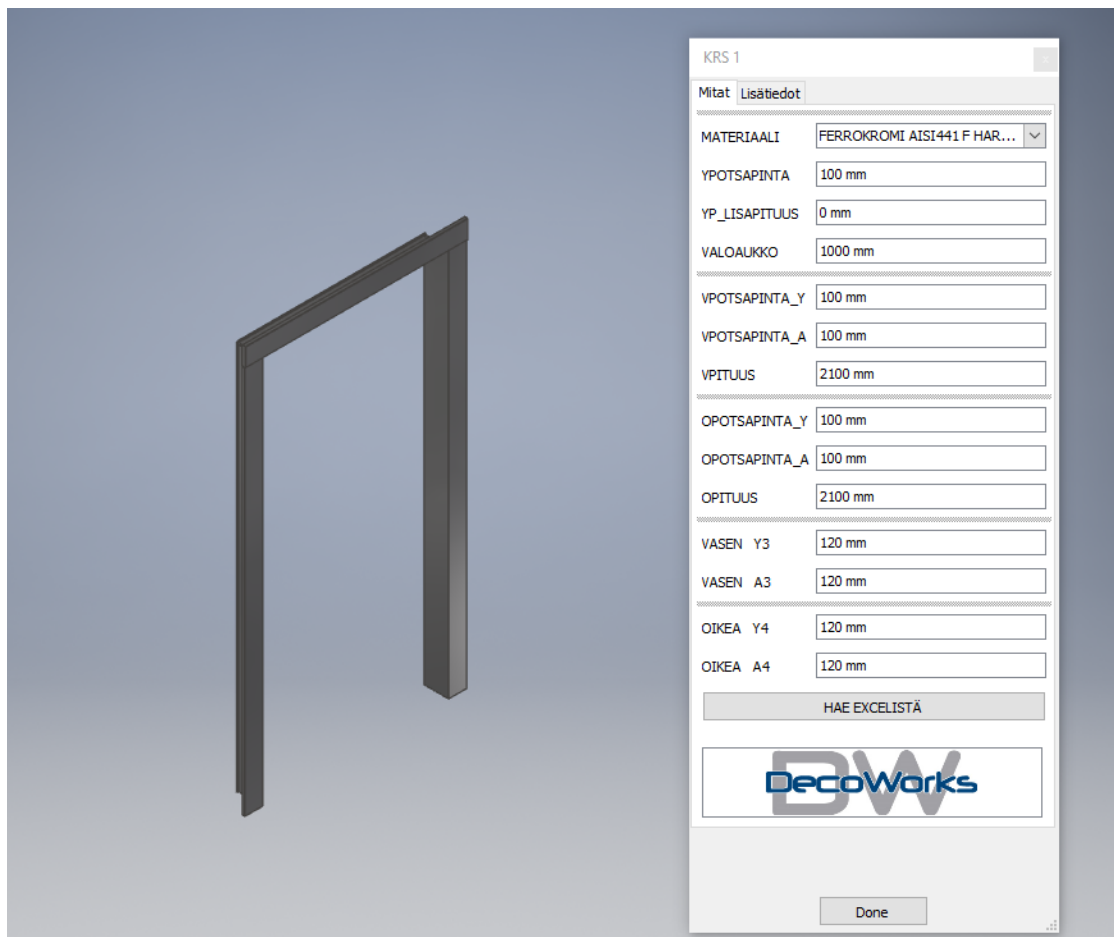
Ilogic-säännöt kytkeytyvät oletuksena tallennushetkestään päällä ja silloin ne ylittävät hierarkiassa esimerkiksi käyttäjän manuaalisesti tekemät muutokset. Vaihtoehtoisesti sääntöjen toimintaa voidaan ohjata esimerkiksi event triggers -työkalulla tai erillisellä form-käyttöliittymällä.



KUVA 3. ilogic-ikkunaan kirjoitettu parametrisääntö kokoonpanotiedoston sisällä.

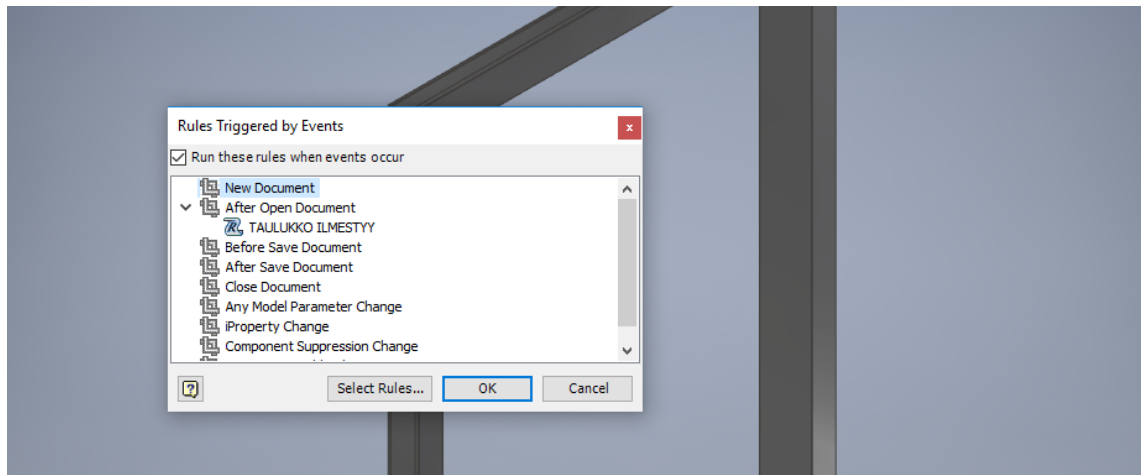
3.3 Formit & event triggers -työkalu

Formit ovat Inventor-tiedoston sisällä täysin muokattavissa oleva käyttöliittymä ilogic-sääntöjen ja parametrien ohjaamiseksi (Munford & Normand 2016). ilogic säännöt ja parametrit itsessään ovat valikkojen takana, joten sujuvaa käytettävyyttä tavoiteltaessa pielilevyautomaattikin tarvitsi yksilöllisen käyttöliittymää (kuva 4).



KUVA 4. Form-käyttöliittymä pielilevyautomaattiin.

Event trigger on ilogic-sääntöjä ohjaava työkalu, jolla voi aktivoida sääntöjä esimerkiksi aina sulkiessa tiedosto tai aina tiedoston tallentamisen jälkeen. Kuvassa 5 ilogic sääntö aktivoituu aina kun tiedosto avataan.



KUVA 5. Event triggers -työkalu laukaisee formia ohjaavan illogic -säännön.

4 TUOTEKONFIGURAATTORI

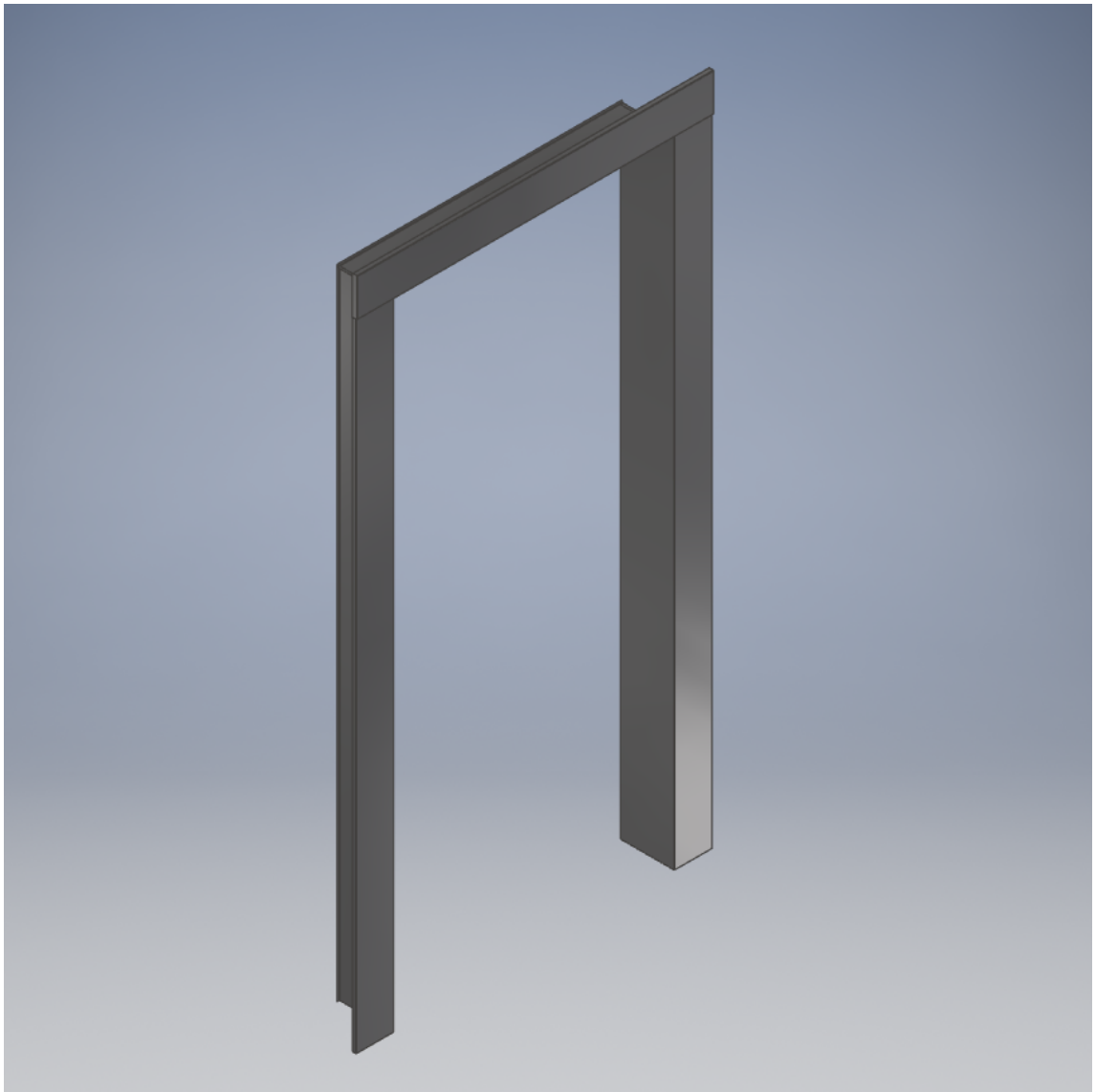
Opinnäytetyössä tuotekonfiguraattoriksi tai -automaatiksi kutsutaan sähköisen suunnittelun järjestelmää tai mekanismia, jolla pitkälle vakioidun tuotteen muuttujia hallitaan mahdollisimman tehokkaasti tai automaattisesti. Opinnäytetyön tapauksessa muuttujia kertyy kymmeniä. Muuttujista osa on mitta- ja materiaalitietoihin perustuvia ja osa liittyy osien keskinäisiin suhteisiin.

Automaattia rakentaessa tuli erityisesti ottaa huomioon joustavuus ja helppokäyttöisyys. Järjestelmä ei saa olla sellainen, että se ei salli satunnaisia muutoksia. DecoWorks-tuotteet ovat ensisijaisesti mittojen mukaan räätälöityjä, jolloin esimerkiksi reikien paikkoja ja aukoksia joudutaan aina määrittelemään tapauskohtaisesti. Automaatin helppokäyttöisyydessä pyritään tilaan, jossa tuotteeseen ja ohjelmistoon perehtymätönkin pystyy tarvittaessa käyttämään sitä.

Yritys tuo automaatin rakentamiseen omat erityispiirteensä. DecoWorks valmistaa tuotteet fyysisten piirustusten avulla, joten niiden tulostaminen pitää olla mahdollisimman tehokasta. Lisäksi jo olemassa olevia tyynejä piirustuksissa, mittausmenetelmissä ja mallinuksissa tulee kunnioittaa.

4.1 Pielilevyt

Pielilevyiksi kutsutaan hissien edustalla kerroksissa olevia levyosia, jotka muodostavat hissien kulkuaukon näkyvät karmit. DecoWorks toimittaa levyt asiakkaan tarpeiden mukaan. Saneerauskohteissa hissitoimittajan pielet eivät usein istu vanhoihin rakennuksiin, jolloin syntyy kysyntää mittatilauksena tehtäville osille.



KUVA 6. 3D-malli pielilevyjen yleisimmästä rakenteesta.

Suurin osa pielilevyistä jaetaan kahteen päätyyppiin. Opinnäytetyössä käsitellään tyyppiä, jonka julkisivu on kuvan 1 mukaisesti kantattu 90-asteseen. Useimmiten pielilevyt ovat rakenteeltaan samanlaisia, kolmesta kantatusta levystä: vasen sivupieli, oikea sivupieli sekä yläpieli, muodostuva kokonaisuus. Oviaukon edustalle kääntyviä sivuja kutsutaan otsapinnoiksi.

Suunnittelussa määritellään mittatietojen perusteella pielien syvyys, pituus ja osapintojen leveys. Yleisesti otsapintojen leveydet pyritään pitämään ulkonäkösyistä lähellä toisiaan, mutta samalla huomioiden mahdolliset rakennuksessa olevat aukot, jotka tulee peittää. Yläpieli muodostuu sivupielien ja hissien oviaukon leveyden perusteella

4.1.1 Alkutilanteen suunnittelutyö

Suunnittelija tekee 3D-mallin mittakortin perusteella (LIITE 1). Olemassa olevat mittakortit ja vakioidut mittauspisteet ovat hyvä apuväline sekä mittauksessa että mallintamisessa. Mallinnukset pystytään kopioimaan saman tyyppisten vanhojen projektien olemassa olevista osa- ja kokoonpanotiedostoista. Vanhat mitat muutetaan vastaamaan uutta mittakorttia.

Kokoonpanotiedostot ovat valmiiksi linkitetty olemassa olevaan .idw-piirustustiedostoon, jossa eri kerrokset ovat eri sivuilla. Menetelmällä piirustusten tuottaminen on nopeaa. Kuvannot päivittyvät kokoonpanotiedostojen mukana, joten uusia kuvantoja ja mittoja ei tarvitse erikseen asetella arkille. Tuotantoon menevät valmistuspiirustukset saa tulostettua suoraan yhdestä tiedostosta monisivuisena valmistuspiirustuskokonaisuutena.

Pielilevyjen mallintaminen on perehtymisen jälkeen sujuvaa, mutta toistuvat työvaiheet turhauttavat ja ovat aikaa vieviä. Vanhojen projektien selaaminen parasta aihiota etsiessä työllistää turhaan ja vaikka kopioiminen sinänsä on tehokasta, tulee usein kopioitua myös vanhoissa projekteissa tehdyt virheet.

4.1.2 Suunnittelutyön kehitysidea

Suurin ongelma pielilevymallien tuottamisessa oli käsityönä tehtävä mittojen muuttaminen. Pitkissä sarjoissa klikkauksia oli paljon ja virheiden tekemiselle oli useita mahdollisuuksia. Selatessa mittataulukkoa ja korjatessa lukuisia samanlaisia malleja peräkkäin, mitat menivät helposti sekaisin. DecoWorks tuottaa tuhansia pielilevyjä vuodessa. Pielilevyjen kaltaisen massatuotteen suunnittelu pitäisi olla mahdollisimman sujuvaa ja tehokasta.

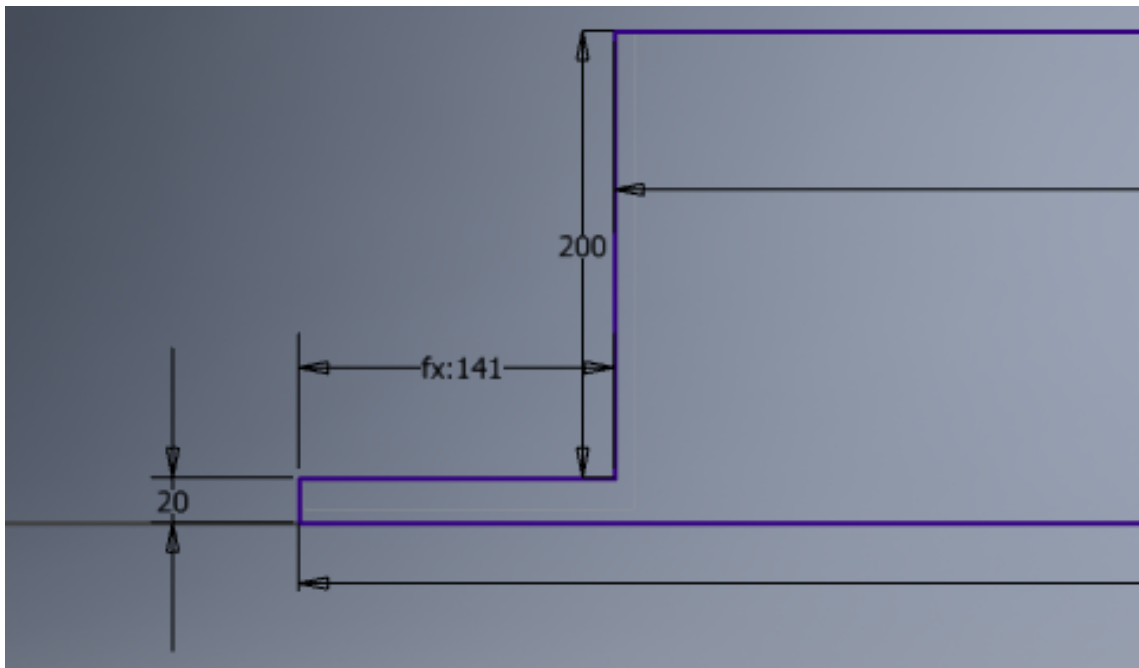
Pielilevymallien ja valmistuspiirustusten tuottaminen tulisi olla automaattista niin, että käyttäjä syöttää mittakortin tiedot yhteen paikkaan, suoraan esimerkiksi Excel-tilukkaan. Kokoonpanotiedosto päivittyy taulukon mukaisesti, jolloin virhelyöntien mahdollisuus vähenee ja syötettävät arvot ovat helposti tarkistettavissa. Parhaassa tapauksessa asentaja voisi itse täyttää mittakortin sähköisesti, jolloin suunnittelijan tehtäväksi jää vain automaatin käyttö ja valmistuspiirustusten tulostus.

4.2 Pielilevykonfiguraattorin rakentaminen

4.2.1 Pielilevykonfiguraattorin parametrit

Pielilevyautomaatin parametriikkaa alettiin rakentaa nimeämällä osatiedostoihin kaikki tarpeelliset model-parametrit selkeästi myöhempää käyttöä varten (kuva 2). Esimerkiksi sivupielissä tarpeellista on otsapinta, pielen pituus ja syvyyskanttien mitat.

Yläpielen mitat ovat riippuvaisia sivupielistä. Esimerkiksi sivupielien otsapintojen leveydet on kirjoitettu parametreiksi yläpielen kokonaisleveyden määrittävään sketsiin (kuva 7). Inventor huomioi laskennalliset mitat kuvan 7 mukaisesti merkinnällä fx. Mitä pidemmälle osien keskinäiset riippuvuudet voidaan määritellä parametreilla ja rajoitteilla sitä omatoimisempi automaattista tulee.



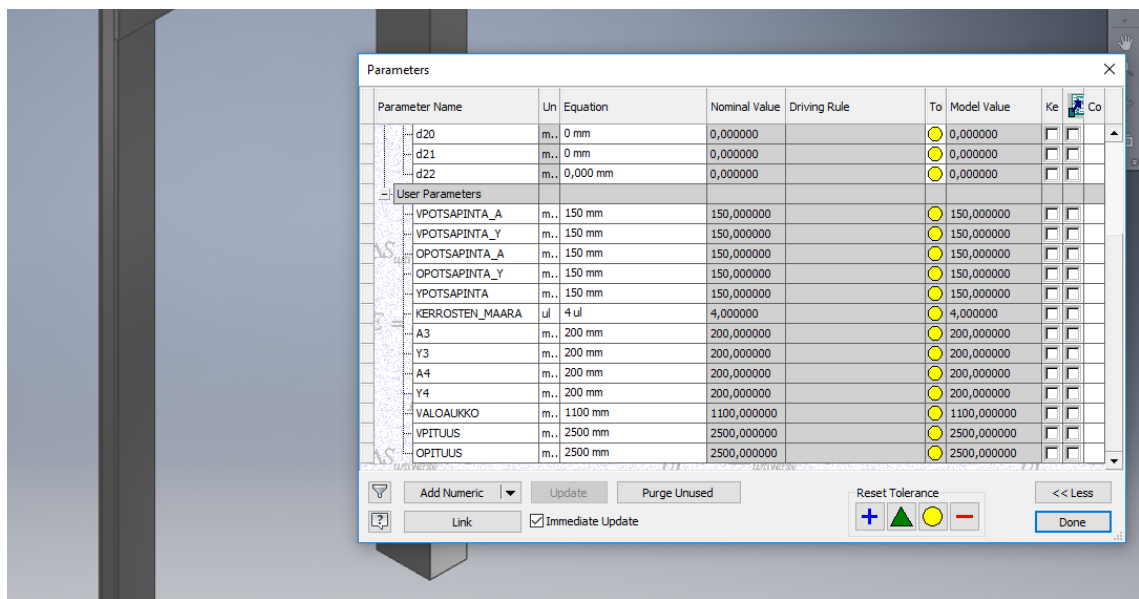
KUVA 7. Yläpielen parametriikka on liitetty sivupielisiin.

4.2.2 Pielilevyautomaatin ilogic-ohjelmat

Kun Inventorin kokoonpanonäkymässä haluaa muokata osatiedostoja, täytyy kyseinen osa asettaa edit-tilaan ja käydä muuttamassa tarvittava mitta. Edit-tilassa muu kokoonpano esitetään harmaana ja muokattava osa on korostettu. Pielilevyjen tapauksessa kaikkia kokoonpanon osia pitää muokata. Osien muokkaaminen yksitellen on tietenkin toistuva ja aikaa vievää työvaihe.

Ilogic-työkalulla oli mahdollista kiertää osien yksitellen muokkaaminen. Pielilevyautomaatin runkona toimi parametrisääntö (kuva 3), jossa oli kirjoitettu kokoonpanotiedostoon luodut user-parametrit yhtä suuriksi osatiedostoissa olevien saman nimisten model-parametrien kanssa. Säännön ollessa aktiivinen ilogic pitää osatiedostojen parametrit yhtä suurina kokoonpanotiedoston vastaaviin parametreihin. Linkki toimii molempiin suuntiin, jos parametrin muuttaa osatiedostosta se päivittyy automaattisesti myös kokoonpanotiedostoon.

Käytännössä nyt kaikkia osia ohjattiin kokoonpanotiedoston user-parametrien kautta numeerisesti (kuva 8). Menetelmä on kevyt sekä tietokoneille että ohjelmistolle. Samankaltainen parametrisääntö oli luotu myös yläpielen osatiedostoon, jossa sivupielitiedostojen parametreja oli tuotu hyödynnettäviksi yläpielen parametriikkaan (kuva 7).

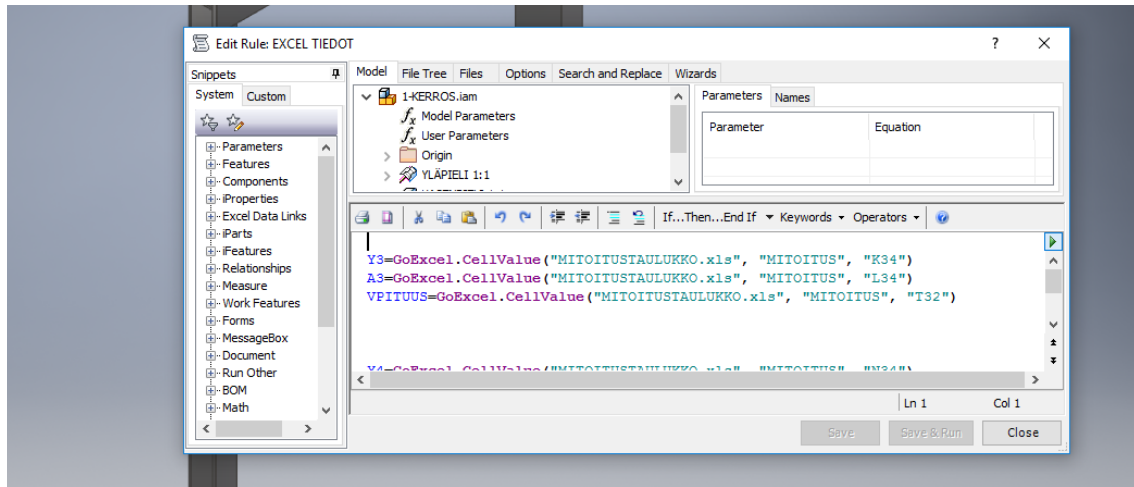


KUVA 8. Osatiedostojen model-parametreja kokoonpanotiedoston sisällä

Pielilevyautomaattiin haluttiin linkki ulkoiseen Excel-tiedostoon. Excel-tiedoston hyödyntäminen tuo pitkien sarjojen suunnitteluun merkittävän nopeusedun. ilogic tukee Excel-tiedonhakua monipuolisesti. Pielilevyautomaatin tapauksessa päätettiin kuljettaa Excel-tiedostoa samassa kansiossa osa- ja kokoonpanotiedostojen kanssa, silloin ilogic koodi on yksinkertaisempi ja automaatti kokonaisuudessaan vakaampi.

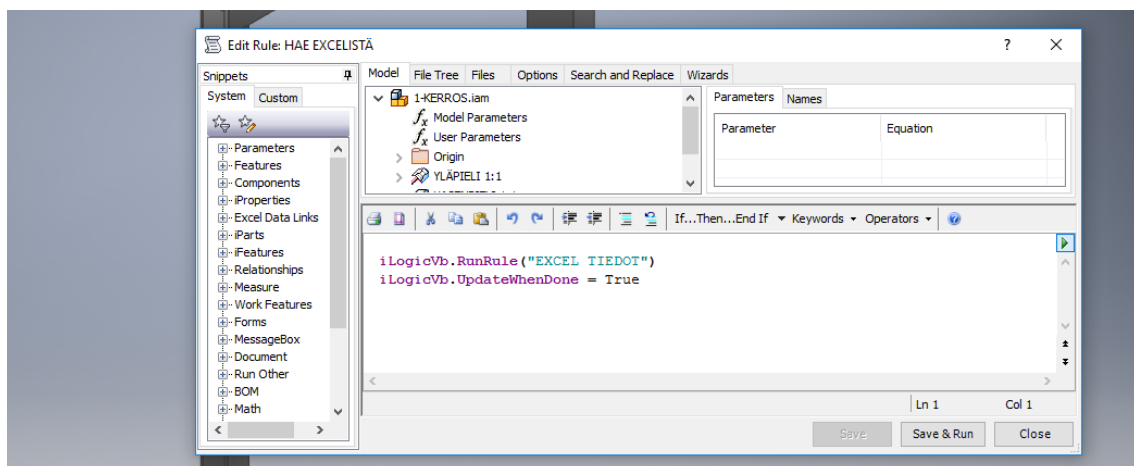
Yhtenäistämistarkoituksessa päätettiin käyttää Excel-tiedostona jo olemassa olevaa mitakorttia (Liite 1). Excel tiedonhaku säännön laatiminen oli työlästä (kuva 9). Oikeat

solut piti etsiä mittakorttitiedostosta ja kirjoittaa ohjelmaan yksitellen. Säännössä osoitetaan solujen arvot yhtä suuriksi kokoonpanotiedoston user-parametrien kanssa.



KUVA 9. Ilogic-työkalun Excel-tiedonhakuääntö.

Jos tiedonhakuääntöön jätti aktiiviseksi, se yliajoi automaattiin käsin syötetyt mittatiedot. Pielilevyautomaattiin haluttiin molemmat ominaisuudet käyttöön samanaikaisesti, joten Excel-tiedonhaku vaati toimiakseen avustavan ilogic-sääntö (kuva 10). Avustava sääntö ajaa tiedonhakuääntöä ja päivittää mallin. Kun automaatti rakennetaan näin, Excel-tiedonhakuääntö voi olla suppressed-tilassa mykistettynä ja se saadaan toimimaan kertaluontoisesti käynnistämällä apusääntö.



KUVA 10. Ilogic-työkalun Excel-tiedonhakua avustava aktivointisääntö.

4.2.3 Pielilevyautomaatin form-käyttöliittymä

Formit ja ilogic-koodi tukeutuvat toisiinsa monellakin tapaa. Pielilevyautomaatissa ha-
luttiin form-ikkunan ilmestyvän automaattisesti, kun kokoonpanotiedosto avataan. Au-
tomatiikka vaati ilogic säännön, joka aukaisee formin. Ilogic sääntöä ohjattiin edelleen
kuvan 5 mukaisesti event triggers -työkalulla.

Käyttöliittymän tekstikentät ovat käytännössä vain tapa syöttää kokoonpanotiedoston
user-parametrit. Arvo luetaan mittataulukosta ja tab-näppäimellä siirrytään seuraavalle
riville. 3D-malli päivittyy välittömästi.

Käyttöliittymän rakenne suunniteltiin niin, että virhesyöttöjen mahdollisuus olisi mah-
dollisimman pieni ja käyttöliittymä yleisesti selkeä (kuva 4). Tekstinsyöttökentät nimet-
tiin olemassa olevilla lyhenteillä ja pielilevyjen syvyyttä määrittävät mitat Y3, A3, Y4
ja A4 ovat mittakortin (Liite 1) mukaisessa totutussa järjestyksessä. Käyttöliittymässä
on kaikki muuttujat, joita pielilevyjen suunnittelussa käytetään. Käyttäjän ei erikseen
tarvitse tarkistaa mitään muuta, riittää kun jokaisen tekstikentän arvo vastaa mittakort-
tia.

Hae Excelistä -näppäin käynnistää kuvan 10 mukaisen ilogic apusäännön ja päivittää
mallin. Apusääntö ajaa Excel-tiedonhakuksäännön ja Excel-tiedostossa olevat mitat päi-
vittyvät automaattisesti formiin. Done-näppäin sulkee ikkunan.

5 INVENTORIN OPTIMOINTI JA YHTENÄISTÄMINEN

Yrityksen kasvaessa suunnitteluohjelmiston käytöstä tulee vastuullisempaa. Tiedostojen hallinta, Inventor ympäristön sujuvuus ja työpisteiden välinen yhteistoiminta nostavat merkitystään.

Vuoden 2017 alussa Inventor-työpisteiden määrä DecoWorksissä kasvoi kolmeen. Suunnittelun työkuorma on saavuttamassa määrää, jossa ohjelmiston käyttöön tulisi laatia yhteisiä pelisääntöjä. Opinnäytetyössä laadittiin DecoWorksille yksilöity, helppo ja työpisteiden välillä yhtenäinen piirustusohja (Liite 3) sekä materiaalikirjasto.

Haasteita Inventor työympäristön muokkaamiselle toi firman olemassa olevat toimintatavat. Vanhojen ja uusien menetelmien välille tuli löytää tehokas keskitie.

Opinnäytetyössä luotua piirustusohjaa ja kuvattuja optimointimenetelmiä käytettiin myös pielilevyautomaatissa. Pielilevyautomaatin rakentaminen oli osaltaan vahvistanut tiettyjen optimointimenetelmien tarvetta.

5.1 Inventor projekti

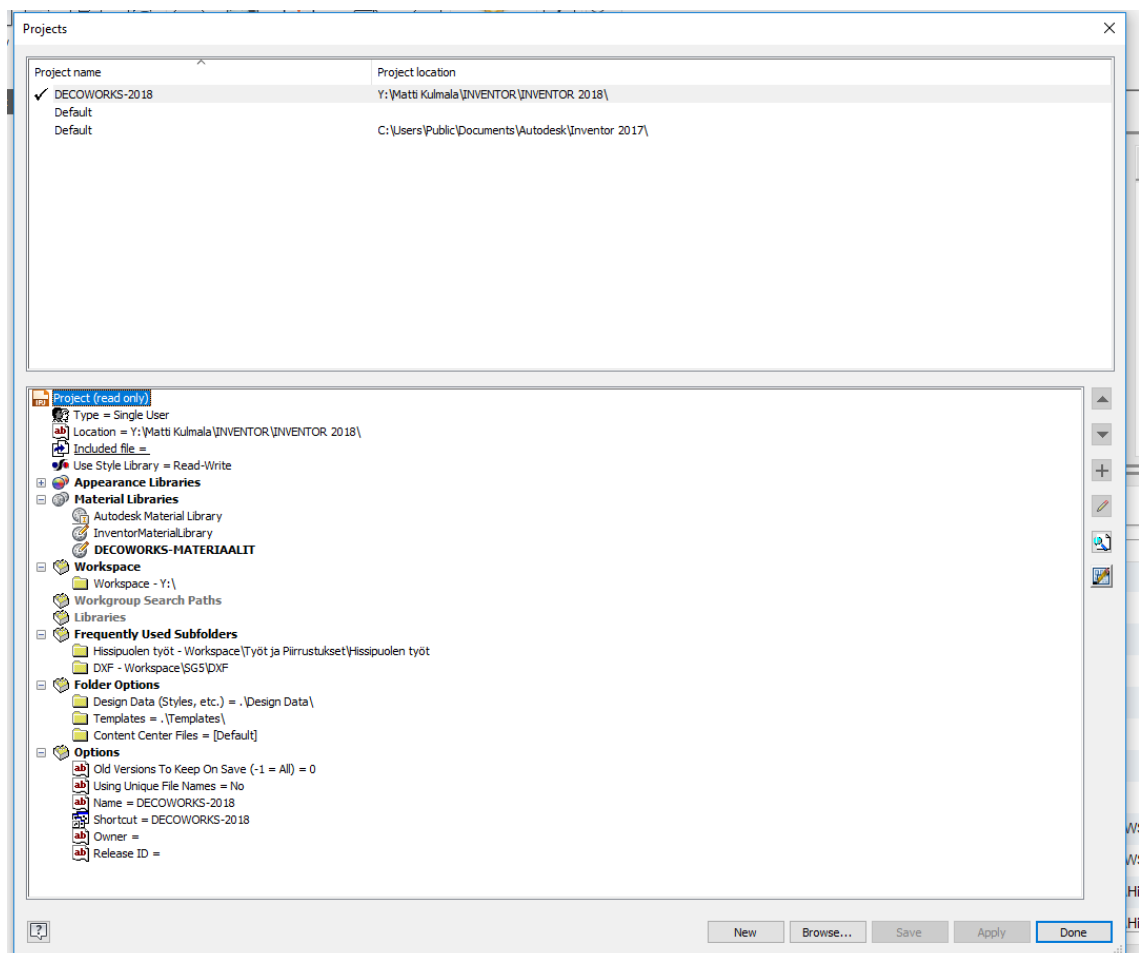
Inventor projektitiedostot ovat dokumenttien- ja tiedonhallintajärjestelmä, joka auttaa Inventoria säilyttämään tiedostojen väliset linkit ja referenssit (Hietikko 2007, 41). Projektitiedosto on itseasiassa kuvan 11 mukainen joukko asetuksia, joilla Inventorin toimintaa määritellään.

Material library määrittelee materiaalikirjaston sijainnin. Workspace määrittelee polun, jossa tiedostoja säilytetään ja josta Inventor etsii osien väliset linkit. Frequently used subfolders -valinnalla voidaan asettaa usein käytetyt kansiot ja sijainnit pikavalinnaksi niin, että Inventorin tiedostoikkuna näyttää ne aina sivupalkissa. Templates-kansio on luvussa 5.3 määriteltyjen tiedostojen sijainti.

DecoWorkissä oli käytetty Inventorin oletusprojektia. Inventorin oletusprojekti ei sisällä tiedostojen workspace-sijaintia, vaan Inventor etsii tiedostojen välisiä linkkejä kansios- ta, jossa ne sijaitsevat. Oletusprojektia käyttö oli mahdollista, koska DecoWorksissä on

tapana hallita projektikokonaisuuksia Windowsin tiedostotyökaluja. Tiedot tiedostot ja kokonaisuudet ovat omissa kansioissaan ja erotella samannimiset esimerkiksi pielilevyjen osat kerrosten perusteella.

Oletusprojektin käytössä huonoja puolia on, että kaikki työpisteet ovat toisistaan irrallisia ja on vaikea luoda esimerkiksi yhtenäistä materiaalikirjastoa. Kaikki opinnäytetyössä laaditut optimointi ja yhtenäistämistoimet vaativat tarkoituksenmukaisen projektitiedoston, jotta työpisteiden välinen yhteistoiminta olisi mahdollista.



KUVA 11. Inventor-projektitiedostoa määrittelevät valinnat.

Projektitiedostoja voi käyttää monella eri tyylillä. DecoWorksissä päädyttiin tapaan, jossa kaikki työt tehdään yhdellä projektitiedostolla ja kaikki työpisteet käyttävät yhteiselle asemalle tallennettua, samaa projektitiedostoa. Tärkeimpänä parannuksena oli työpisteiden välillä yhtenäiset piirustus pohjat ja materiaalikirjastot.

5.2 Inventor iproperties

Inventor-tiedostoihin on linkitetty iproperties-ominaisuuksia. Iproperties on lukuisia tekstipohjaisia attribuuttitietoja, esimerkiksi osatiedoston fysikaaliset materiaaliominaisuudet.

Kun uusi osatiedosto tallennetaan ensimmäisen kerran, Inventor asettaa automaattisesti tiedostonimen iproperties part number -attribuutiksi. Tämä tapahtuu vain ensitallennuksen yhteydessä. Part number -attribuutti on käytössä oletuksena esimerkiksi piirustuksien osalistoissa.

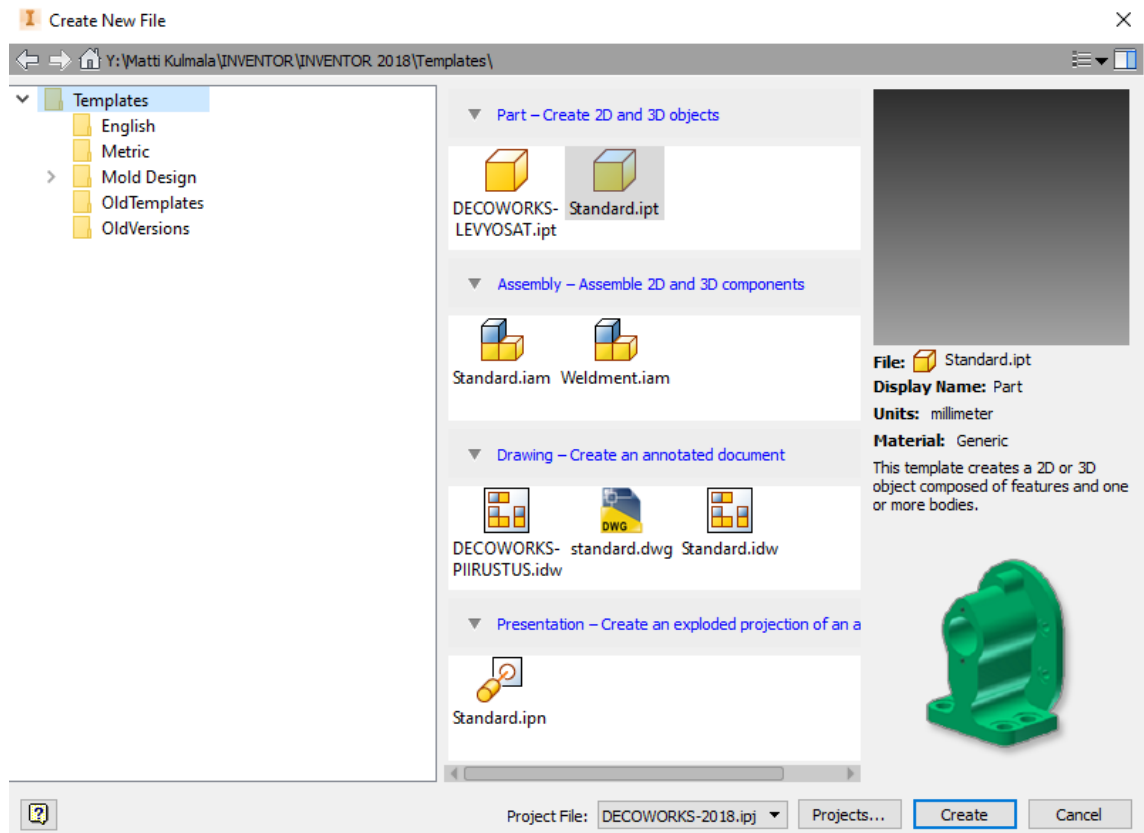
DecoWorksin suunnittelun toimintatapoihin kuuluu vahvasti osien kopioiminen Windowsin tiedostojärjestelmällä sekä tiedostonimen käyttö tiedostoja hallitessa. Esimerkiksi samankaltainen osa kopioidaan vanhasta projektista ja muokataan sopivaksi. Erilaiset osat erotetaan tiedostonimillään "lista-1500.ipt" tai "lista-1000.ipt". Ongelmia esiintyy, kun osia muokataan ja Inventor ei enää automaattisesti päivitä part number -attribuuttia. Vanhentunut attribuuttitieto saattaa päätyä valmistuspiirustuksen osaluetteloon ja aiheuttaa sekaannuksia.

Luvussa 5.3 luoduissa uusissa template-tiedostoissa haluttiin ottaa huomioon tiedostonimen käyttö. Piirustus ja osatiedosto-templateen tehtiin yksinkertainen ilogic-sääntö, jossa tiedostonimi ja part number -attribuutti on määrätty yhtä suuriksi. Sääntö asetettiin event trigger -työkalulla käynnistyväksi aina kun tiedosto avataan. Nyt samankaltaisten osien kopioiminen on sujuvampaa. Käyttäjä voi kopioida osia Windowsin tiedostotyökaluilla ja muuttaa vain tiedostonimen, part number -attribuutti päivittyy automaattisesti ja sekaannuksen mahdollisuus pienenee.

5.3 Inventor templatet

Inventor templatet ovat projektitiedoston määrittelemässä kansiossa olevia tyhjiä osa, kokoonpano tai piirustus-tiedostoja. Kun Inventorilla luodaan uusi tiedosto, ohjelma pyytää valitsemaan jonkin templatet minkä päälle uusi tiedosto aloitetaan (kuva 12). Inventorissa on oletusasetuksena esimerkiksi metri- ja tuumamitoille omat templatet. template-tiedostoja voi lisätä tai muokata vapaasti ja niihin voi tallentaa asetuksia kuten tavanomaisiin tiedostoihin. Tyypillisesti template-tiedostoihin tallennetaan sellaiset esi-

asetukset, jotka käyttäjä muuten joutuisi aina uutta tiedostoa luodessaan asettamaan. Näin saavutetaan työskentelyyn sujuvuutta.



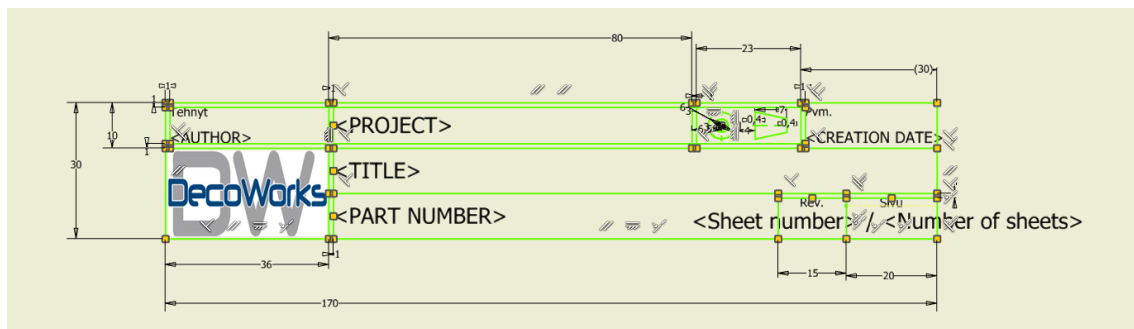
KUVA 12. Inventorin aloitusikkuna näyttää käytössä olevat template-tiedostot.

DecoWorks käytti piirustuksissaan Inventorin oletus-templateja ja -asetuksia. Oletusasetuksen toimivat sujuvasti, mutta yrityskohtaiset vaatimukset eivät täyty. Opinnäytetyössä luotiin DecoWorksille yksilöidyt ja työpisteiden välillä yhtenäiset osatiedosto sekä piirustustiedosto -templatet.

DecoWorksissä fyysisiä piirustuksia käytetään paljon. Arkkikoot ovat pieniä, pääosin A4 ja tarvittaessa A3. Piirustus-templatea laadittaessa tuli ottaa huomioon piirustusten helppo tulostaminen ja tehokas tilankäyttö. Lisäksi piirustusten ulkonäköön haluttiin omaleimaisuutta, pois Inventorin oletusasetuksista.

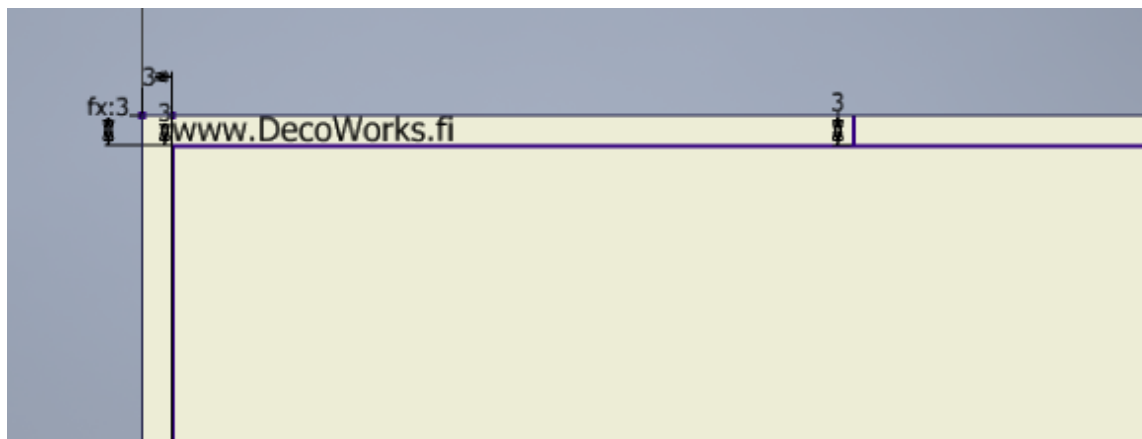
Inventor jakaa piirustus pohjat kahteen elementtiin: otsikkotaulu ja piirustusta ympäröivä reunus. Molempia voi muokata kuten sketsejä yleensäkin (kuva 13). Muokkaaminen aloitettiin kopioimalla olemassa oleva ISO-reunus ja otsikkotaulu. Mittasuhteita ei haluttu muuttaa liikaa, ettei standardista ajauduta liian kauas. Esimerkiksi otsikkotaulun ääriimitat säilytettiin standardin mukaisena.

Kuvassa 13 pienempi ja suurempi -kuin merkkien sisällä olevat tekstit kuvaavat piirustustiedoston iproperties attribuuttitietoja. DecoWorksin otsikkotaulussa attribuutteja on selkeästi vähemmän kuin Inventorin oletusvaihtoehdoissa, kaikki tarpeeton on karsittu pois. Part number –attribuutti kertoo luvussa 5.2 kuvatun attribuuttsäännön ansiosta automaattisesti piirustustiedoston tiedostonimen, author tiedoston luoja, sheet number sivunumeron ja creation date luontipäivämäärän. Project ja title attribuutit ovat oletuksena tyhjiä ja käyttäjä voi nimetä ne tarpeensa mukaan. Lisäksi otsikkotauluun liitettiin yrityksen logo ja selitetekstit käännettiin suomeksi.



KUVA 13. Decoworksille yksilöidyn otsikkotaulun laatimista.

Piirustuksen reunus muokattiin tilansäästösyistä mahdollisimman pieneksi. marginaali on tulostettaessa noin 5 mm. Piirustus jaettiin kuvan 14 mukaisilla lyhyillä viivoilla tasalevyisiin segmentteihin, joiden mukaan kuva on esimerkiksi helppo jakaa kahtia. Omaleimaisuutta tuotiin kirjoittamalla yrityksen nettiosoite vasempaan ylänurkkaan.



KUVA 14. Decoworksille yksilöidyn reunuksen laatimista.

Piirustus-templateen haluttiin tuoda sujuvuutta iproperties ja muiden tietojen syöttämiseen. Form-työkalulla tiedostoon luotiin yksinkertainen kuvan 16 mukainen käyttöliit-

tymä, jonka tekstikenttään käyttäjä voi suoraa syöttää otsikkotauluun tarvittavat tiedot. Lisäksi piirustuksen vasempaan yläreunaan lisättiin tekstikenttä, mihin yritykselle ominaisesti kirjoitetaan levytyökeskuksella leikattavien levyosien tiedostopolku.

Käyttöliittymä asetettiin ilogic-säännöllä aktivoituvaksi itrigger-laukaisukäskystä. Edelleen itrigger-laukaisukäskylle määriteltiin ohjelman asetuksista näppäimistön pikanäppäin. Nyt uutta piirustusta luodessa käyttäjä tarvitsee tekstitietoja muokatakseen painaa vain yhtä näppäimistön näppäintä ja aukeavasta ikkunasta löytyy kuvan 16 mukaisesti kaikki piirustusta koskeva tieto.

Muokattu otsikkotaulu ja reunukset tallennetaan template-tiedoston mukana ja ovat oletuksena kaikissa uusissa piirustuksissa, joiden luomiseen käytetään DecoWorks-templatea. Otsikkotauluja ja piirustuksen reunoja muokatessa tulee huomioida, että vanhat piirustukset eivät päivyty automaattisesti.

Jos uusia elementtejä haluaa tuoda jo olemassa olevaan piirustustiedostoon, täytyy käyttää Inventorin ulkopuolista Drawing Resource Transfer Wizard -ohjelmaa. Ohjelma ajaa uudet otsikkotaulut ja reunukset valitusta lähdetiedostosta kohdetiedostoon.

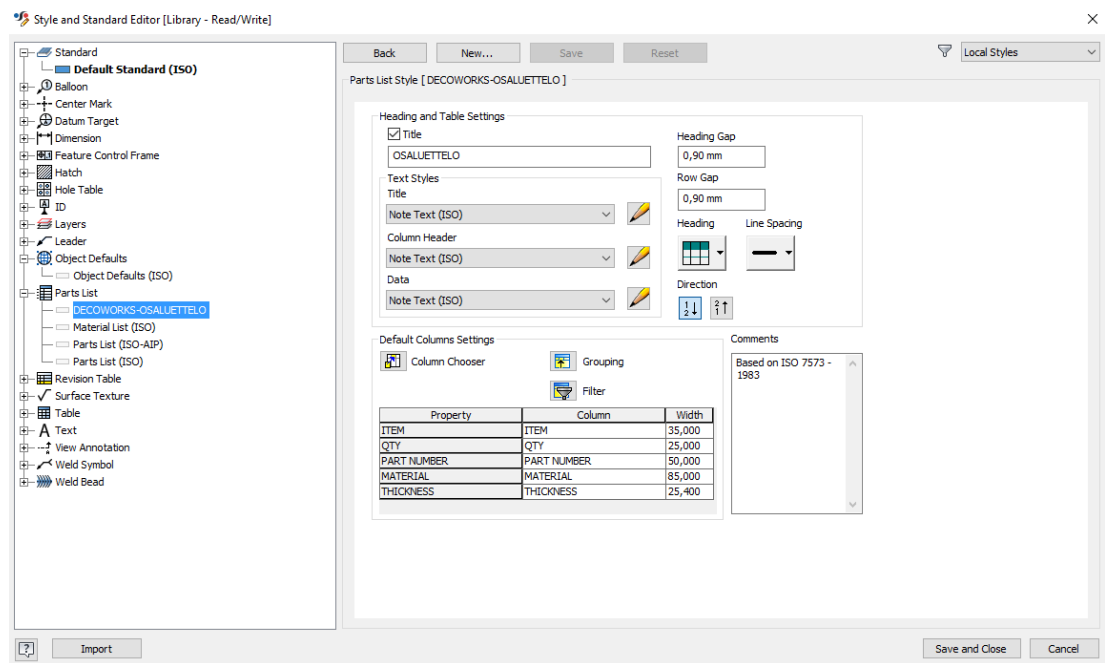
5.4 Inventor styles

Inventor styles on projektitiedoston määrittelemä tyylikirjasto, jota erityisesti piirustus-tiedostot käyttävät. Piirustusten muotoilu noudattaa tyylikirjastossa määriteltyjä arvoja, joten piirustus pohjaa luodessa tuli tarpeelliseksi muokata myös tyylikirjastoa.

DecoWorksissä toimintatavaksi on vakiintunut tehdä kaikki piirustukset A3-arkille ja tulostaa ne pienemmiksi skaalattuna A4-arkille. A4-arkit ja monisivuiset piirustukset ovat helpompia käsitellä tuotannossa ja piirustukset ovat yleensä täysin ymmärrettäviä pienennetystä koostaan huolimatta. Tarvittaessa piirustuksen pystyy kuitenkin tulostamaan täysikokoisena kaikilla yrityksen tulostimilla.

Ongelmia esiintyy, kun kuvannoissa halutaan esittää pienempiä ja monimutkaisempia yksityiskohtia pienikokoisilla arkeilla. Inventorissa tyylikirjastoon on oletuksena asetettu ISO-standardien mukaiset tyylit. Tyylit määrittävät kuvannoissa esimerkiksi viivanpaksuudet, fonttikoot, osaluettelon, mittojen detajjiikan sekä kaikki piirustuksissa käy-

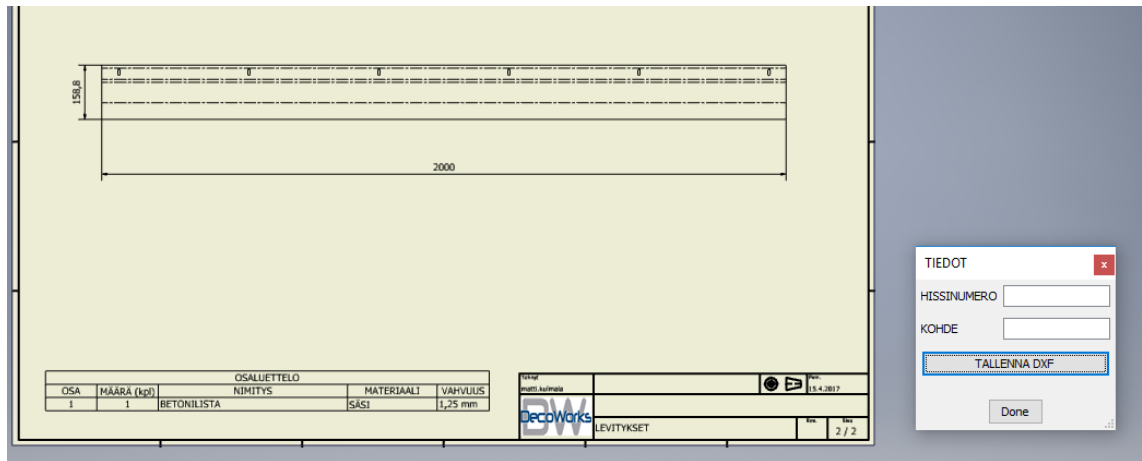
tettävät nuolet ja symbolit. DecoWorksin vaatimukseen kaikkia viivanpaksuuksia ohennettiin noin viidenneksellä. Nyt piirustukset tulostuvat selkeämpinä, kuvantoja voidaan pienentää ja yhdelle arkille saadaan mahtumaan enemmän tietoa.



KUVA 15. Inventor tyylikirjaston muokkaamista style and standard editor-työkalulla.

DecoWorkseille haluttiin luoda suomenkielinen ja tarpeita vastaava osaluettelo. Style editor työkalu antaa osaluetteloiden muokkaamiseen hyvät mahdollisuudet. Sarakkeiden mitat asetettiin niin, että luettelo istuu arkin alalaitaan kuvan 15 mukaisesti. Sarakkeiden täyttö on linkitetty iproperties-ominaisuuksiin, ja niille on annettu vastaavat suomenkieliset nimet yhtenäisen linjan säilyttämiseksi. Nimitys-sarakkeen attribuutti on tiedostonimeen linkitetty part number, muut sarakkeet päivittyvät automaattisesti lähteenä olevan osa tai kokoonpanotiedoston mukaan.

Tyylikirjastoa muokatessa tulee ottaa huomioon mekaniikka tyylien takana. Inventor projektitiedoston määrittelemä, projektille globaali tyyli on hierarkiassa korkein. Kun tyyliä muokataan, se muuttuu oletusarvoisesti lokaalisti, siis kyseessä olevaan yksittäiseen tiedostoon. Jos tyyliä muokataan piirustus pohjaan, template-tiedostoon Inventor käyttää yhä globaalia tyylikirjastoa uutta tiedostoa luodessa. Saadakseen tyylejä muokattua Inventorin globaaliin kirjastoon löytyy Inventorista julkaisuominaisuus. Julkaisun jälkeen Inventor ei automaattisesti päivitä vanhoja tiedostoja, vaan halutessaan käyttäjä voi käydä päivittämässä tiedostot uusille tyyille.



KUVA 16. Pielilevyjen valmistuspiirustuksessa näkyy piirustusohjan käyttöliittymä.

5.5 Osakirjasto

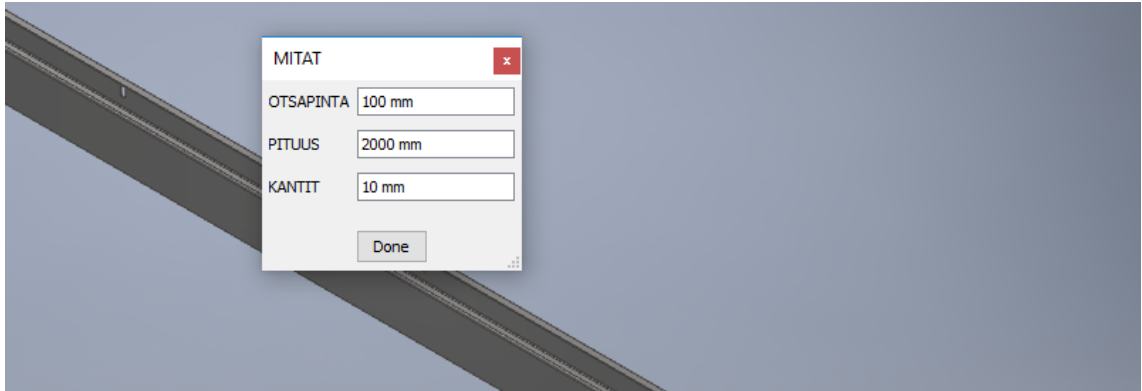
Inventor tarjoaa firmakohtaisen osakirjaston luomiselle lukuisia vaihtoehtoja. DecoWorks ei varsinaisesti käytä yhtenäistä osakirjastoa vakio-osille, vaan käyttäjät etsivät sopivia osia vanhoista projekteista Windows-tiedostotyökaluilla. Ongelmia syntyy, kun vanhojen projektien mukana tulee usein kopioitua myös vanhat virheet tai muuten huonoiksi havaitut ratkaisut. Osien etsiminen ja mallien korjaaminen ovat toistuvaa työtä, jota halutaan osakirjaston luomisella vähentää.

Pienissä ja keskisuurissa yrityksissä osat ja menetelmät usein standardisoituvat kuin itsestään. Hyväksi havaittua rakennetta kierrätetään ja ajan myötä koko henkilöstö on oppinut tuntemaan standardirakenteen. Kun osia kopioidaan aina sattumanvaraisesti eri projekteista, mitoissa ja rakenteissa on hajontaa. Kun mitat muuttuvat hieman, ei rakenne ikinä täysin vakiinnu. Vakioituilla ratkaisuilla tullaan pitemmällä aikavälillä saavuttamaan tehokkuutta niin suunnitteluun kuin tuotantoonkin.

DecoWorksissä tehtiin päätös perustaa osakirjasto kansiona yhteiselle verkkoasemalle. Pelkkä kansio on ratkaisuna helppo ja tukee käyttäjien vanhoja tottumuksia käyttää Windowsin omia tiedostotyökaluja. Jos kirjasto sisältää pelkkiä .ipt-osatiedostoja, ei niitä kopioidessa esiinny ongelmia.

Osakirjaston osia luodessa päähuomio oli mallien joustavuus. Mallin tulee olla sellainen, että sen käyttäminen ei vaadi lainkaan ylimääräistä säätöä. Osakirjaston osatiedostoihin haluttiin tuoda samankaltaista älykkyyttä kuin pielilevyautomaatissa ja piirustus-

pohjissa. Käyttäjän ei tarvitse muokata malleja form-käyttöliittymän ulkopuolella. Pikanäppäimeksi asetettu ittrigger-toiminto laukaisee ilogic säännön, joka avaa kuvan 17 mukaisen käyttöliittymän.



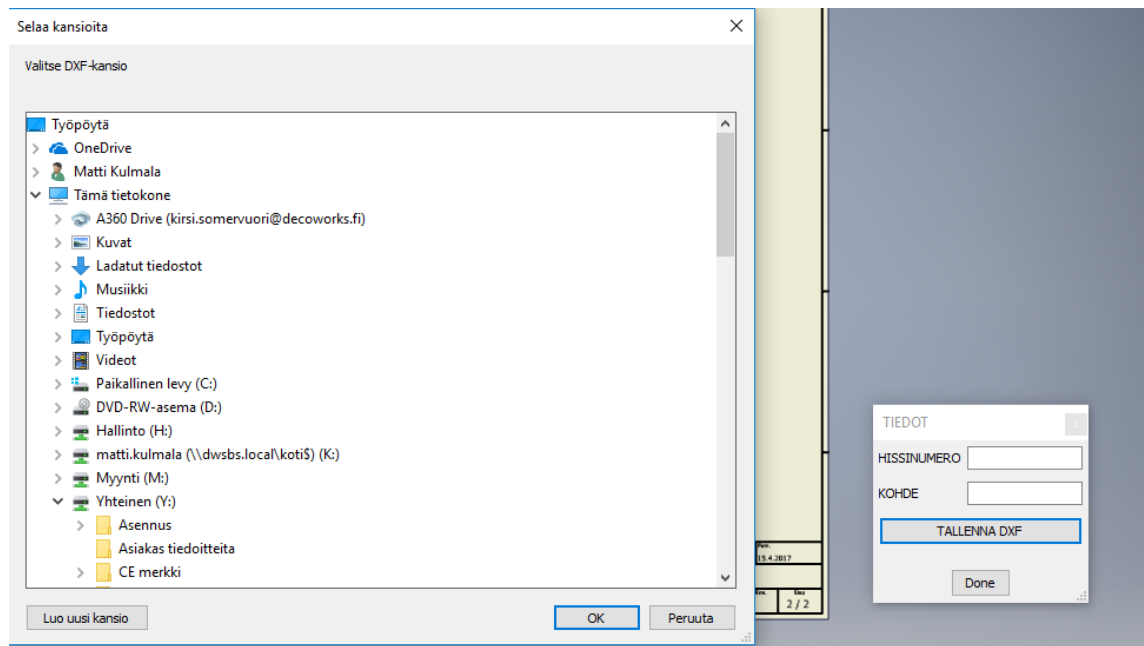
KUVA 17. Osakirjastossa olevan kiinnityslistan ja sen käyttöliittymä.

5.6 DXF-tiedostojen tallennus

Decoworks suunnitteluosaston toimintatapoihin kuuluu monisivuisten piirustuskokonaisuuksien tekeminen. Menetelmän tarkoitus on nopeuttaa levytyökeskukseen menevien .dxf-tiedostojen tallentamista. Menetelmässä piirustustiedoston yhdelle sivulle asetetaan yksi levyosan auki levitetty kuvanto. Kun kokonaisuuden tallentaa Inventorin save copy as -työkalulla .dxf muotoon voi tallennusasetuksista määrätä tilanteen, jossa jokaisesta sivusta luodaan erillinen .dxf tiedosto, jossa viivoina näkyy vain kuvatun osan piirteet. Menetelmä on nopeahko, mutta työvaiheet ovat toistuvia ja asetuksia kertyy paljon.

Piirustustiedoston templateen haluttiin tuoda älyä joka lisää .dxf-tallennuksen sujuvuutta. Ensimmäiseksi luotiin yrityksen tarpeita vastaava tallennuskonfiguraatio, jolloin asetuksia ei enää joka tallennuskerralla tarvitse muuttaa.

Seuraavaksi luotiin ilogic-sääntö, joka kytkeytyessään käynnistää save as copy -toiminnon ja tuo ruudulle tiedostohakemiston. Sääntö asetettiin aktivoituvaksi napista, joka liitettiin piirustus-templatien käyttöliittymään. Käyttäjä valitsee tiedostohakemistosta .dxf tiedostoille sopivan kohteen ja painaa OK.



KUVA 18. Ilogic sääntö tuo esiin tiedostohakemiston tallennuspaikan valitsemiseksi.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehostaa suunnittelutoimintaa ja suunnitteluohjelmiston monipuolista käyttöä DecoWorks Oy:ssä.

Tuotekonfiguraattori osoittautui yritykselle tehokkaaksi työkaluksi. Suunnitteluosasto tuottavuus kasvoi ja aikaa vapautui oleellisemmille tehtäville. Pielilevyautomaattia rakentaessa ajateltiin, että käyttö tulisi pyörimään Excel-tiedonhakutoiminnon ympärillä. Käytön vakiintuessa huomattiin, että on sujuvampaa kirjoittaa paperilla toimitetut mittatiedot Inventorissa suoraan 3D-mallin käyttöliittymään. Muutaman mitan kirjoittaminen on nopeaa ja samalla on helppo tarkistaa, että malli on kunnossa.

Opinnäytetyön toi tuntuvia muutoksia suunnittelutyön ajankäyttöön ja tavoitteiden katsottiin täyttyneen. Pielilevyautomaatin ja muun optimoimistyön tärkeimpänä vaikutuksena on kuitenkin työskentelymukavuuden selkeä kasvu. Toistuvat ja siten puuduttavat työvaiheet syövät motivaatiota. Suuret mallinnusurakat ovat automaatin myötä ikään kuin kutistuneet ja niihin on nyt helpompi ryhtyä.

Pielilevyautomaatti kehittyi käytössä ja jo opinnäytetyöprosessin aikana kehitysideoita oli lukuisia. Myös erityyppisistä pielilevyistä on opinnäytetyön ulkopuolella tehty oma automaattinsa.

LÄHTEET

Hietikko, E. 2007. Autodesk Inventor. Helsinki: Readme.fi

Munford, P. & Normand, P. 2016. Mastering Autodesk Inventor 2016 and Autodesk Inventor LT 2016: Autodesk Official Press: Kanada: Sybex

DecoWorks Oy, 2016. DecoWorks lyhyesti. Luettu 26.4.2017.
<http://www.decoworks.fi/fi/etusivu/>

LIITTEET

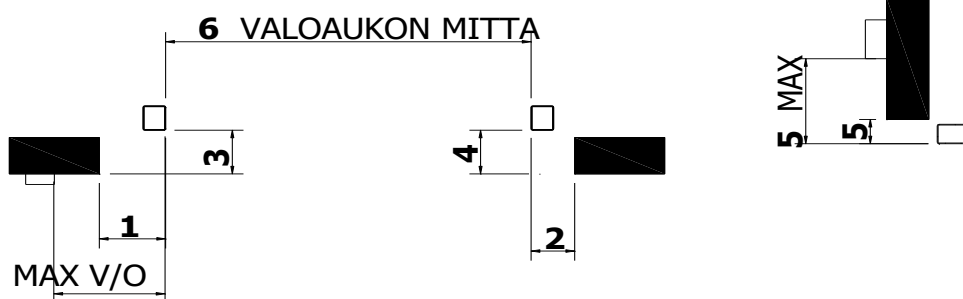
Liite 1. Pielilevyjen mittatietokortti

TYÖ NRO/KOODI -----

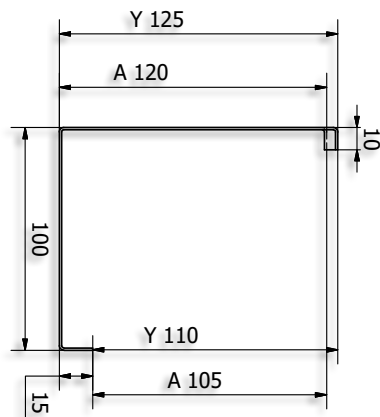
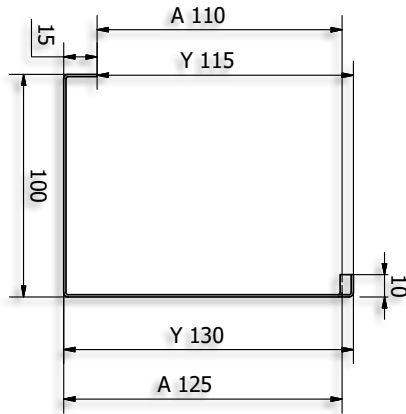
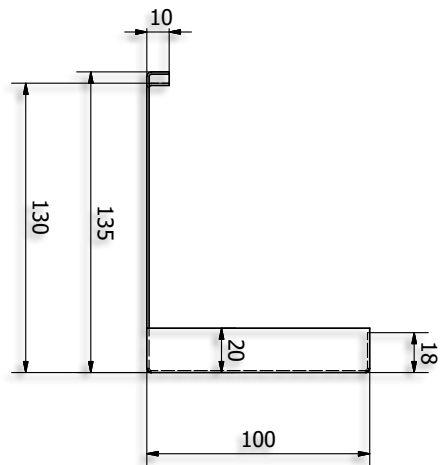
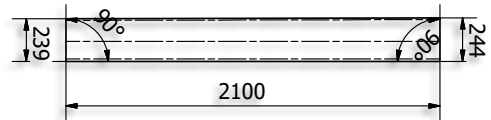
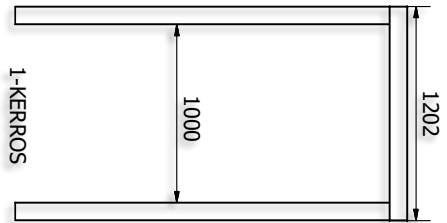
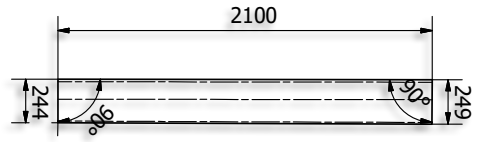
PÄIVÄMÄÄRÄ -----

TILAAJA -----
 TYÖKOHDE -----
 MATERIAALI: -----
 HISSIN NUMERO -----

KRS	VASEN 1			OIKEA 2			VASEN 3			OIKEA 4			YLÄPIELI 5			SIVUPIELIENP ITUUS
	Y	A	MAX. V	Y	A	MAX. O	Y	A	Y	A	Y	A	MAX			
8	V															
	K															
	O															
7	V															
	K															
	O															
6	V															
	K															
	O															
5	V															
	K															
	O															
4	V															
	K															
	O															
3	V															
	K															
	O															
2	V															
	K															
	O															
1	V															
	K															
	O															
K	V															
	K															
	O															
P	V															
	K															
	O															




Liite 2. Pielilevyiirustus

www.DecoWorks.fi
DXF

OSALUETTELO		MATERIAALI		VAHVUUS		Tehnyt matti.kulmala		Pvm. 15.4.2017	
OSA	MÄÄRÄ (kpl)	NIMITYS							
1	1	VASENPIELI 1	RST HIOTTU 2K	1 mm					
2	1	OIKEAPIELI 1	RST HIOTTU 2K	1 mm					
3	1	YLÄPIELI 1	RST HIOTTU 2K	1 mm					
		OSALUETTELO				DecoWorks		HISSINUMERO: 123 5KRS	
								ESIMERKKIKOHDE - KUNTOKATU 3 - TAMPERE	
								KERROKSET	
								Rev. 1 / 26	

Liite 3. DecoWorks Oy:n piirustusohja

www.DecoWorks.fi

		Teknik matti.kulmala	
		Pvm. 4.9.2017	
		Rev.	
		Sivu 1 / 1	