

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotantotekniikka

Kevät 2016

Sami Kokkonen

# CAD- SUUNNITTELUOHJELMIEN TIEDOSTOKONVERSIoidEN ETENEMINEN

– 3D-OHJELMAT

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka/Tuotantotekniikka

Toukokuu 2016 | Sivumäärä 66 + 1

Ohjaajat: Jouko Turunen ja Mika Seppänen

Sami Kokkonen

# CAD-SUUNNITTELUOHJELMIEN TIEDOSTOKONVERSIOIDEN ETENEMINEN

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ja kuvata tiedostokonversioiden ympärille suuntautuva suunnitteluprosessi. Työn toimeksiantajana oli Samesor Oy. Lisäksi laadittiin toimeksiantajalle prosessikuvaus, jonka avulla opinnäytetyötä voi käyttää ohjeistuksena. Samesor Oy oli keskellä 3D CAD-suunnitteluohjelman vaihdosprosessia. Nykyinen Samesorin 3D CAD-suunnitteluohjelma Vertex G4 oli vaihtumassa SolidWorksiin. Kaikki Vertexillä 3D-suunnitellut osat ja kokoonpanot tietoineen tarvittiin konvertoida Vertexistä SolidWorksiin. Tietoihin sisältyivät 3D-mallinnetut osat ja kokoonpanot niihin kuuluvine tietoineen, kuten piirteet, mitat ja attribuuttitiedot. Tämä prosessikuvaus tiedostokonversioihin näiden 3D CAD-suunnitteluohjelmistojen välillä tulee hyödylliseksi suunnittelijoille, suunnitteluprosessin automatisoinnissa ja hyödyllisten neuvojen antamisessa mahdollisten ongelmien osalta tiedostokonversioprosessin edetessä.

Painopiste tässä opinnäytetyössä on tiedostokonversioprosessissa ja sen ympäröivissä ongelmissa. Tiedostokonversioprosessi tehdään pääasiassa SolidWorks-suunnitteluohjelmalla, sen avustavine työkaluineen kuten CustomWorks attribuuttitiedolle. Sivuttuna aiheena työssä mainitaan SolidWorks PDM-järjestelmä, mikä on viimeinen tietovarasto, minne osat ja kokoonpanot tuotetietoineen ja dokumentteineen päätyy niiden ollessa valmiita. Työssä tutkinnan ja testauksen kohteena olivat myös eri tiedostomuotojen vaikutukset konversioprosessiin.

Prosessikuvaus tiedostokonversioihin laadittiin onnistuneesti ja sitä tullaan hyödyntämään tiedostokonversioita tehdessä. Tulevaisuudessa Samesorilla suunnittelijoiden harjaannuttua tiedostokonversioihin itse konversioprosessi voidaan jättää kokonaan pois, mikäli tarvetta konversioprosessille ei nähdä. Kun tarpeeksi osia ja kokoonpanoja on konvertoitu Vertex-ohjelmasta SolidWorksiin, näitä komponentteja voidaan hyödyntää suunnittelussa.

ASIASANAT:

CAD-suunnitteluohjelmat, konvertointi, prosessikuvaus, SolidWorks, Vertex, 3D-ohjelmat,

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering/Production Engineering

May 2016 | Total number of pages 66 + 1

Instructors: Jouko Turunen and Mika Seppänen

Sami Kokkonen

# PROGRESS OF THE FILE CONVERSIONS OF THE CAD DESIGN SYSTEMS

The purpose of this thesis was to examine and describe the file conversion process based around the design process. The thesis was commissioned by Samesor Oy. In addition process description was created for Samesor. This process description will allow this thesis to be used as manual. Samesor were in the middle of the changing process between 3D CAD design systems. Samesor's current 3D CAD design system Vertex G4 was being changed to SolidWorks. All the 3D-designed parts and assemblies with their individual data which was created with Vertex needed to be converted from Vertex to SolidWorks. Data included 3D-designed parts' and assemblies' individual design data, such as features, dimensions and attribute data. This process description for the file conversions between these 3D CAD design systems will be beneficial as making design process more automatic for designers. Description will also give handy tips about possible errors as the file conversion process progresses.

The emphasis in this thesis is on the file conversion process and on the errors surrounding it. The file conversion process is done mainly in the SolidWorks design system using its helpful tools, such as CustomWorks for attribute data. SolidWorks PDM system, which is the final file storage where parts and assemblies with their product data and documentation will end up as they are ready, is presented briefly. Also the effect of different 3D CAD file format usage in the conversion process was researched and tested during this thesis.

Process description for the file conversion process was created successfully and it will be used during the file conversions. In the future after the designers at Samesor have improved their skills to master the file conversion process, most of the conversion process may be disbanded if it seems necessary. When enough parts and assemblies have been converted from Vertex to SolidWorks, these components can be utilized during design process.

## KEYWORDS:

CAD design systems, conversion, process description, SolidWorks, Vertex, 3D systems

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
1.1 Työn tavoitteet	8
1.2 Samesor Oy	8
<b>2 TIEDOSTOKONVERSIOT</b>	<b>10</b>
2.1 Yleistä	10
2.2 Tiedostomuodot	10
2.3 Tiedostojen vertailu SolidWorks-ohjelmassa sekä tiedostomuodon valinta	11
2.4 Erillisen konversiokansion käyttö	13
<b>3 TIEDOSTOSIIRROT ERI 3D-MALLINNUSOHJELMIEN VÄLILLÄ</b>	<b>15</b>
3.1 Ohjelmien välisten CAD-dokumenttien siirron vaikutus tuotteen rajapintoihin	15
3.2 3D-kokoonpanomallin tuontijärjestyksen merkitys	18
3.3 CAD-dokumenttien siirrosta aiheutuvat päällekkäisyydet	18
<b>4 TIEDOSTOKONVERSIOT SUUNNITTELIJAN NÄKÖKULMASTA</b>	<b>19</b>
4.1 Aloitus	19
4.2 Kokoonpanon osien jäädytys	25
4.3 Osien piirrepuun esiin tuominen	26
4.3.1 Piirteen automaattisen tunnistamisen epäonnistuminen	32
4.3.2 Virheet piirteissä	36
4.4 Piirteisiin kuuluvat mitat	39
4.5 Kappaleen origoon siirtäminen	42
4.6 Kappaleen tilavuuden ja massan tarkastus	46
4.7 Virheellisten rajapintojen korjaus	48
4.8 Kappaleiden välisten kiinnitysten määrittäminen	52
4.9 Alikokoonpanot	52
4.10 Muutoksien hallinta	53
4.11 Kokonaan uudelleen mallinnus	55
4.12 Attribuuttitietojen lisääminen	57
4.13 Vienti PDM- järjestelmään sekä ostokomponentit	58
<b>5 TUOTETIEDOT</b>	<b>60</b>

5.1 Yleistä tuotetiedon hallinnasta	60
5.2 Attribuuttitiedot	60
<b>6 HAASTEET TIEDOSTOKONVERSIOISSA</b>	<b>62</b>
<b>7 LOPUKSI</b>	<b>64</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>66</b>

## LIITTEET

Liite 1. Tiedostokonversioiden prosessikuvaus

## KUVAT

Kuva 1 STEP-vertailu IGES -muotoon.	12
Kuva 2 Yhtenäinen piirteiden tunnistus.	13
Kuva 3 STEP-tiedostomuodon vaikutus rajapintoihin.	15
Kuva 4 STEP-tiedostomuodon virheet kokoonpanon osien rajapinnoissa.	16
Kuva 5 Osien piirteet tulevat näkyviin Imported1-nimellä	17
Kuva 6 IGS-muoto samassa kokoonpanossa.	17
Kuva 7 SAT-tiedostomuoto.	17
Kuva 8 Vertex- asetukset.	19
Kuva 9 Vertex.	20
Kuva 10 Mallien haku.	20
Kuva 12 Vertex tunnuskenttä täytettynä.	21
Kuva 13 Mallit haettuna.	22
Kuva 14 Tiedoston tallennus STEP -muotoon.	22
Kuva 15 Tiedostomuodon valinta sekä Options-painike.	23
Kuva 16 Import Options -näkyvä.	24
Kuva 17 STEP-kokoonpano avattuna SolidWorks-ohjelmassa.	25
Kuva 18 Fix-komento.	26
Kuva 19 Open part.	27
Kuva 20 Options.	27
Kuva 21 Overwrite eli tallennetaan aikaisemman version päälle.	28
Kuva 22 Edetään painamalla Yes.	28
Kuva 23 Hyväksy.	29
Kuva 24 Piirrepuu esillä halutussa muodossa.	30
Kuva 25 Päivitetään kokoonpano.	30
Kuva 26 Piirrepuu päivittyy kokoonpanoon.	31
Kuva 27 FeatureWorks kohtaa virheen.	32
Kuva 28 Virheellisen päästön poistaminen.	33
Kuva 29 Varmistinlaatan korjattu päästötasojen valinta.	34
Kuva 30 Varmistinlaatta yhden päästön puuttuessa.	34
Kuva 31 Varmistinlaatta sisäpuolisten pintojen päästön valinta.	35
Kuva 32 Varmistinlaatta valmiina.	35

Kuva 33 Virhe piirteessä.	36
Kuva 34 Piirteen korjaus.	37
Kuva 35 Piirteen korjaus Trim-komennolla.	37
Kuva 36 Piirteen korjaus Chamfer-komento.	38
Kuva 37 Piirteiden osalta korjattu kappale.	38
Kuva 38 Mitoitus.	39
Kuva 39 Piirteiden supistaminen.	40
Kuva 40 Circular Pattern.	40
Kuva 41 Circular Pattern 2.	41
Kuva 42 Circular Pattern piirrepuussa.	41
Kuva 43 Circular Pattern piirrepuussa 2.	42
Kuva 44 Origoon vaihdoksen aloitus.	43
Kuva 45 Origo on väärässä paikassa.	44
Kuva 46 Etenemisjärjestys.	45
Kuva 47 Ylimmän piirteen sketch.	45
Kuva 48 Kappale siirrettynä origoon.	46
Kuva 49 Mass Properties Evaluate-valikosta.	47
Kuva 50 Mass Properties - Sisältö.	48
Kuva 51 Virheellinen osa.	49
Kuva 52 FeatureWorks ei voi tunnistaa piirteitä.	49
Kuva 53 Import Diagnostics	50
Kuva 54 Kappaleen virheet.	50
Kuva 55 Repair face.	51
Kuva 56 Onnistunut pinnan korjaus.	52
Kuva 57 Alikokoonpanojen hallinta.	53
Kuva 58 Edit Component.	54
Kuva 59 Edit Feature.	54
Kuva 60 Puristusjousi.	55
Kuva 61 Puristusjousien kokoonpano.	56
Kuva 62 CustomWorks näkymä.	57
Kuva 63 Osaan lisättyjä tietoja.	58

## KUVIOT

Kuvio 1 Tiedostokonversioiden yhteenveto.	59
---	----

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO



Lyhenne	Lyhenteen selitys (Lähdeviite)
CAD	Computer-aided Design eli tietokoneavusteinen suunnittelu.
Dokumentti	Nimike, johon liittyy attribuuttien lisäksi dokumentin varsinainen sisältö (esimerkiksi 3D-malli tai piirustus).
IGES/IGS	Graafisen tiedonsiirtoon kehitetty standardi.
Konversio	Tiedon, tiedoston, sisällön muuttamista toiseen muotoon.
PDM	Product Data Management eli tuotetiedonhallinta.
Prosessi	Joukko toisiinsa liittyviä toistuvia toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja, joiden avulla syötteet muutetaan tuotteiksi.
R&D	Research and Development.
STEP/STP	Standard for the Exchange of Product Model Data – kansainvälinen standardi hyödyntää tuotetietojen kuvauksia käsite-mallien tasolla.
SolidWorks/SW	SolidWorks on mekaniikkasuunnittelussa käytettävä 3D-mallinnusohjelmisto.
Vertex	Mekaniikkasuunnittelussa käytettävä 3D-mallinnusohjelmisto.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tavoitteet

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmaan kuuluva opinnäytetyö tehdään osana suunnitteluohjelmiston vaihtoprosessia Samesor Oy:lle. Aihe opinnäytetyöhön syntyi yhteistyössä Samesor Oy:n ja Samesor Oy:n R&D Managerina toimivan Jouko Turusen kanssa. Työ painottuu tiedostokonversion ympärille sekä suunnitteluprosessin automatisointiin prosessikuvauksen(liite 1) avulla. Tiedostokonversioiden suunnitteluprosessia käsittelem työssä suunnittelijan näkökulmasta.

Suunnitteluohjelma vaihtuu Vertex G4-suunnitteluohjelmasta SolidWorks 2016-suunnitteluohjelmistoon, mikä tuo mukanaan uusia haasteita kun halutaan säilyttää sekä muokata Vertex-ohjelmalla luotuja kokoonpanoihin, alikokoonpanoihin ja osiin liittyviä tietoja. Näitä tietoja ovat muun muassa itse 3D-mallit piirteineen ja muotoineen, työpiirustukset sekä tuotetiedot.

Työn tavoitteena on luoda selkeä polku, jota pitkin suunnittelijat voivat edetä edellisellä ohjelmalla tallennettuja 3D-malleja hyödyntäessään sekä muokatessaan. Lisäksi suunnitteluprosessin kuvauksesta on myös hyötyä uusia 3D-malleja suunniteltaessa.

Tiedostokonversiossa tulee huolehtia tuotteen rajapintojen säilymisestä, oikeista muodoista, kappaleeseen oikeista nimiketiedoista sekä erityisesti kappaleen oikeiden mittojen siirtymisestä. Tiedostokonversion yhteydessä tulee esille tiedostomuodon vaikutus edellä mainittuihin tuotekohtaisiin sisältöihin.

Tutkintakohteena tuotetietojen osalta on tietojen siirtyminen tiedostokonversioissa. Tuotetiedoissa keskitytään lähinnä attribuuttitietoihin, joita hallitaan SolidWorksin avulla. Aiheena sivutaan myös tuotetiedonhallintaan liittyvää PDM-järjestelmää lähinnä yleisellä tasolla. Työssä tulee esille myös mahdolliset ongelmat ja haasteet, jotka uusi suunnittelutapa tuo tullessaan.

## 1.2 Samesor Oy

Samesor Oy on kuopiolainen ohutlevytuotteiden tuotantolinjojen kansainvälinen valmistaja. Samesor Oy:llä on yli 50 vuoden kokemus rullamuovauksesta. Samesorin historia



juontaa juurensa vuoteen 1964, jolloin yritys nimeltä ”Savon Metallisorvaamo” perustettiin Kuopioon. Silloinen pieni yritys toimitti ulkoistettuja laitteita paikallisille asiakkaille. Vuonna 1969 yhtiö muutti nimensä Samesor Oy:ksi ja alkoi valmistaa koneita, jotka sopisivat ohutlevytuotteiden tekemiseen. (Samesor 2016.)

Rullamuovaustekniikasta tuli keskeinen osaamisalue Samesorille, mikä toimi ponnahduslautana yhtiön omalla alalla. Samesorin ensimmäinen tuotantolinjatoimitus tapahtui 1970-luvun alussa. Nykyään Samesor toimii siis kansainvälisillä markkinoilla maailmanlaajuisesti. (Samesor 2016.)

Tuotteita ovat kokonaiset tuotantolinjat, joilla valmistetaan kattopeltejä, -paneeleja, useita rakenneprofiileja sekä seinä- ja verhoelementtejä lähinnä rakennusteollisuuden tarpeisiin. Ydinosaamiseen kuuluu kehittää ja integroida monipuolisia ratkaisuja osana kauttaaltaan automatisoitua tuotantolinjaa. Tuotannon sovellukset sisältävät tyypillisesti koneet, kelan käsittelyn, levytyön, rullamuovauksen sekä kasauksen. (Samesor 2016.)

## 2 TIEDOSTOKONVERSIOT

### 2.1 Yleistä

Tiedostokonversio tarkoittaa tiedoston formaatin vaihdosta alkuperäisestä johonkin toiseen formaattiin. Tiedostokonversiota tehdään suunnittelutyössä, kun halutaan siirtää piirustuksia ja malleja CAD-järjestelmästä toiseen. Erikoistilauksissa myös asiakas saattaa vaatia tietojen lukua hänelle ominaisimmassa muodossa, jolloin jo ennestään tietylle formaatille tehty tiedosto täytyy muuttaa toiseen muotoon. Oman työni osalta konversio tapahtuu Vertex-ohjelmalla tehdystä mallista SolidWorks -ohjelmistoon sopivaksi malliksi.

### 2.2 Tiedostomuodot

CAD-järjestelmän tiedostomuotoja on useita erilaisia, kuten IGS, STP, SAT, SLDPRT. Tiedostomuotojen vaikutus CAD-mallien onnistuneeseen siirtoon on merkittävä. Moni suunnitteluohjelma tukee useita erilaisia tiedostomuotoja, mutta piirteiden siirtymisessä tiedostomuotojen välillä on eroja. Vaikka suunnitteluohjelma tukisi tiettyä tiedostomuotoa, se saattaa se silti tehdä tiedostosta muotoja, jotka eivät enää toimi toisessa CAD-ohjelmassa vaikka kyseisen ohjelman tulisikin tukea kyseistä muotoa. CAD-ohjelmien tiedostomuodoista STEP-tiedostomuoto tulee seuraavassa alaluvussa tarkemmin esille, koska sitä käytettiin työn lähtökohtana tiedostokonversiossa. STEP-tiedostomuotoa seuraavat IGS- sekä SAT-muodon esittely.

#### **STEP (STP)**

Kansainvälinen tuotemallistandardi STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data), virallisesti ISO10303, määrittelee geneerisen eli yleisen oliopohjaisen käsitetuo-temallin (Sääksvuori & Immonen 2002, 51).

Toisin sanoen STEP antaa kansainvälisesti standardoidun työkalun tuotemallien ja tuoterakenteiden määrittelylle ja näiden rakenteellisesti jäseneltyjen tuotetietojen vaihdolle eri tietojärjestelmien, yritysten ja yhteisöjen kesken. Käsitteellisesti tuotemallista muodostuu tuoterakenne, kun tuotemallin oliot saavat sisällön ja olioiden väliset relaatiot määritellään kunkin tuotteen mukaisesti. (Sääksvuori & Immonen 2002, 51.)

## **STEP/IGES-kääntäjän käyttö**

Vertex-ohjelma sisältää sekä STEP- että IGES-kääntäjän. STEP ja IGES-tiedostomuoto on tarkoitettu käytettäväksi, silloin kun halutaan siirtää 3D-malleja suunnitteluohjelmasta toiseen. STEP-tiedostomuoto on yleisesti ”neutraali” tiedostomuoto eli se mahdollistaa useiden eri 3D-suunnitteluohjelmien tuen kyseiselle tiedostomuodolle. Kääntäjien avulla tiedostomuoto saadaan käännettyä haluttuun toisenlaiseen tiedostomuotoon tiedostokonversioiden mahdollistamiseksi.

### **IGES (IGS)**

IGES on graafisen tiedon siirtoon kehitetty standardi. IGES-formaattiin muunnettuja 2D-piirustuksia tai 3D-malleja voidaan lukea lähes kaikilla CAD-ohjelmistoilla. Tiedon siirrossa esiintyy kuitenkin ongelmia, jotka johtuvat formaatin määritteiden laajuudesta. IGES-tiedostot voivat sisältää myös suppeita tuotetietoja ja attribuuttitaulukoita. (Sääksvuori & Immonen 2002, 185.)

### **SAT (ACIS)**

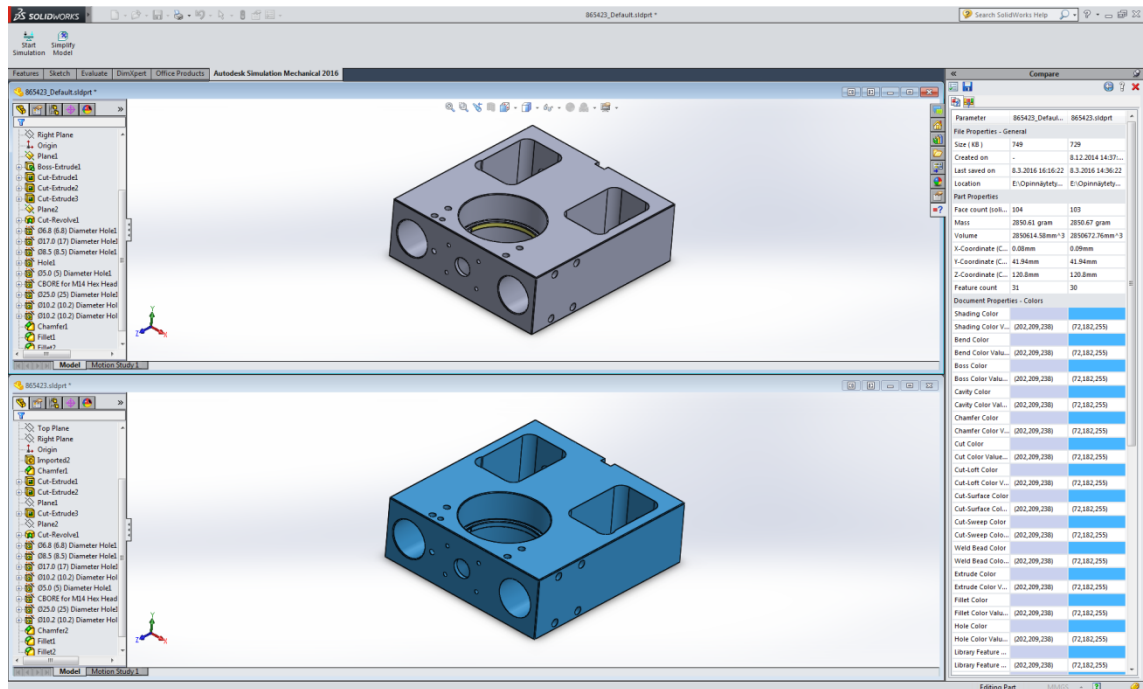
Spatial Technology Inc:n (STI) ACIS on yksi nykyisistä nopeimmin leviävistä mallinnusytimistä. ACIS luo mahdollisuuden avoimeen arkkitehtuuriin rautalanka-, pinta- ja tilavuusmallille yhteisellä ja yhdenmukaisella tietorakenteella. Kaikki ACIS-ydintä käyttävät mallintimet tallentavat tiedostonsa SAT -muotoon. Tällä saavutetaan hyvä yhteensopiavuus ACIS:ta käyttävien mallinnusjärjestelmien välillä. (Laakko 1998, 258.)

## 2.3 Tiedostojen vertailu SolidWorks-ohjelmassa sekä tiedostomuodon valinta

Vertailun kohteena ovat IGES- ja STEP-tiedostoformaatti, koska SAT-tiedostossa oli ongelmia jo heti tiedostoa avatessa SolidWorks-ohjelmaan.

IGES-tiedostot vaativat enemmän tallennettavaa tilaa, ne ovat kooltaan isompia kuin STEP-tiedostot. Toisaalta IGES-tiedostot eivät aiheuttaneet niin usein ongelmia kappaleen rajapintoihin, kun taas STEP-tiedostot aiheuttavat muutamia virheitä varsin usein monimutkaisia piirteitä sisältävissä osissa. Monimutkaisilla piirteillä tarkoitetaan tässä tapauksessa toisiinsa risteäviä piirteitä. Tällaisia kappaleita olivat muun muassa risteäviä piirteitä sisältäneet palkkirakenteet. Useissa tapauksissa STEP-tiedostojen virheet saadaan korjattua automaattisesti Import Diagnostics-työkalun kautta.

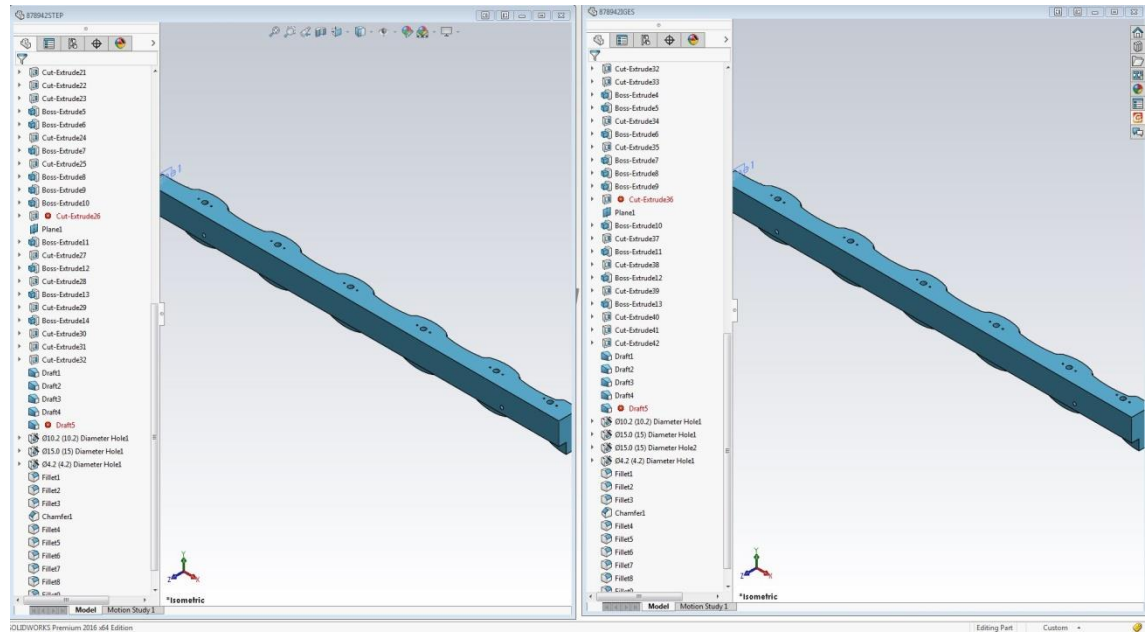
Kuvassa(kuva 1) ylhäällä näkyy kyseisen osan STEP-tiedostomuoto ja alhaalla IGES-tiedostomuoto. Piirteisä IGES-tiedostomuoto ei havaitse kaikkia tuotuja piirteitä vaan jättää osan piirteistä Imported-nimen alaisuuteen. STEP-tiedostomuoto havaitsee piirteitä laajemmin ja avaa useamman piirteen piirrepuusta. Esimerkki kuvassa(kuva 1) STEP-tiedostomuoto havaitsi kaikki piirteet piirrepuusta ilman virheitä. Piirteiden tuomisen onnistuminen kokonaisuudessaan helpottaa huomattavasti suunnitteluprosessia ja piirteitä voidaan suoraan yhdistellä muun muassa käyttämällä Pattern-ominaisuutta.



Kuva 1 STEP-vertailu IGES -muotoon.

Tiedostomuodon vaikutus osien massoihin ei ole mitenkään merkittävä vertailukohte, sillä molempien tiedostomuotojen tuloksena on lähestulkoon sama massa, puhutaan lähinnä 0.1 gramman heitoista.

Kokoonpanojen tuonti nopeuteen IGES- ja STEP-tiedostomuodolla ei ole merkittävää vaikutusta, molemmat tiedostomuodot saadaan tuotua SolidWorks -ohjelmaan lähes yhtä nopeasti.



Kuva 2 Yhtenäinen piirteiden tunnistus.

Toisinaan tiedostomuodolla ei ole merkitystä piirteiden tunnistamisessa. Näissä tapauksissa lähtökohtaisesti voidaan lähtökohtaisesti valita kumpi tahansa tiedostomuoto. Tiedostomuodon valinta on kappalekohtainen, sillä varsinkin monimutkaisia muotoja sisältävät kappaleet saadaan useasti tuotua virheettömästi tai lähes virheettömästi IGES-muodossa kun taas STEP-muoto aiheuttaa monimutkaisissa kappaleissa virheitä rajapinnoissa sekä jättää useita aukkoja kappaleisiin. Monimutkaisilla kappaleilla tarkoitetaan kappaleita, jotka sisältävät toisiinsa risteäviä piirteitä. Aukkoja sisältävät kappaleet eivät ole kiinteitä kappaleita(solid) vaan ne tulevat esiin pintoina, jotka eivät ole yhtenäisiä(surface). Tilanteessa, jossa STEP-tiedostomuoto aiheuttaa virheitä ja IGES-tiedostomuoto saadaan tuotua virheettömästi, niin luonnollisesti valinta kohdistuu virheettömään muotoon.

## 2.4 Erillisen konversiokansion käyttö

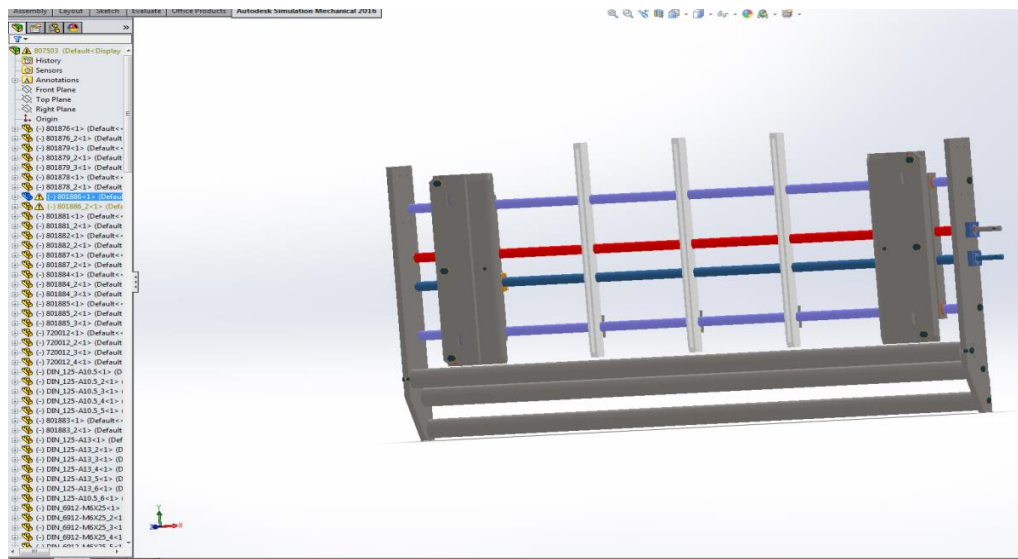
Tarpeen mukaan tiedostoja konvertoitaessa voidaan käyttää erillistä konversiokansiota, jotta minimoidaan tietojen, 3D-mallien, dokumenttien häviämistä tiedostokonversion ja tiedostosiirron aikana. Konversiokansion ylläpitäminen voisi olla perusteltua kun tehdään tiedostokonversioita ja tiedostosiirtoja ilman kattavaa aikaisempaa kokemusta. Konversiokansiota käytetään kun konvertoituja tiedostoja tallennetaan SolidWorks-tiedostoiksi,

kappaleen piirrepuun esiintuonnin edellytyksenä ennen tiedostojen siirtoa PDM-järjestelmään. Ajankäytöllisesti konversiokansion ylläpitäminen voi viedä hieman enemmän aikaa kuin ilman kansiota toimiessa, mutta työssä pysyy tällöin tietty varmuus eikä tarvitse murehtia esimerkiksi suunnitteluohjelman tai tietokoneen yllättävän sammumisen johdosta menetetyistä työprosessista. Konversiokansion tulisi olla kaikkien yhteisessä käytössä eikä niin, että jokaisella suunnittelijalla olisi oma henkilökohtainen kansio konversiota varten. Tämä siksi, että esimerkiksi suunnittelijan jäädessä lomalle tai siirtyessä muuhun projektiin edellisen jäädessä kesken, toinen suunnittelija voi jatkaa kesken jäänyttä konversiota. Konversio kansio toimii erillään tuotetiedonhallinta(PDM)- järjestelmästä.

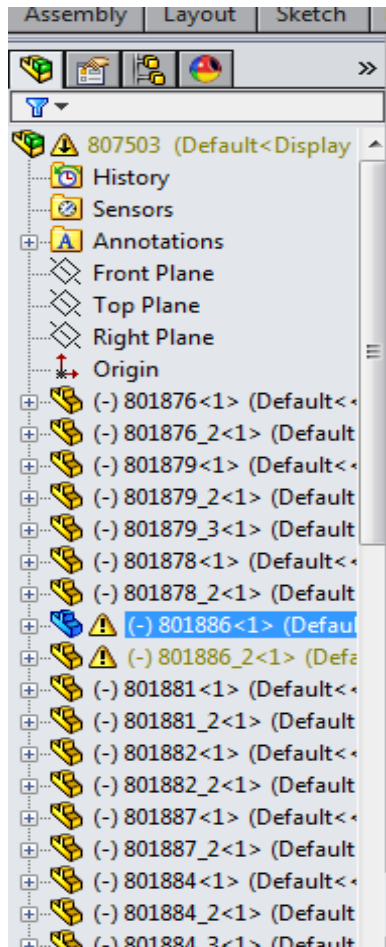
## 3 TIEDOSTOSIIRROT ERI 3D-MALLINNUSOHJELMIEN VÄLILLÄ

### 3.1 Ohjelmien välisten CAD-dokumenttien siirron vaikutus tuotteen rajapintoihin

Vertex 3D- suunnitteluohjelmalla tehtyjen tiedostojen siirtäminen SolidWorks 3D- suunnitteluohjelmaan tiedostokonversion jälkeen aiheuttavat usein hankaluuksia 3D- mallin rajapintoihin (kuva 3 ja kuva 4). Näiden SolidWorks ei tunnista kaikkia Vertex- ohjelmalla tehdyistä tuotteen rajapinnoista tai piirteistä. SolidWorks antaa tähän kuitenkin mahdollisuuden Repair/RepairAll- komennoilla, joiden avulla voidaan yrittää korjata virheet rajapinnoissa automaattisesti. Usein tämä korjaantuu automaattisesti, mutta toisinaan 3D- malliin jää pintoja, joissa on edelleen puutoksia. Tällöin voidaan tehdä korjaukset manuaalisesti (ks. tarkemmin luku 4).



Kuva 3 STEP-tiedostomuodon vaikutus rajapintoihin.



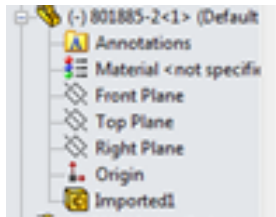
Kuva 4 STEP-tiedostomuodon virheet kokoonpanon osien rajapinnoissa.

STEP-tiedostomuoto vaikutti työssä käytettävään kappaleeseen siten, että konvertoidun kokoonpanon osissa löytyi virheitä kokoonpanon osien rajapinnoissa. Virheet voidaan saada korjattua automaattisesti Import Diagnostics-työkalun avulla, jossa on Attempt Repair/Repair All-ominaisuudet. Virhekohdat voidaan tarkastaa myös Check- työkalun kautta, josta näkee kappaleen virhekohdat ja ne voidaan korjata manuaalisesti.

Tiedostomuodon vaikutus tulee hyvin esille kokoonpanoa tuodessa uuteen suunnitteluhjelmaan, sillä SolidWorks ei tunnista kaikkia tiedostomuotoja sekä myös rajapinta- virheet voidaan välttää valitsemalla oikea tiedostomuoto.

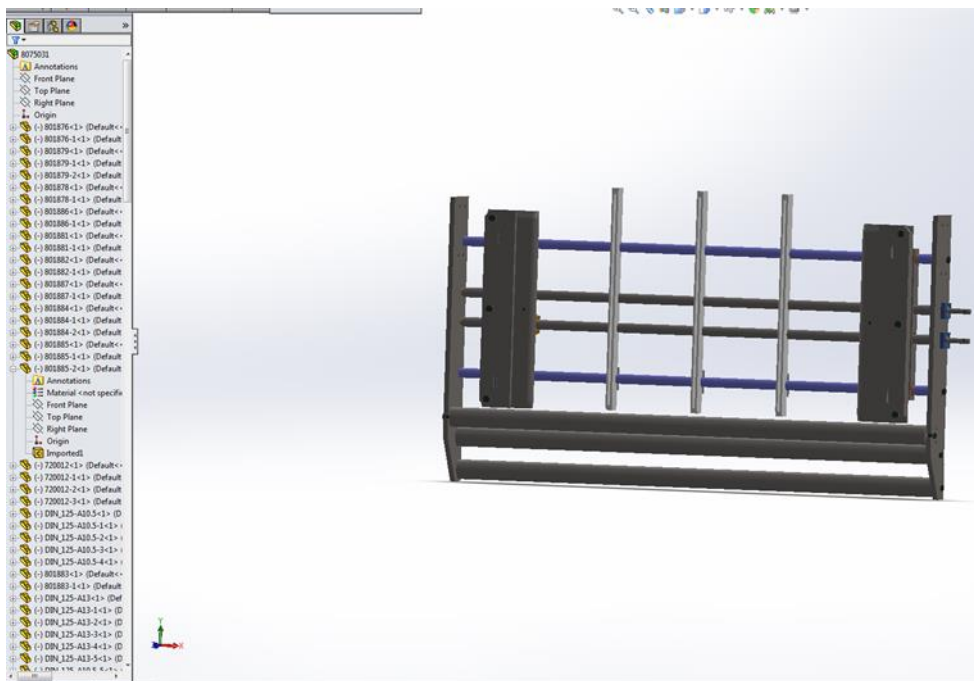
Piirrepuu ei tule suoraan näkyviin sellaisena kuin se on aikanaan Vertexillä tehty vaan piirteet ovat pakkautuneet Imported-nimen(kuva 5) alaisuuteen.





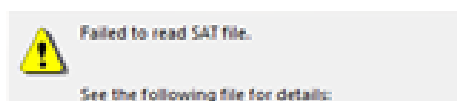
Kuva 5 Osien piirteet tulevat näkyviin Imported1-nimellä

Eri tiedostomuodon käyttö saattaa auttaa piirteiden tuonnissa, tuoden kappaleen piirteet näkyviin virheettömästi(kuva 6).



Kuva 6 IGS-muoto samassa kokoonpanossa.

Toisinaan tiedostosiirtoja tehdessä suunnitteluohjelma törmää virheeseen jonkun tiedostomuodon kohdalla, jolloin tiedostomuoto osoittautuu soveltumattomaksi muodoksi käyttää tiedostokonversioissa. SAT-tiedoston tuonti epäonnistui jo tiedoston luenta vaiheessa(kuva 7).



Kuva 7 SAT-tiedostomuoto.

### 3.2 3D-kokoonpanomallin tuontijärjestyksen merkitys

Tutkittavana kohteena tuotteen 3D-kokoonpanomallin tuontijärjestyksen merkitys rajapintojen, piirteiden, tiedostonimien ja tuotetietojen osalta eli vaikuttaako tuontijärjestys näihin kokoonpanon sisältämien osien ominaisuuksiin. 3D-malli voidaan tuoda suunnitteluohjelmaan monella eri tavalla, suoraan täydellisenä kokoonpanona, alikokoonpano kerrallaan tai esimerkiksi osa kerrallaan.

Kokoonpanojen tuonnin yhteydessä tuontijärjestyksellä ei ole merkitystä, sillä virheet, jotka yleensä tässä vaiheessa ilmaantuvat ovat piirteissä ja rajapinnoissa. Nämä virheet voidaan korjata kokonaisen kokoonpanon ollessa avoinna eikä tarvitse edetä esimerkiksi alikokoonpano tai osa kerrallaan pääkokoonpanon ollessa suljettuna. Tiedostonimet pysyvät samoina riippumatta tuontijärjestyksestä. Tuotetiedot eivät siirry tiedostosiirron myötä tuontijärjestyksestä riippumatta.

### 3.3 CAD-dokumenttien siirrosta aiheutuvat päällekkäisyydet

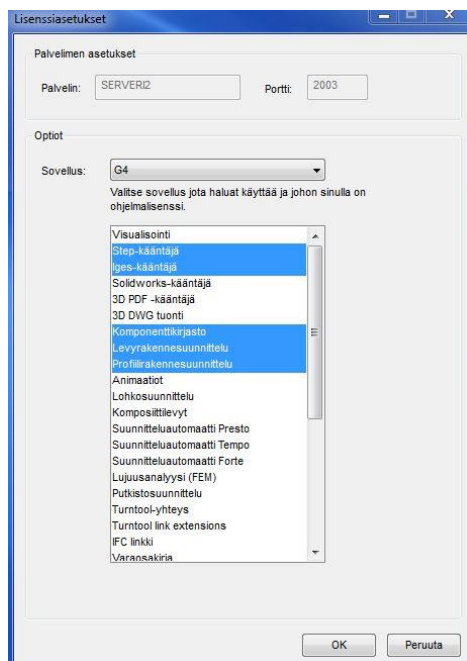
Suunnittelun aikana voidaan törmätä päällekkäisyyksiin tiedonsiirron osalta. Useat suunnittelun tuotteen komponentit(ostokomponentit) löytyvät jo PDM- järjestelmästä, näin ollen suunnittelijan tulee ottaa tämä huomioon omassa työssään. Suunnittelijan tuodessa edellisen suunnitteluohjelman (Vertex) tiedostoja uuteen suunnitteluohjelmaan (SW), suunnittelijan tulee tarkistaa, löytyvätkö tietyt komponentit jo ennestään PDM- tietokannasta. Kokoonpanon sisältämät Vertex-suunnitteluohjelmalla jo mallinnetut ostokomponentit, kuten ruuvit ja mutterit, korvataan PDM- tietokannasta löytyvillä komponenteilla.

## 4 TIEDOSTOKONVERSIOT SUUNNITTELIJAN NÄKÖKULMASTA

### 4.1 Aloitus

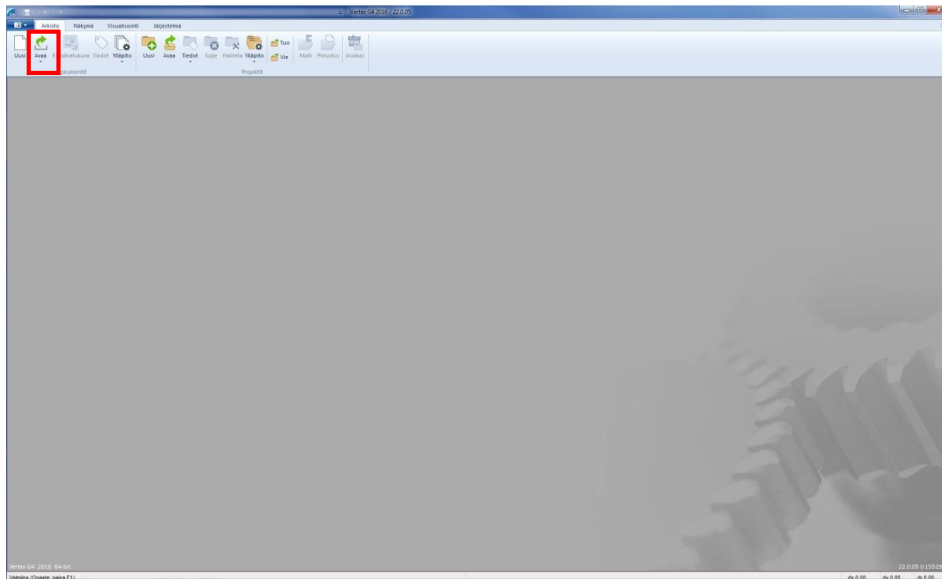
Tiedostokonversiota aloittaessa suunnittelijan tulee valita haluttu tiedostomuoto, mikä konvertoidaan Vertex -mallinnusohjelmasta SolidWorks -mallinnusohjelman käyttöön. Tiedostomuotojen vertailussa lähtökohtaisena valintana esille noussut STEP-tiedostomuoto toimii esimerkissä valintana. Tiedosto käännetään Vertex-mallinnusohjelman STEP-kääntäjällä STEP -muotoon ja aloitetaan tuonti SolidWorksiin. Kun tiedostokonversioita on tehty tarpeeksi ja yrityksen PDM -tietokannasta alkaa löytymään kokoonpanoihin kuuluvien osien nimikkeitä. Aloitus vaiheessa tulee siis tarkastaa PDM-tuotetietokanta kokoonpanon osaluettelon nimike nimikkeeltä läpi, jotta vältetään nimikkeiden päällekkäisyyksiltä.

Tiedostokonversiot aloitetaan avaamalla Vertex-suunnitteluohjelma. Vertex-ohjelman avautuessa valitaan automaattisesti avautuvasta asetus-valikosta STEP-kääntäjä käyttöön. Kuvassa(kuva 8) käyttöön on valittu sekä Step- että Iges-kääntäjä.



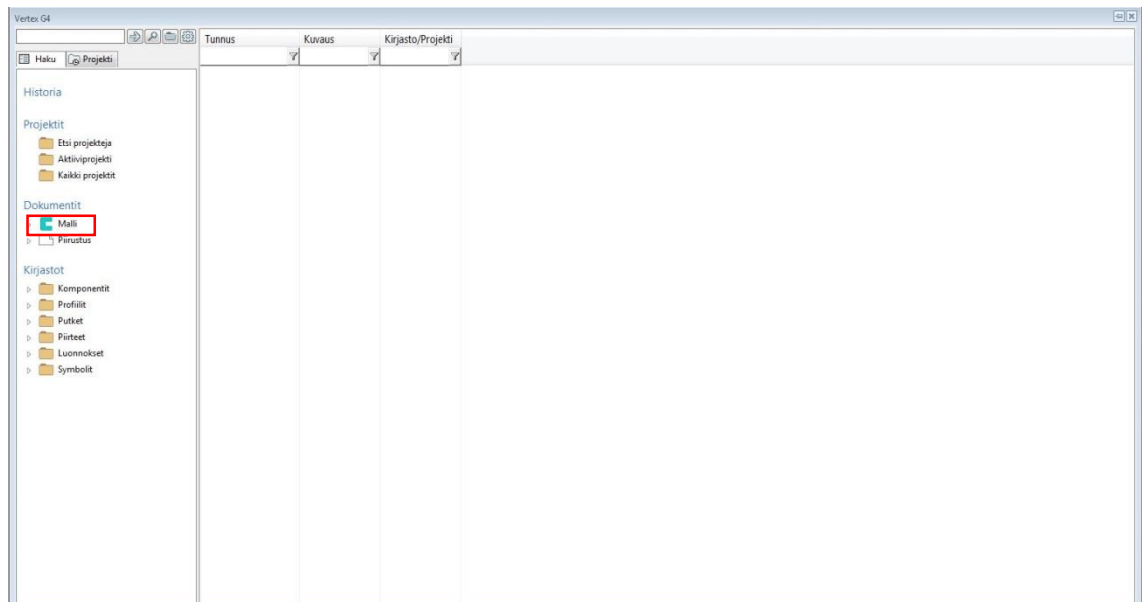
Kuva 8 Vertex- asetukset.

Asetusten asettamisen jälkeen Vertex-ohjelma avautuu ja valitaan toimintoriviltä Avaa-painike(kuva 9).



Kuva 9 Vertex.

Avaa-toiminnon jälkeen päästään valikkoon, josta voidaan hakea malleja(kuva 10) Dokumentit>Malli-valinnan kautta.



Kuva 10 Mallien haku.

Tunnuskenttään kirjoitetaan halutun mallin numero ja suoritetaan haku hae-painikkeella(kuva 12).

The screenshot shows the Vertex G4 software interface. On the left is a sidebar with navigation options: **Haku** and **Projekti**. Below these are sections for **Historia**, **Projektit** (with sub-options: Etsi projekteja, Aktiiviprojekti, Kaikki projektit), **Dokumentit** (with sub-options: Malli, Piirustus), and **Kirjastot** (with sub-options: Komponentit, Profiilit, Putket, Piirteet, Luonnokset, Symbolit).

The main area contains a search form with the following fields and controls:

- Projektit:** A dropdown menu with a search icon and the letter 'A' next to it, and a **Tuote** dropdown menu.
- Tunnus:** A text input field containing the value "878979".
- Versio:** A text input field.
- Nimike:** A text input field.
- Littyä:** A text input field.
- Kuvaus:** A dropdown menu.
- Suunnittelija:** A dropdown menu.
- Kuvaus 2:** A dropdown menu.
- Tarkastanut:** A dropdown menu.
- Kuvaus 3:** A dropdown menu.
- Hyväksynyt:** A dropdown menu.
- Luokite:** A dropdown menu.
- Pääryhmä:** A dropdown menu.
- Alaryhmä:** A dropdown menu.
- Rajahaku:** A section with four rows of filters:
  - tunnus: [input field] ... [input field]
  - projekti: [input field] ... [input field]
  - massa: [input field] ... [input field]
  - päiväys: [input field] ... [input field]

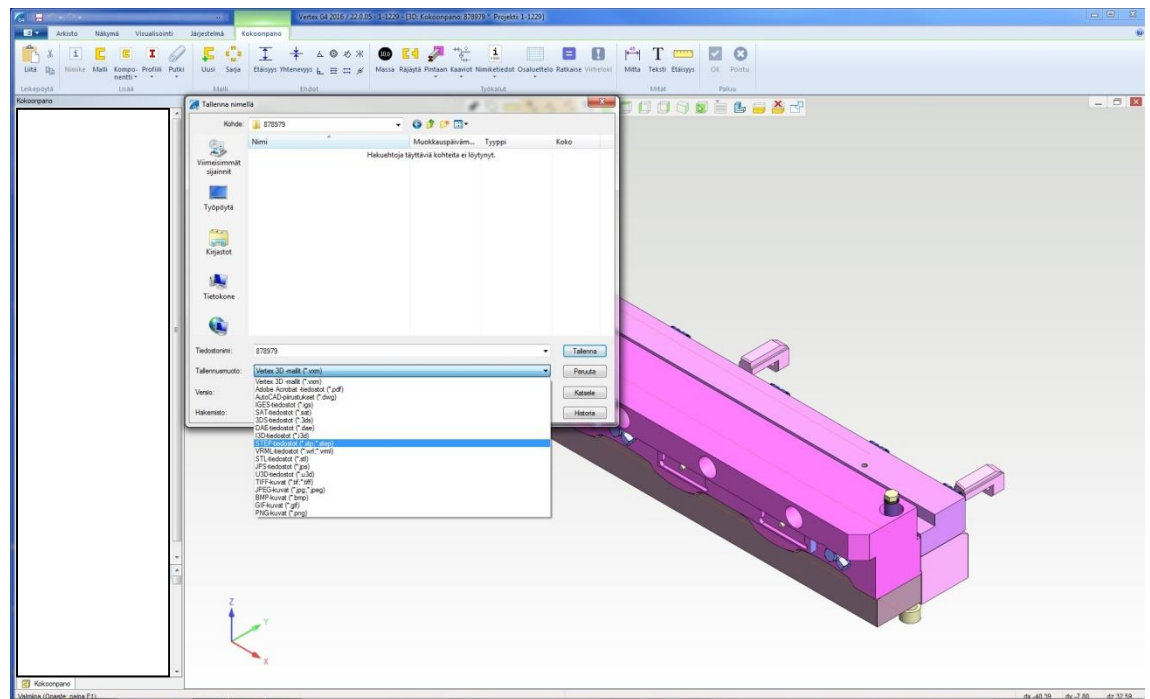
At the bottom of the form are three buttons: **Hae** (with a magnifying glass icon), **Avaa** (with a folder icon), and **Takaisin** (with a list icon).

Kuva 11 Vertex tunnuskenttä täytettynä.

Tunnus	Kuvaus	Kuvaus 2	Luokite	Suunnittelija	Päiväys	V	Pääryhmä	Alaryhmä	Nimike	Tuote	Projekti
878979	Furistripakki P3			HAh	2016-01-20						1-1229

Kuva 12 Mallit haettuna.

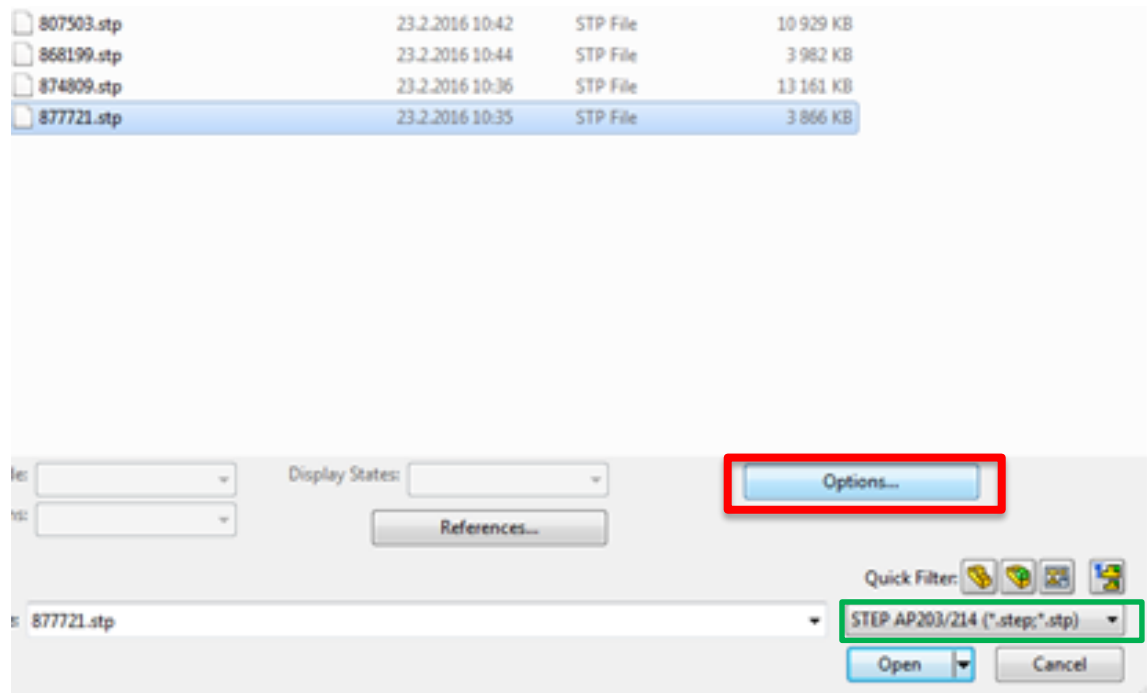
Esimerkissä tallennettavaksi tiedostomuodoksi valitaan STEP-tiedostomuoto (kuva 14).



Kuva 13 Tiedoston tallennus STEP -muotoon.

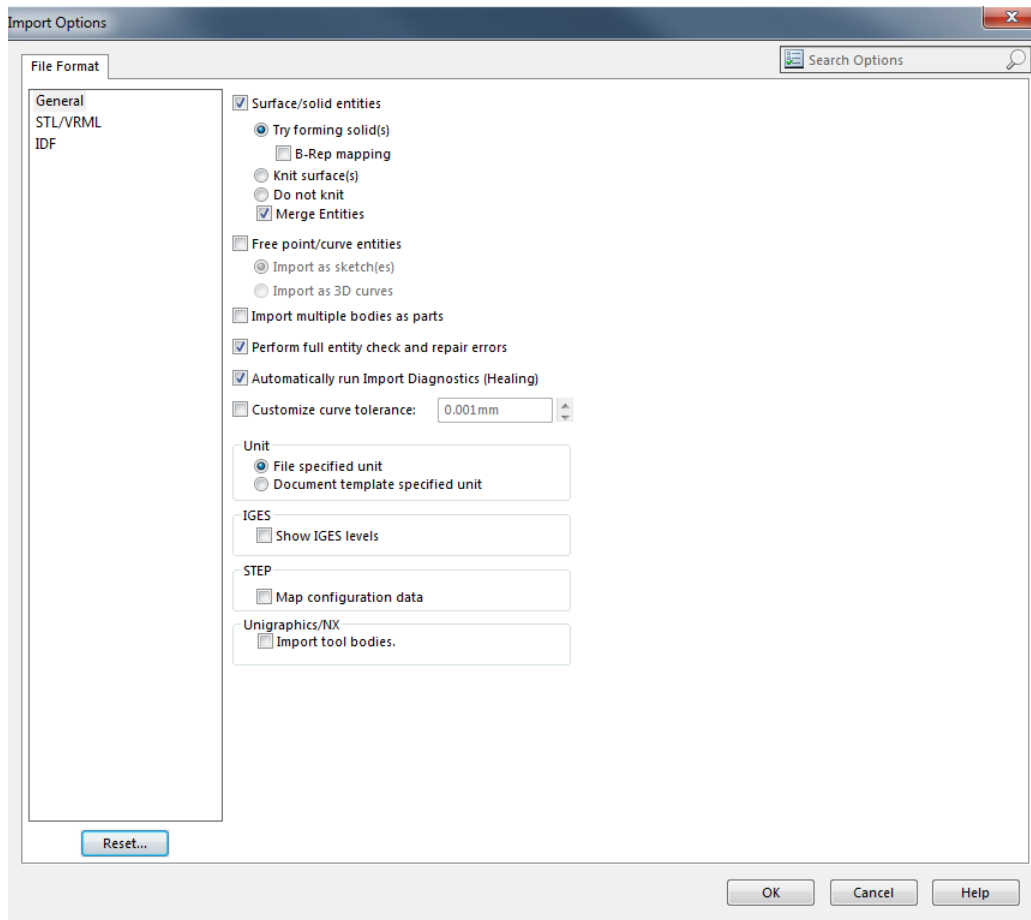
Käännetty tiedosto tallennetaan konversiokansioon tuotekohtaisella nimikkeellä. Valittuun tiedostomuotoon kääntämisen jälkeen suunnittelija avaa SolidWorksin ja aloittaa

haluamansa mallin avaamisen(kuva 15). Suunnittelija valitsee haluamansa tiedostomuodon valintalaatikkoon(kuvassa vihreä kehys). On tärkeää valita käytettävä tiedostomuoto, jos halutaan saada näkyviin Options-painike (kuvassa punainen kehys). Suunnittelija avaa Options-valikon, mikä tuo näkyviin Import Options -näkymän.



Kuva 14 Tiedostomuodon valinta sekä Options-painike.

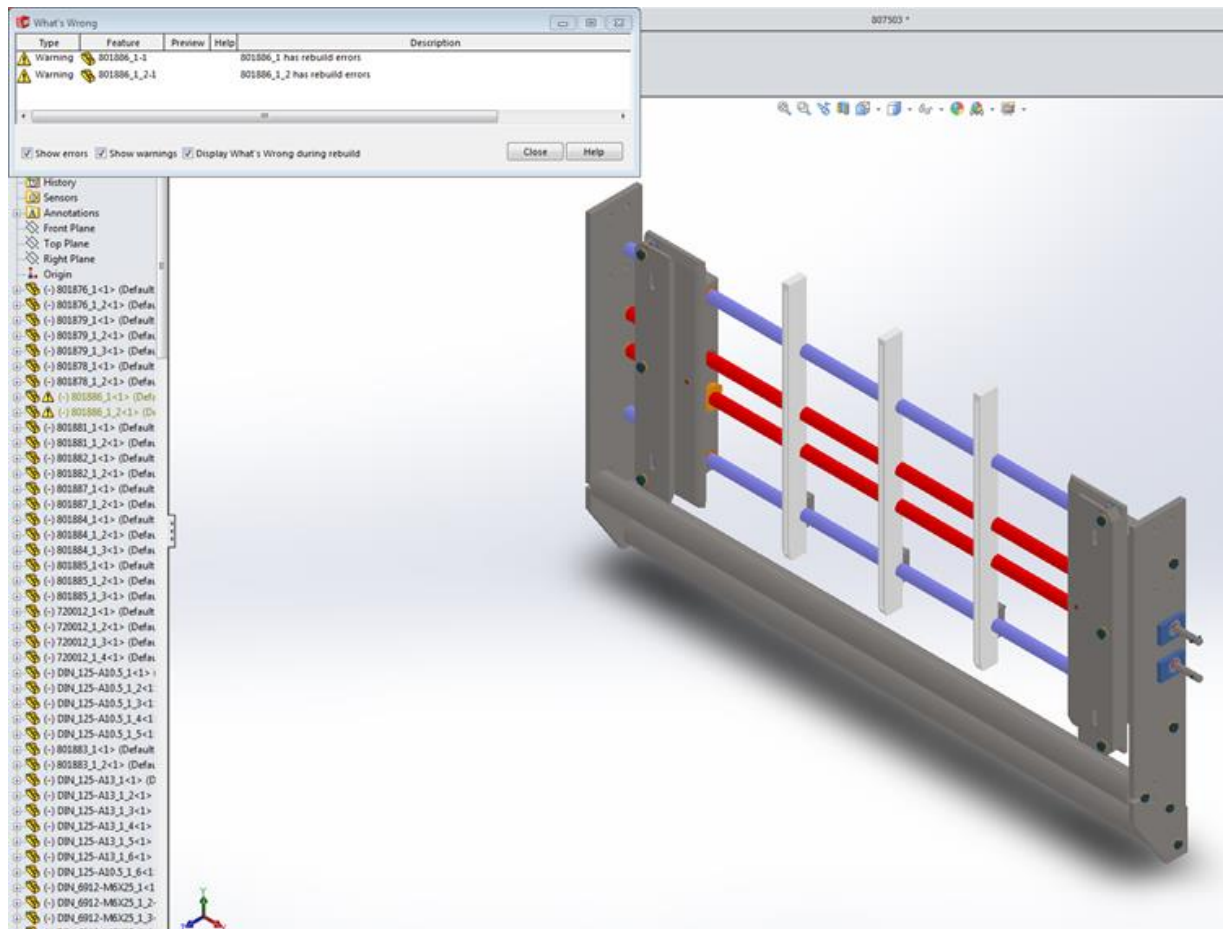
Import Options -ruudusta voidaan valita vielä lisä-asetuksia tuotavan tiedoston osalta(kuva 16). Lisä-asetuksien kohdalla kannattaa tarkistaa, että ainakin ruudussa näkyvät kohdat ovat valittuna.



Kuva 15 Import Options -näkyvä.

SolidWorks ilmoittaa mahdollisista virheistä kokoonpanon avautuessa SolidWorksiin (kuva 17). Suunnittelija voi sulkea What's Wrong-laatikon ja edetä työssä tallentamalla kokoonpanon haluamaansa kansioon. Konversiokansion käyttö tulee tässä vaiheessa oleelliseksi. Tallennus tapahtuu samaan konversiokansioon, johonka myös edellä tallennettu Vertexin STEP-tiedostomuoto tallennettiin. Tallennus on välttämätöntä, jotta päästään avaamaan kokoonpanon osia ja tuomaan niiden piirteitä esiin. SolidWorks tallentaa jokaisen osan SolidWorksin omaan tiedostoformaattiin, sldprt- muoto osissa ja sldasm/SLDASM- muoto kokoonpanoissa.

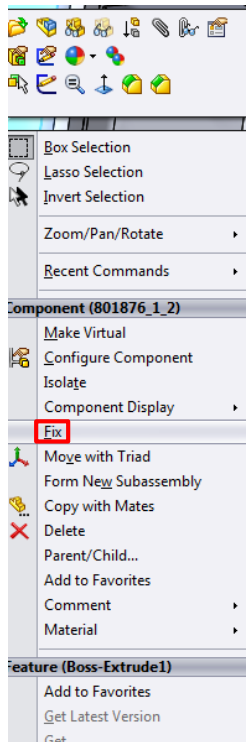




Kuva 16 STEP-kokoonpano avattuna SolidWorks-ohjelmassa.

#### 4.2 Kokoonpanon osien jäädytys

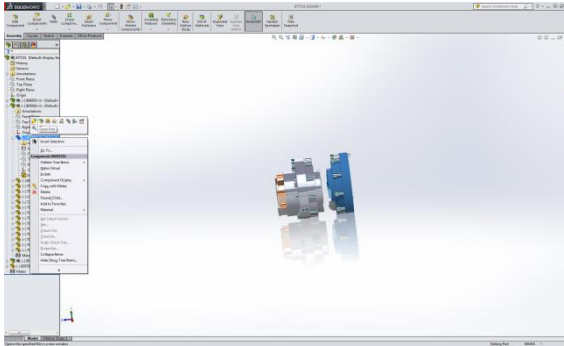
Kokoonpanoon kuuluvat osat ja alikokoonpanot jäädytetään fix-komennon avulla (kuva 18). Tällä vältetään mahdollisilta virheiltilta kappaleiden piirteitä ja origoita siirrettäessä. Kokoonpanon osat pidetään jäädytettynä siihen asti kunnes aloitetaan liittäneiden määrittäminen. Liittäneiden määrittäksen yhteydessä osien jäädytyksen poisto aloitetaan liitettävä osa kerrallaan. Liitettävä osa muutetaan float -tilaan, joka mahdollistaa kappaleen liittämisen toivottuun kohtaan. Fix-komento löydetään esimerkiksi klikkaamalla oikealla hiirenkorvalla osaluettelosta ja valitsemalla avautuvasta valikosta fix, jolloin kappale jähmettyy paikoilleen, eikä sitä voi enää liikuttaa vapaasti. Voit valita kaikki osat aktiiviseksi ja laittaa fix-komennon kaikille osille samalla kertaa.



Kuva 17 Fix-komento.

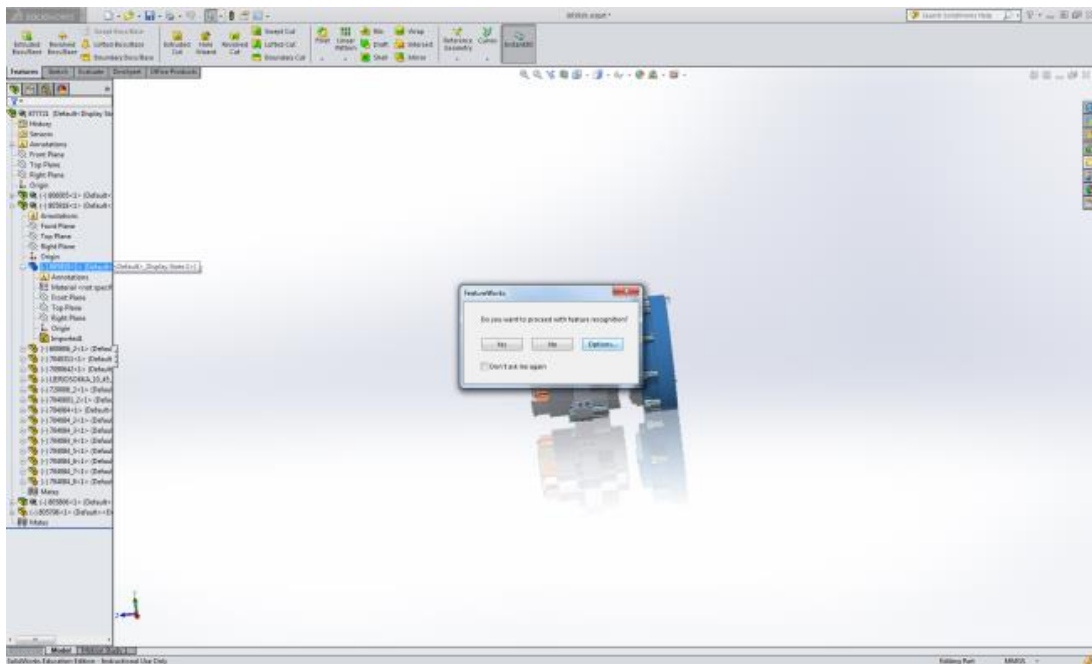
### 4.3 Osien piirrepuun esiin tuominen

Konvertoidun tiedoston piirrepuu näkyy SolidWorks-ohjelmassa ”Imported” nimellä, joten piirrepuu tuodaan näkyviin SolidWorks -ohjelmasta löytyvällä FeatureWorks-työkalulla. Piirrepuun esiin tuominen on välttämätöntä, jotta päästään käsiksi osien piirteisiin. Piirteiden läpi käyminen on oleellista, jotta varmistutaan, että kappale on mitoituksiltaan sekä piirteiltään oikeanmukainen. Piirrepuun esiin tuominen on lisäksi välttämätöntä, kun konvertoituihin osiin halutaan tehdä muutoksia. Piirrepuu täytyy tuoda esiin osa osalta erikseen. Tämä voidaan toteuttaa kokoonpanotilassa kokoonpanon ollessa avoinna. Kokoonpanotilassa osien avaaminen toimii Open part-painikkeen(kuva 19) kautta, minkä saa esiin klikkaamalla haluttua osaa oikealla hiiren korvalla ja valitsemalla Open part-kuvake.

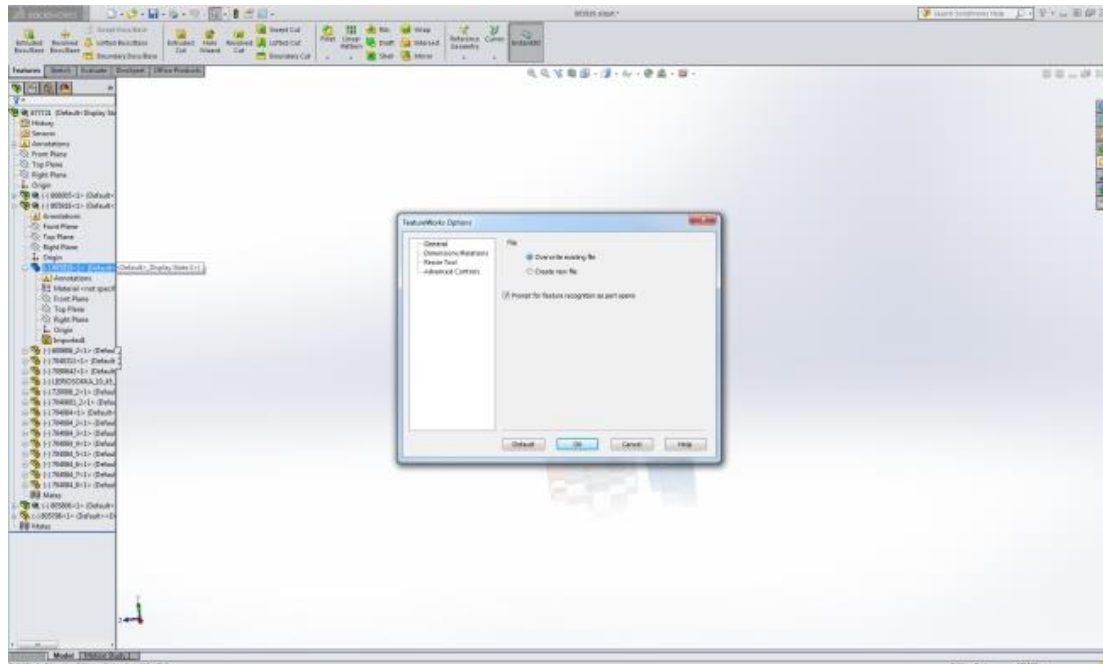


Kuva 18 Open part.

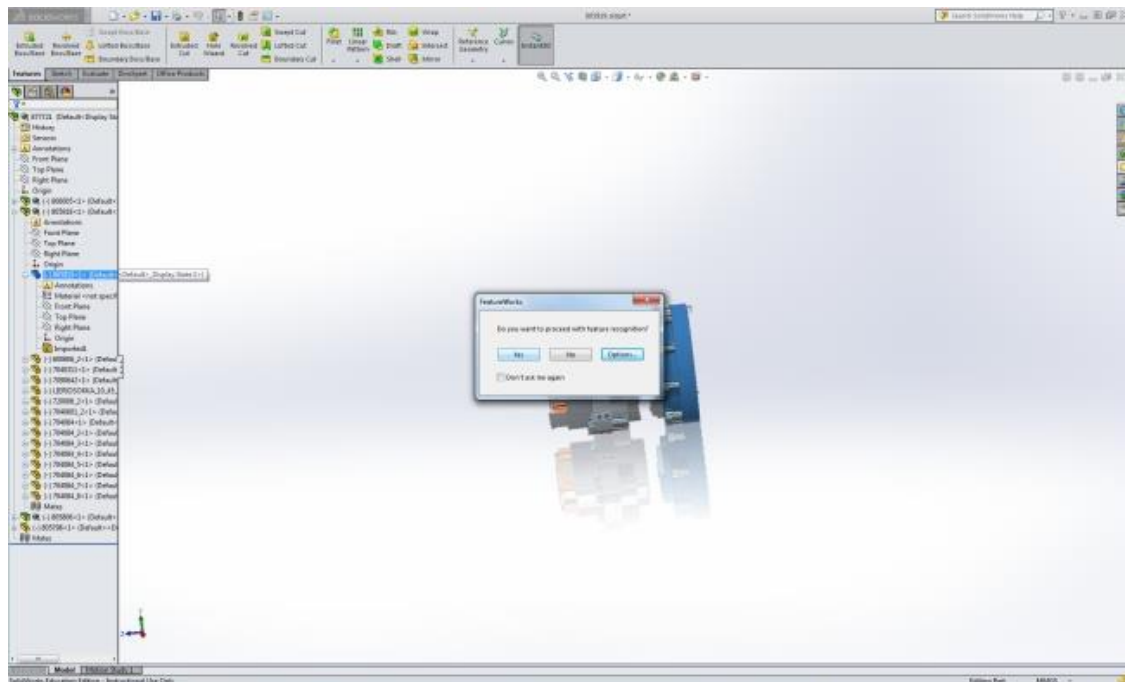
Options –valikosta(kuva 20) valitaan Overwrite eli päälle tallennus(kuva 21), jotta aiempi versio osasta korvataan uudella versiolla, jossa piirteet on tuotu esille. Tämä on oleellista kun halutaan säilyttää kokoonpanoon kuuluvien osien kytkökset kokoonpanoon.



Kuva 19 Options.



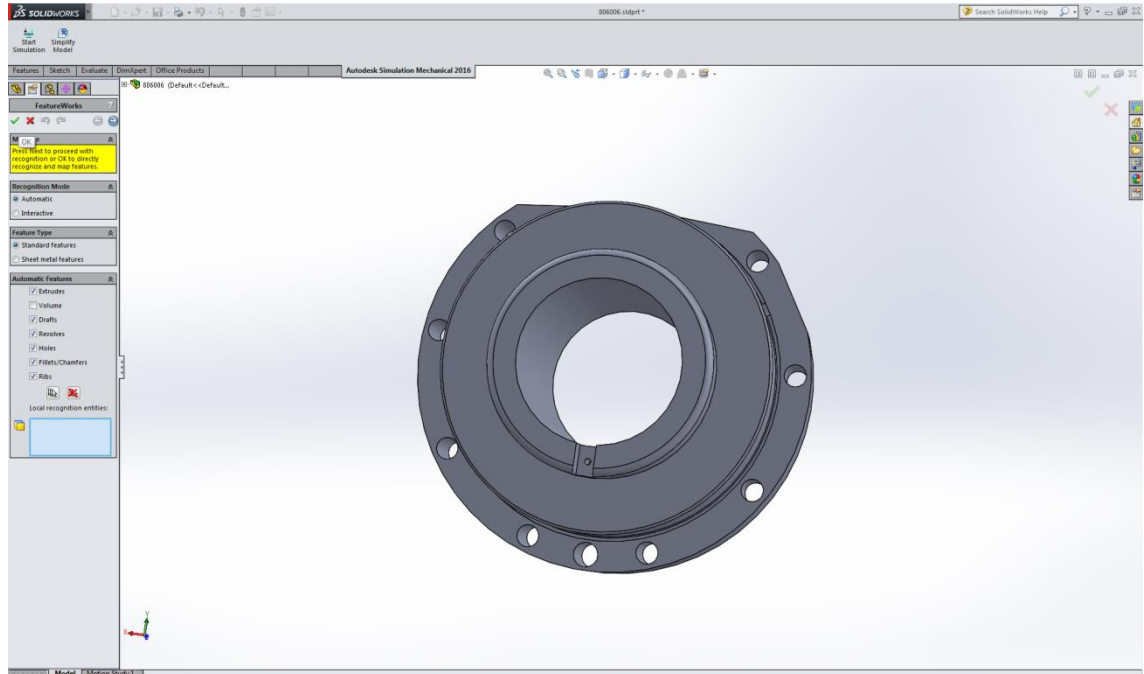
Kuva 20 Overwrite eli tallennetaan aikaisemman version päälle.



Kuva 21 Edetään painamalla Yes.

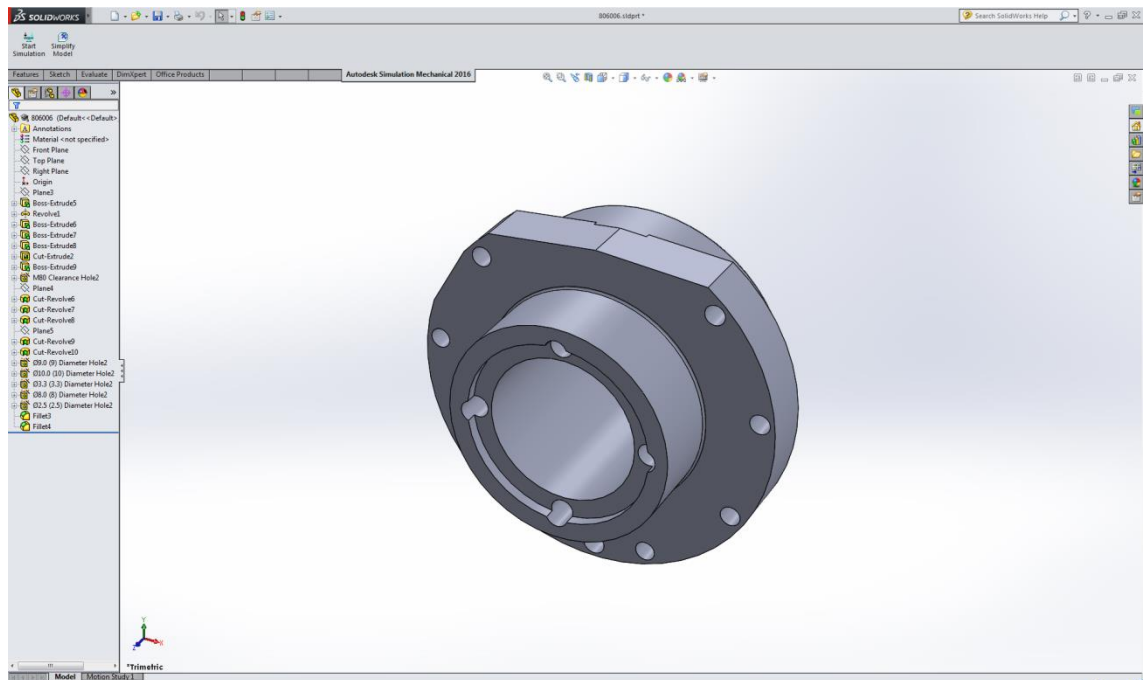
FeatureWorksin avautuessa kappaleen piirteiden tuontia voidaan tarkentaa lisä-asetuksilla (kuva 23). Ohjelmalla on jo normaali-asetuksena valittuna kaikki piirretunnistimet. Tunnistamiseen liittyvät järjestykset voidaan valita manuaalisesti, mutta automaattinen

tunnistus toimii yleensä tässä kohtaa parhaiten. Piirteiden tuontijärjestys ei vaikuta oleellisesti SolidWorksin piirteiden tunnistamiseen.



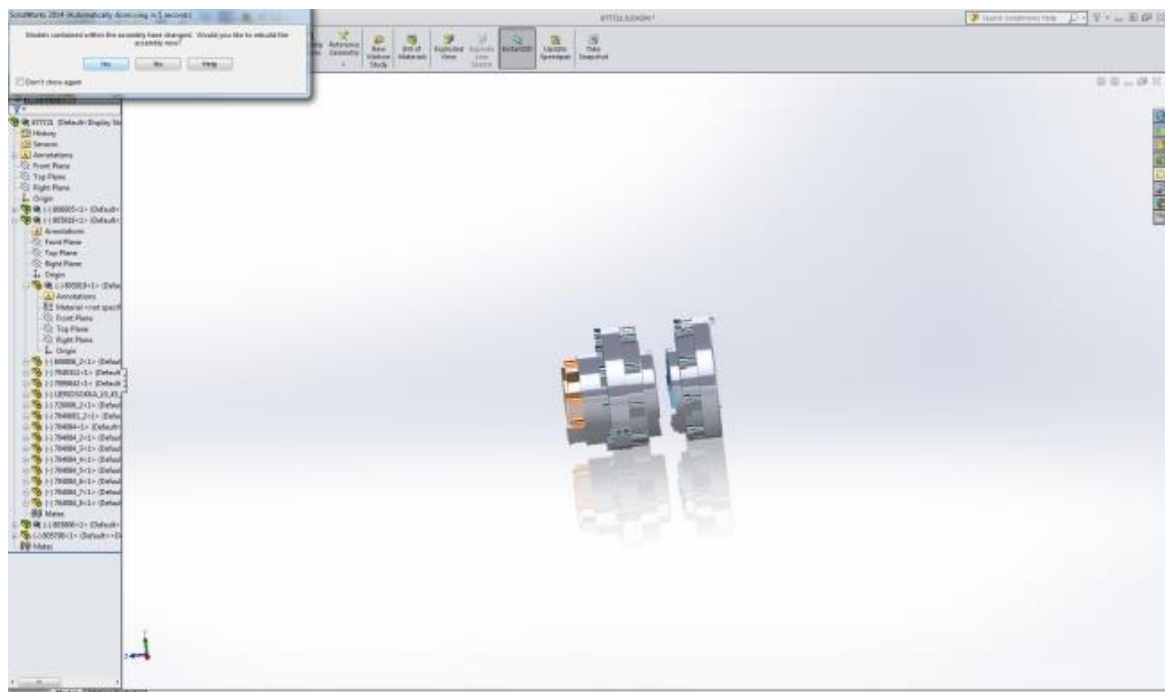
Kuva 22 Hyväksy.

Kappaleen piirteiden tunnistus lähtee käyntiin, kun asetukset ovat sopivat ja ne ollaan hyväksytyt. Piirrepuu tulee näkyviin SolidWorksiin (kuva 24). Piirrepuun piirteet tulevat näkyviin SolidWorksin tunnistamisen rajoissa. Lisäksi yhdistettävissä olevat piirteet tulevat näkyviin erillisinä piirteinä.

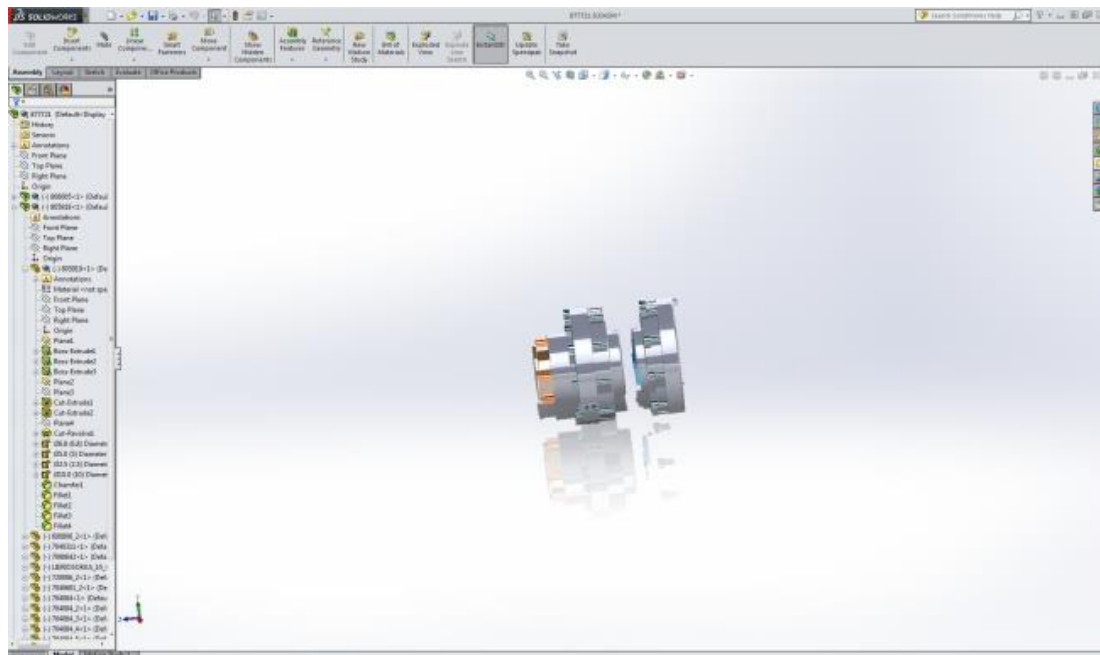


Kuva 23 Piiirepuu esillä halutussa muodossa.

Siirrytään pääkokoontalon ikkunaan ja päivitetään (kuva 25), kun kappaleen piirteet halutaan esille sen pääkokoontalonossa (kuva 26).



Kuva 24 Päivitetään kokoonpano.



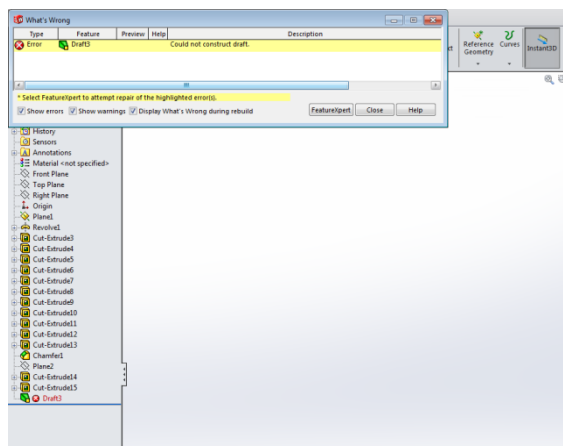
Kuva 25 Piirrepuu päivittyy kokoonpanoon.

Piirteiden tunnistuksen yhteydessä voi tulla ongelmia, jolloin FeatureWorks ei tunnista tiedostoja. Tällöin voidaan kokeilla ajaa FeatureWorks-työkalu uudelleen, jolloin ohjelma saattaa tunnistaa jäljelle jääneet Imported-piirteet. Mikäli uudelleen ajaminen ei tuo toivottua tulosta ja tämä koskee kaikkia osan piirteitä, niin suunnittelijan on järkevämpää mallintaa osa uudelleen. Uudelleen mallinnus tehdään tarpeen mukaan, tiettyjä piirteitä ei lähdetä mallintamaan uudelleen ennen kuin kappaleeseen ollaan tekemässä tarvittavia muutoksia.

Kun tiedostokonversion aikana kappaleeseen tehdyt kierteet eivät siirry automaattisesti Vertexistä SolidWorksiin, tulee nämä piirteet mallintaa uudelleen. Kierteitä pääsee tekemään Cosmetic Threadin avulla Insert-valikon Annotations-kohdan kautta. Cosmetic Threadin avulla kierteet saadaan asetettua haluttuun kohtaan. Tarkoissa kierteissä on hyvä käyttää Helix/Spiral-ominaisuutta, joka löytyy Insert-valikon Curve-kohdasta.

### 4.3.1 Piirteen automaattisen tunnistamisen epäonnistuminen

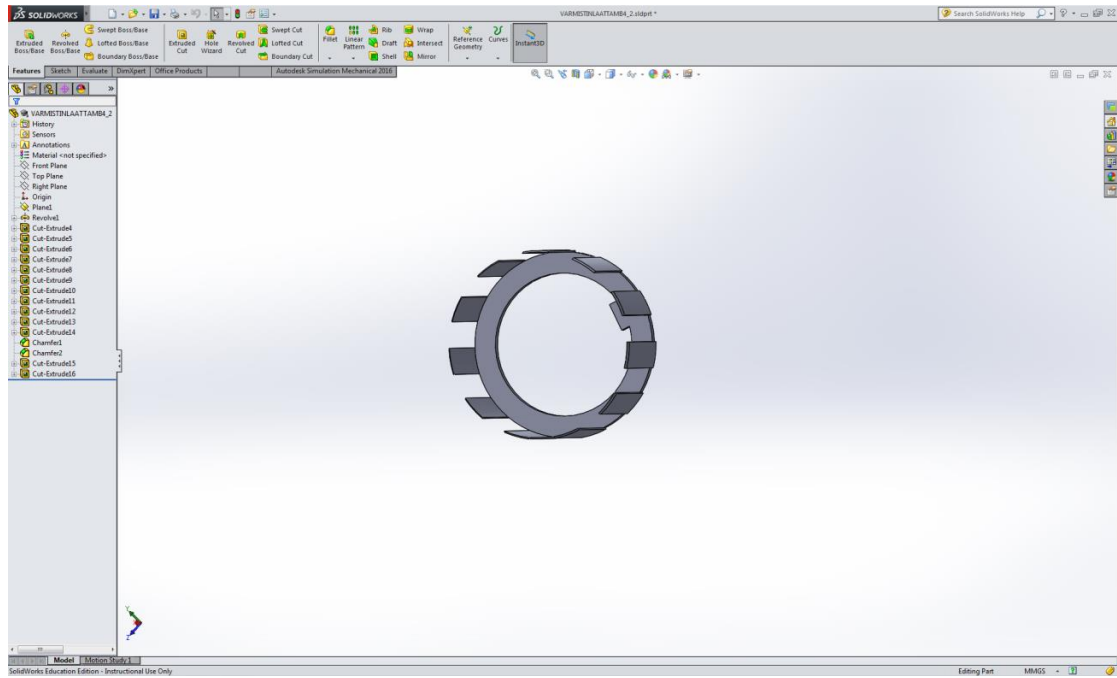
FeatureWorks ei pysty tunnistamaan kaikkia monimutkaisia piirteitä. Tällaisia monimutkaisia piirteitä ovat muun muassa piirteet, jotka ovat toisiinsa risteäviä. Piirteiden uudelleen mallinnus tulee kysymykseen, jos piirteet ovat useasti muuttuvia, jolloin siitä on tarpeellinen hyöty. Standardina kappaleen Imported- muotoon jääneitä piirteitä ei tarvitse mallintaa uudelleen ennen kuin se on tarpeellista eli mahdollisten kappaleen piirteisiin kohdistuvien muutosten vuoksi. Mallintaminen tapahtuu joko editoimalla virheellistä piirrettä tai mallintamalla piirre kokonaisuudessaan uudelleen. Seuraavassa esimerkissä(kuva 27) suunnittelija kohtaa virheen, jossa nämä molemmat virheellisen piirteen tunnistamisen vuoksi esiin tulevat mallinnustavat tulevat esille. FeatureWorks on kohdannut virheen tunnistessaan ”Draft3”- päästöpiirrettä. Tässä tapauksessa suunnittelijan tulee muokata piirrettä ja katsoa mikä piirteen tunnistuksessa on mennyt pieleen.



Kuva 26 FeatureWorks kohtaa virheen.

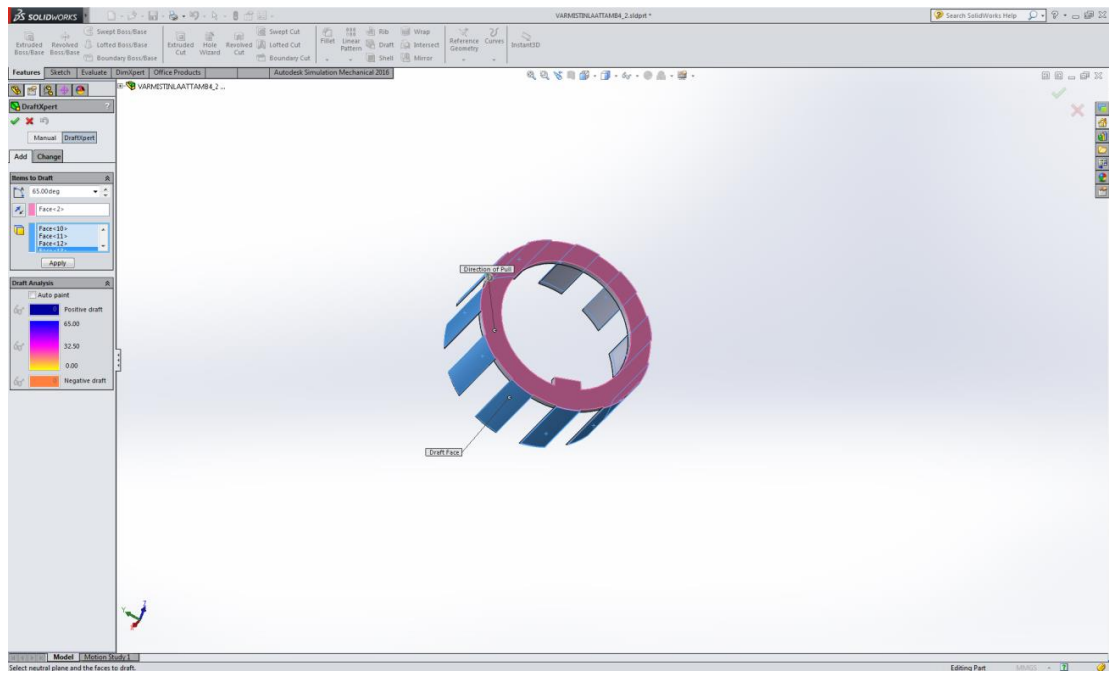
Virheellinen piirre voidaan poistaa(kuva 28), kun sen tiedot ovat ylhäällä. Tällöin piirre voidaan mallintaa kappaleeseen uudestaan.



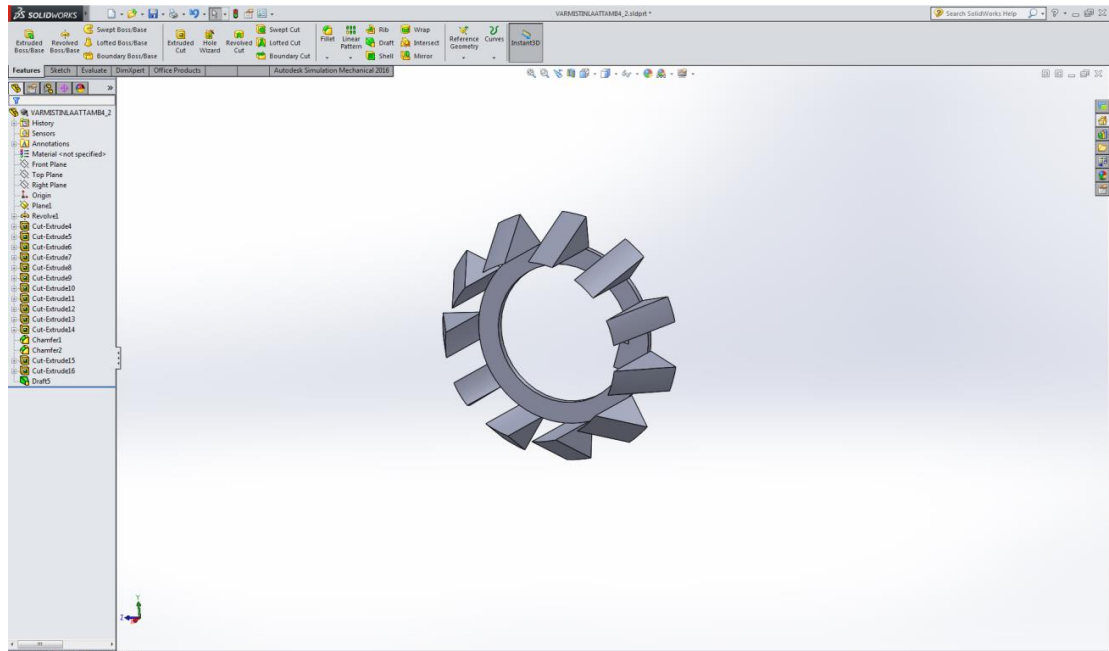


Kuva 27 Virheellisen päästön poistaminen.

Varmistinlaatan Draft-komennon eli päästöjen tasot ovat menneet väärinpäin. Tasot, joihin halutaan päästön vaikuttavan, ovat kappaleen sisäpuolisilla pinnoilla vaikka komento halutaan tehdä ulkopuolisille pinnoille. Lisäksi neutraali taso on kappaleen keskellä, vaikka sen tulisi olla myös kappaleen ulkopinnalla(kuva 29).

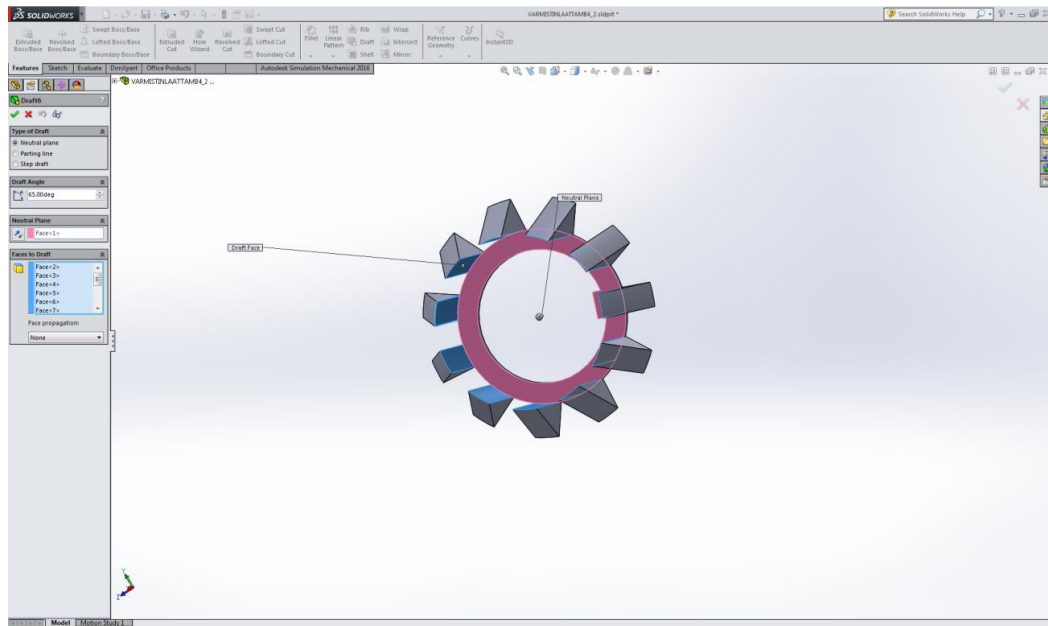


Kuva 28 Varmistinlaatan korjattu päästötasojen valinta.

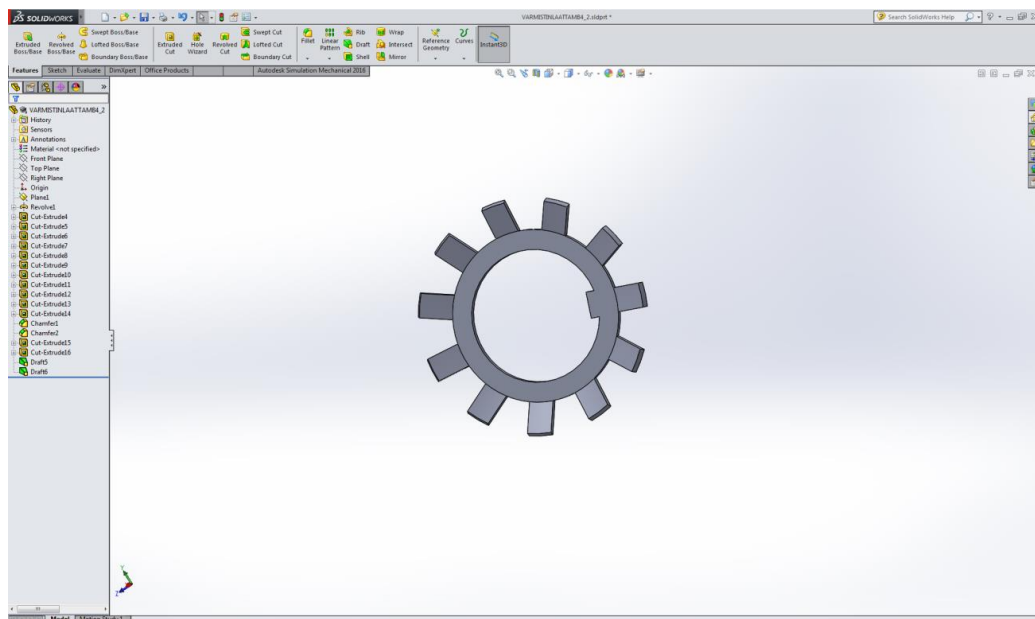


Kuva 29 Varmistinlaatta yhden päästön puuttuessa.

Varmistinlaatasta puuttuu vielä toisen päästön määritys, kappaleen sisäpuolisten pintojen osalta. Suunnittelija aloittaa uuden päästön määrittämisen valitsemalla Draft-komennon. Tämän jälkeen valitaan pinta, jonka kautta päästö halutaan kohdistaa sekä pinnat, joihin päästö kohdistetaan (kuva 31).



Kuva 30 Varmistinlaatta sisäpuolisten pintojen päästön valinta.

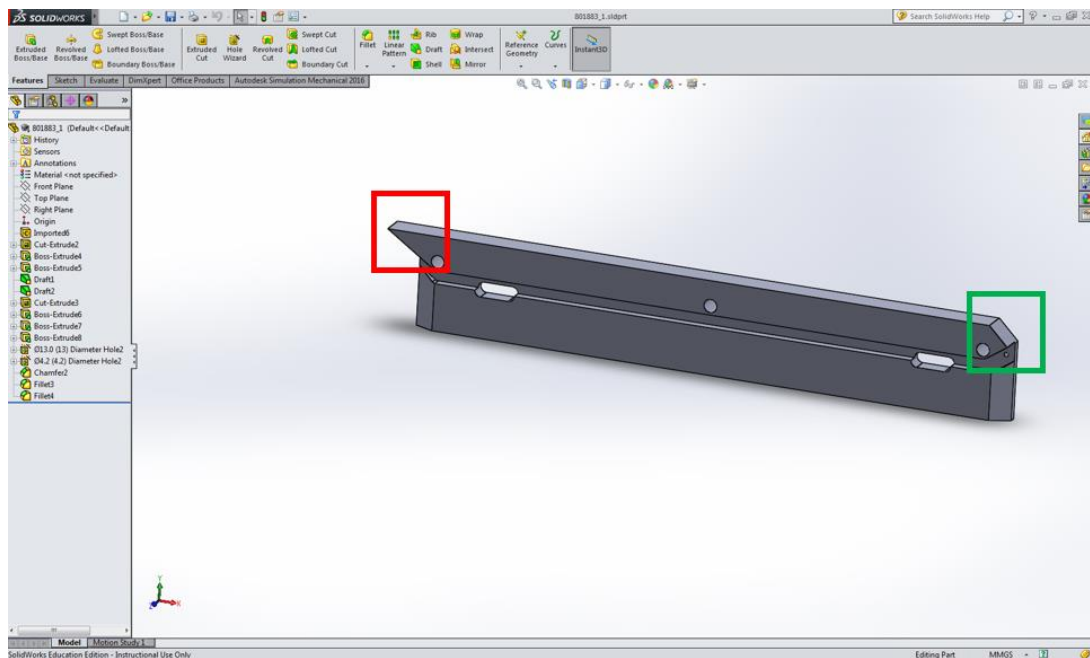


Kuva 31 Varmistinlaatta valmiina.

Suunnittelija tallentaa kappaleen, kun kappaleen virheelliset piirteet ovat korjattuina.

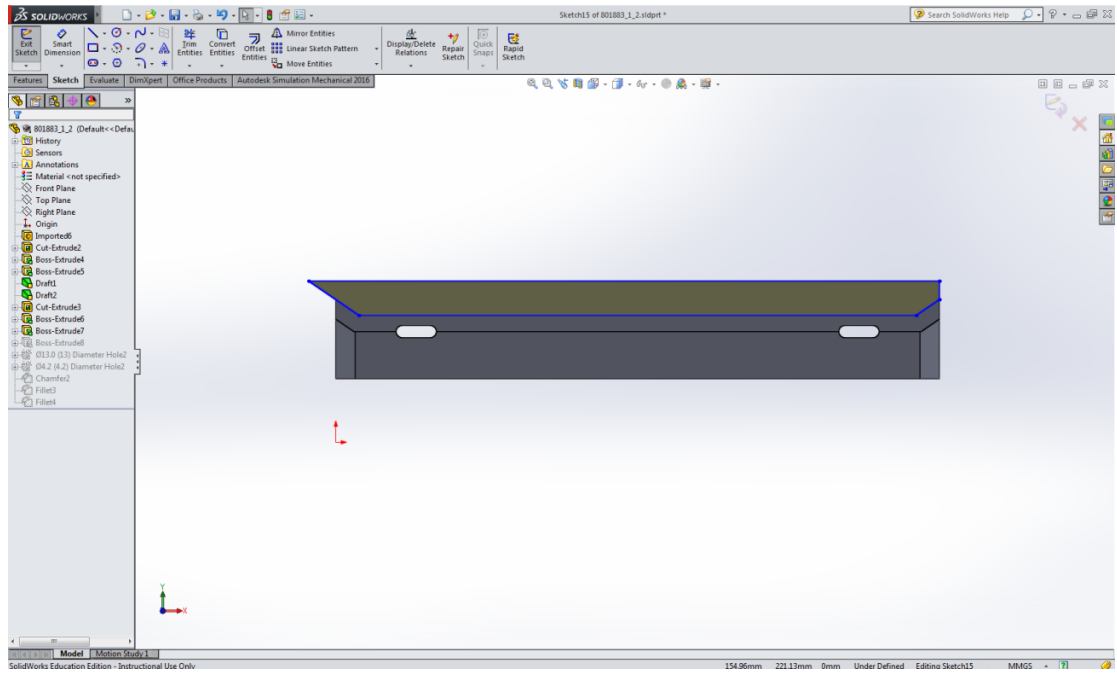
#### 4.3.2 Virheet piirteissä

Piirteiden tunnistamisen yhteydessä suunnittelija voi törmätä virheisiin tunnistetuissa piirteissä. Piirteet ovat näennäisesti oikein piirrepuussa, mutta esimerkiksi tietty leikkauskohta tai päästö on tunnistettu kokonaan väärin tai väärinpäin. Tässä vaiheessa suunnittelija tekee tarvittavat korjaukset, mutta koko kappaletta ei tarvitse mallintaa uudelleen, sillä kokonaisuudessaan piirteet ovat oikein yhtä tai paria piirrettä lukuun ottamatta. Seuraavassa kuvassa(kuva33) kokoonpanon osasta, jossa on virhe piirteessä.

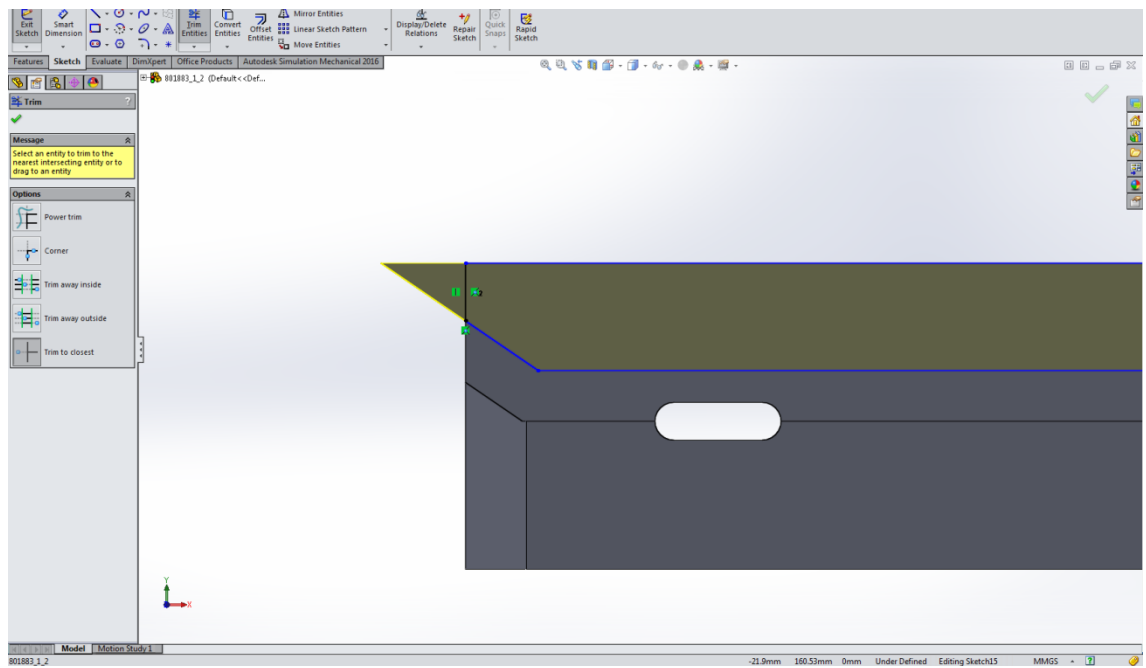


Kuva 32 Virhe piirteessä.

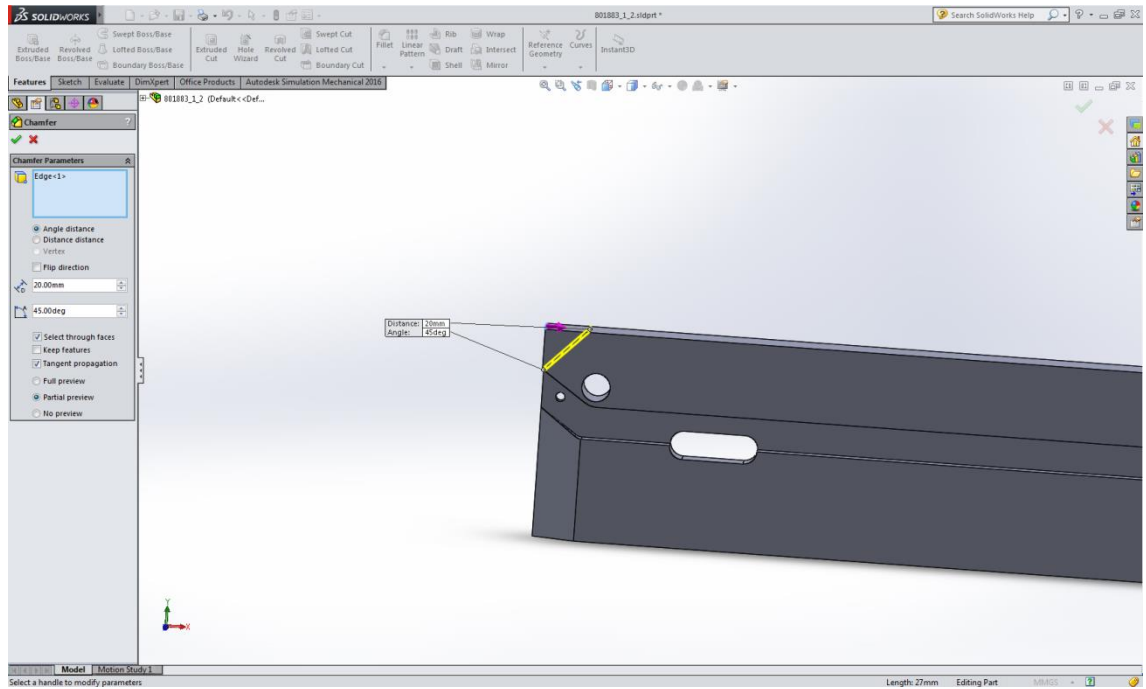
Virheellinen piirre voidaan korjata parhaaksi nähdyllä tavalla. Seuraavassa kuvasarjassa(kuva 34-kuva 37) esimerkki piirteen korjauksesta, piirre voidaan korjata kuin normaaleissakin muokkaustilanteissa.



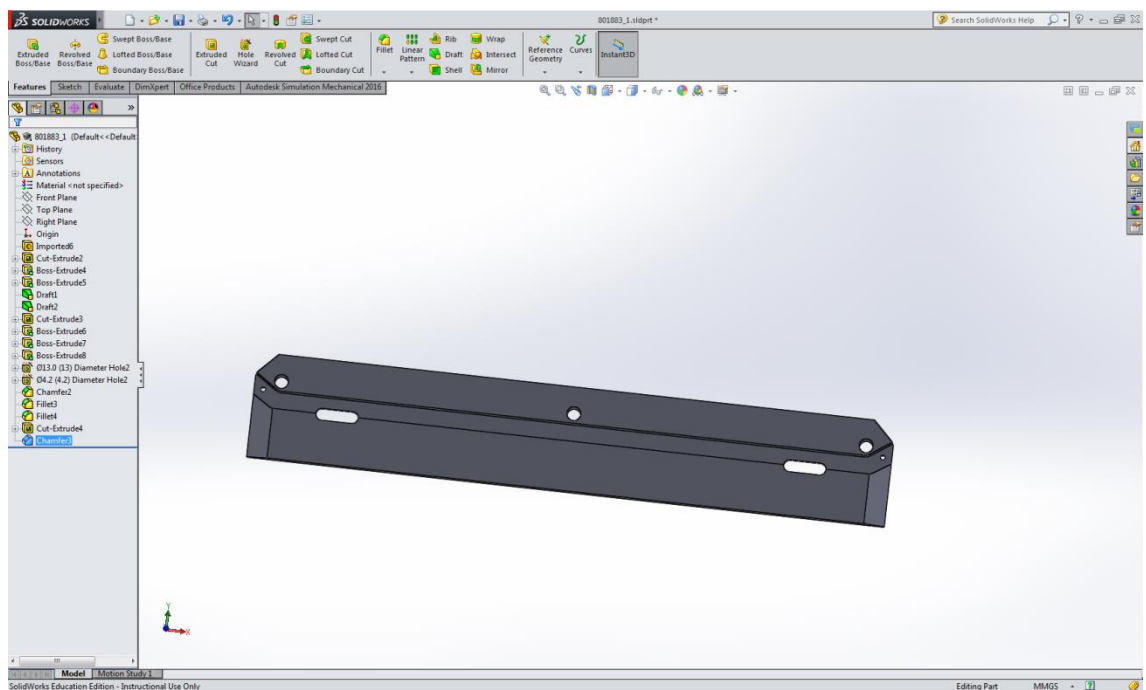
Kuva 33 Piirteen korjaus.



Kuva 34 Piirteen korjaus Trim-komennolla.



Kuva 35 Piirteen korjaus Chamfer-komento.

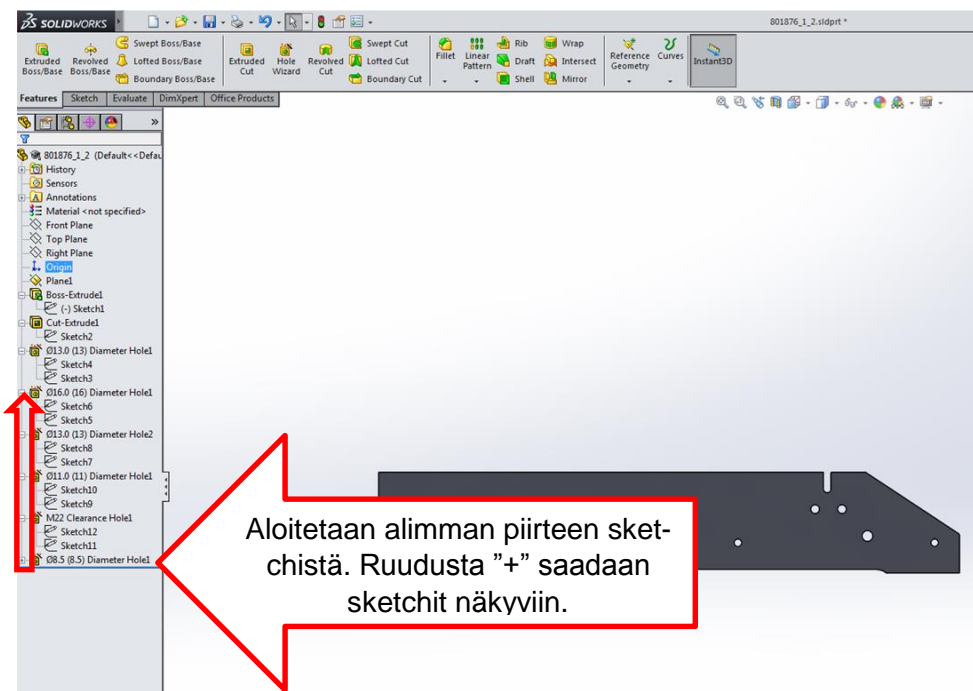


Kuva 36 Piirteiden osalta korjattu kappale.

Esimerkkitapauksen yhtenäisten piirteiden kohdalla voidaan vaihtoehtoisesti käyttää hyväksi Mirror-ominaisuutta piirteitä yhdisteltäessä.

#### 4.4 Piirteisiin kuuluvat mitat

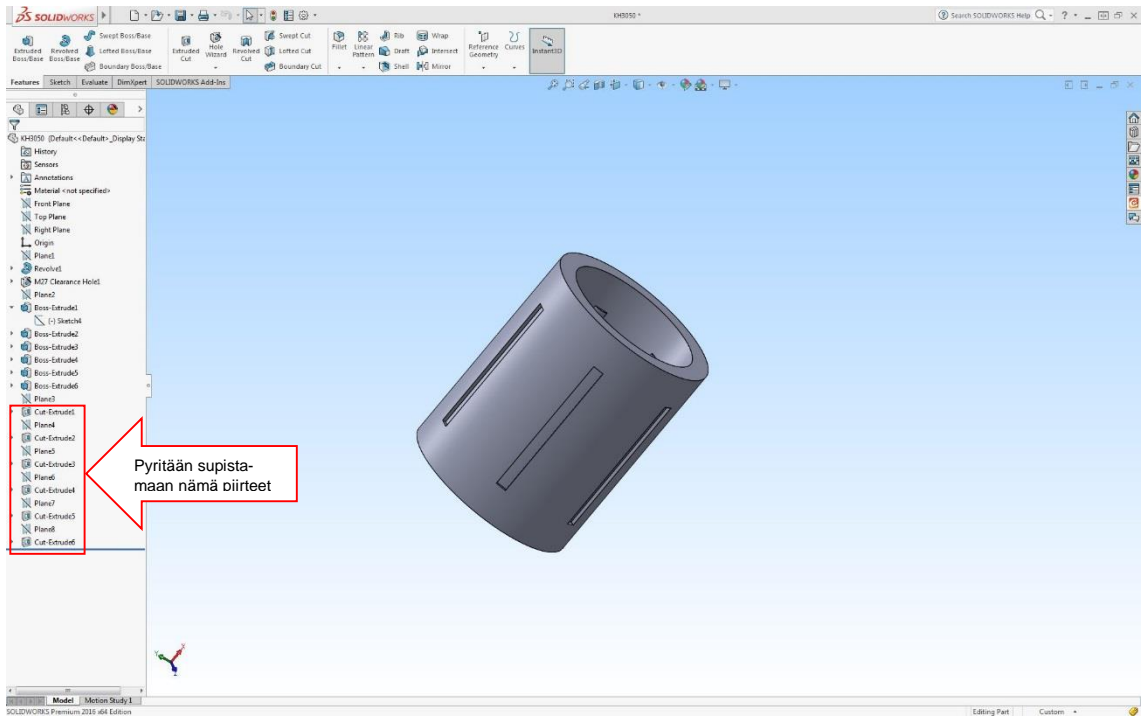
Piirteiden tunnistamisen yhteydessä täytetään piirteisiin niihin kuuluvat mitat, joita ei ole määritetty. Mittojen määritys järjestys piirrepuussa on alhaalta ylöspäin etenevä mitoitus. Kun mitoitettavissa piirteissä edetään alhaalta ylöspäin menetelmällä, niin saadaan määritettyä tarvittavat mitat jokaiselle piirteelle ja tämä mahdollistaa lopuksi kappaleen sketchin siirron origoon sekä oikealle tasolle. Oikealla tasolla tarkoitetaan esimerkiksi Top plane- tasolle tehtyä sketchiä. Monissa konvertoiduissa osissa sketchit on tehty erilliselle plane- tasolle mikä saattaa koitua ongelmaksi kappaleiden liittäessä tehdessä. Mitat voidaan jättää määrittämättä kiireellisissä tilanteissa, mutta silloin tulee huolehtia, että osat ovat jäädytettyinä(fix), mahdollisten virheiden välttämiseksi.



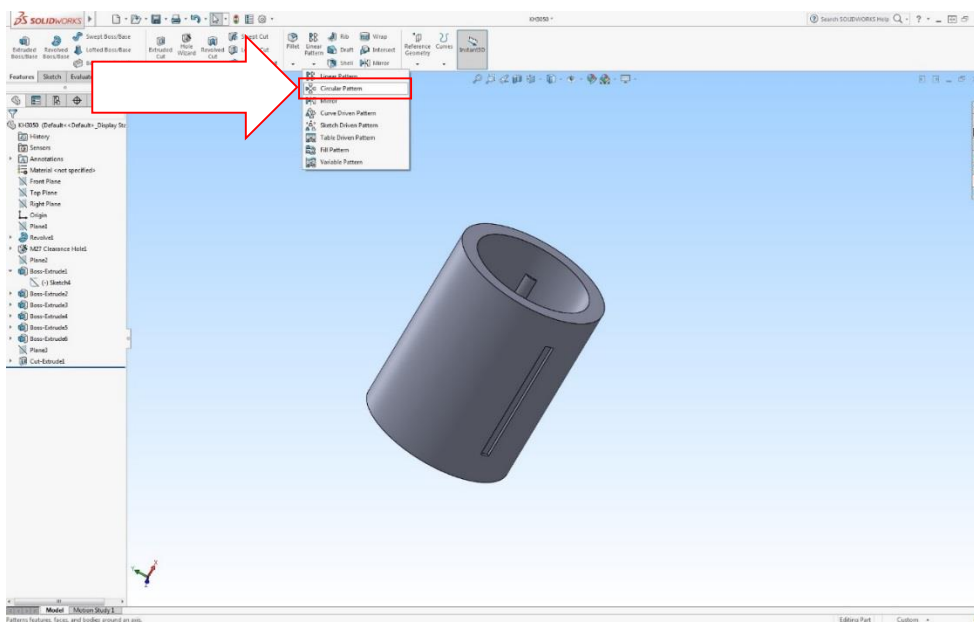
Kuva 37 Mitoitus.

Mitoituksen yhteydessä piirteiden yksinkertaistamiseen tulee kiinnittää huomiota. Esimerkiksi sellaisten piirteiden kohdalla, jotka toistavat toisiaan tai ovat selkeästi tietyllä kaavalla kytköksissä toisiinsa(kuva 39). Tällaisia tilanteita voi olla esimerkiksi reiät, jotka ovat kaikki yhtä suuria ja kiertävät kappaleen ympäri tasaisin välein toisiinsa nähden. Esimerkissä(kuva 39) SolidWorks on tuonut nämä piirteet kaikki erikseen. Mitoituksen aikana nämä piirteet voidaan yhdistää poistamalla kaikki muut paitsi yhden piirteen ja

Pattern-ominaisuuden avulla luoda muut reiät. Tällaisessa tapauksessa käytettäisiin Circular Pattern-ominaisuutta(kuva 40), joka mahdollistaa piirteiden monistamisen ja pyörytyksen kehän ympäri valitun akselin kautta. Seuraavaksi Circular Patternin käyttöä esimerkki kappaleen kohdalla(kuva 39 lähtien).

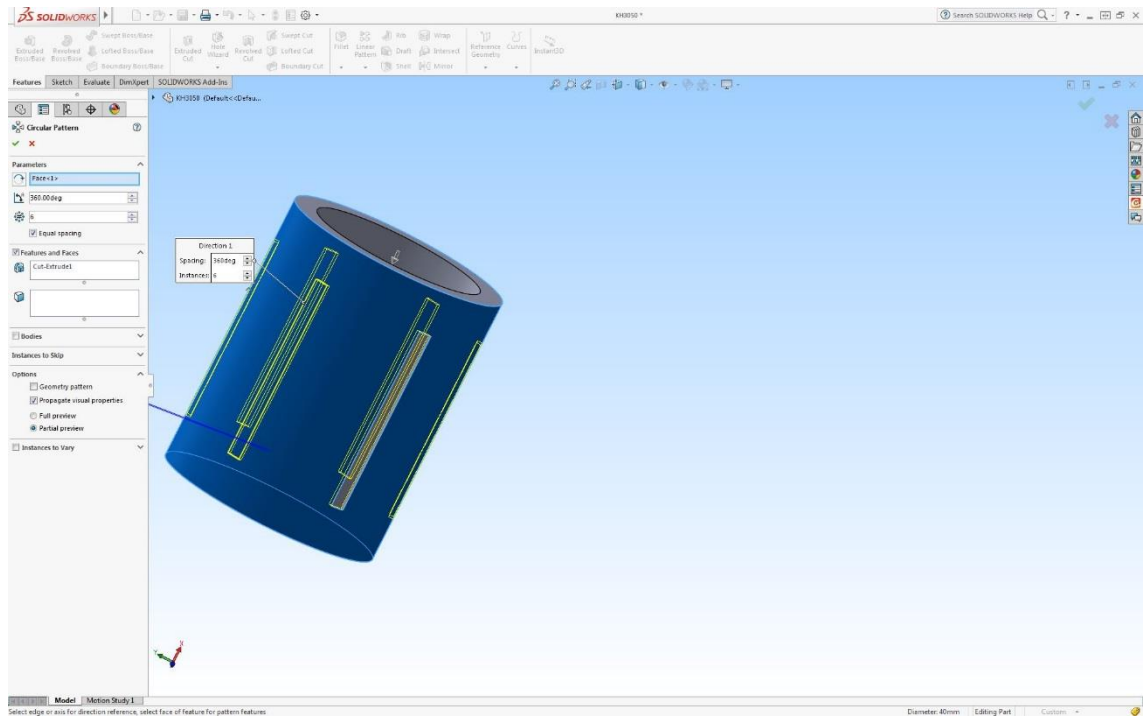


Kuva 38 Piirteiden supistaminen.

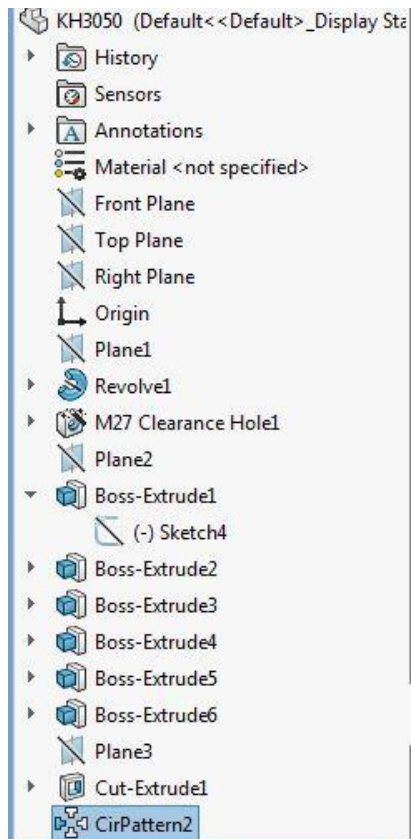


Kuva 39 Circular Pattern.

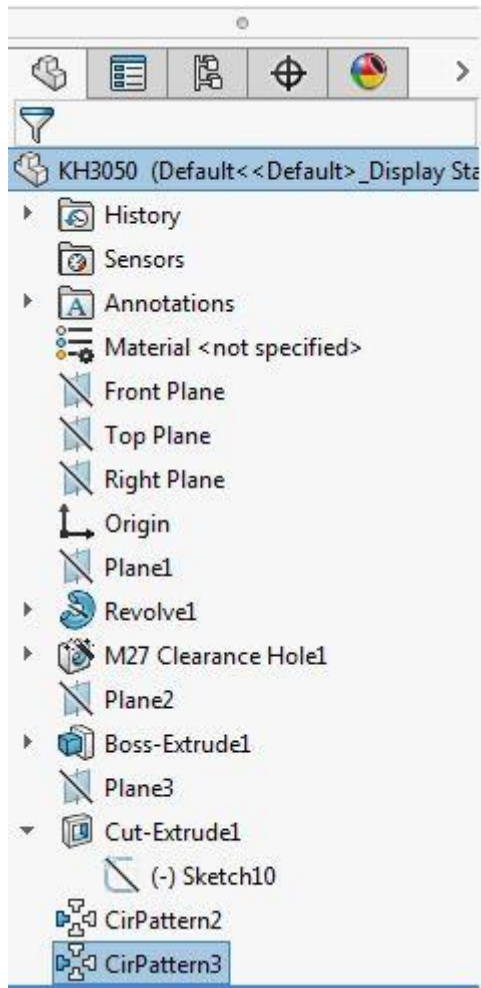




Kuva 40 Circular Pattern 2.



Kuva 41 Circular Pattern piirrepuussa.



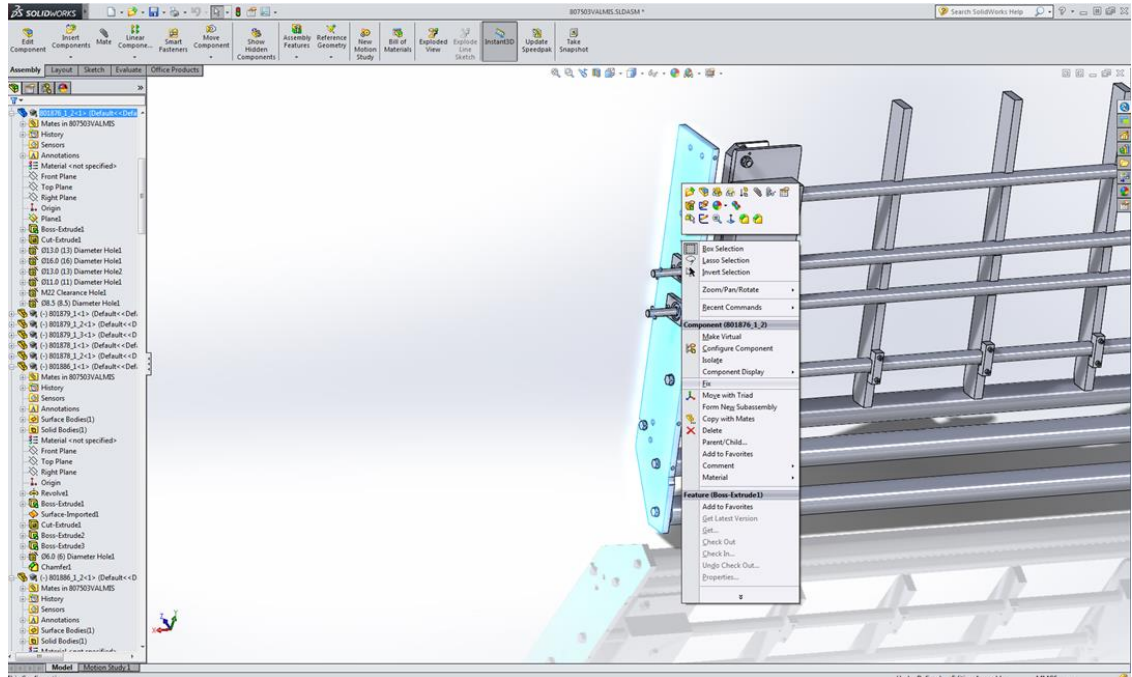
Kuva 42 Circular Pattern piirrepuussa 2.

#### 4.5 Kappaleen origoon siirtäminen

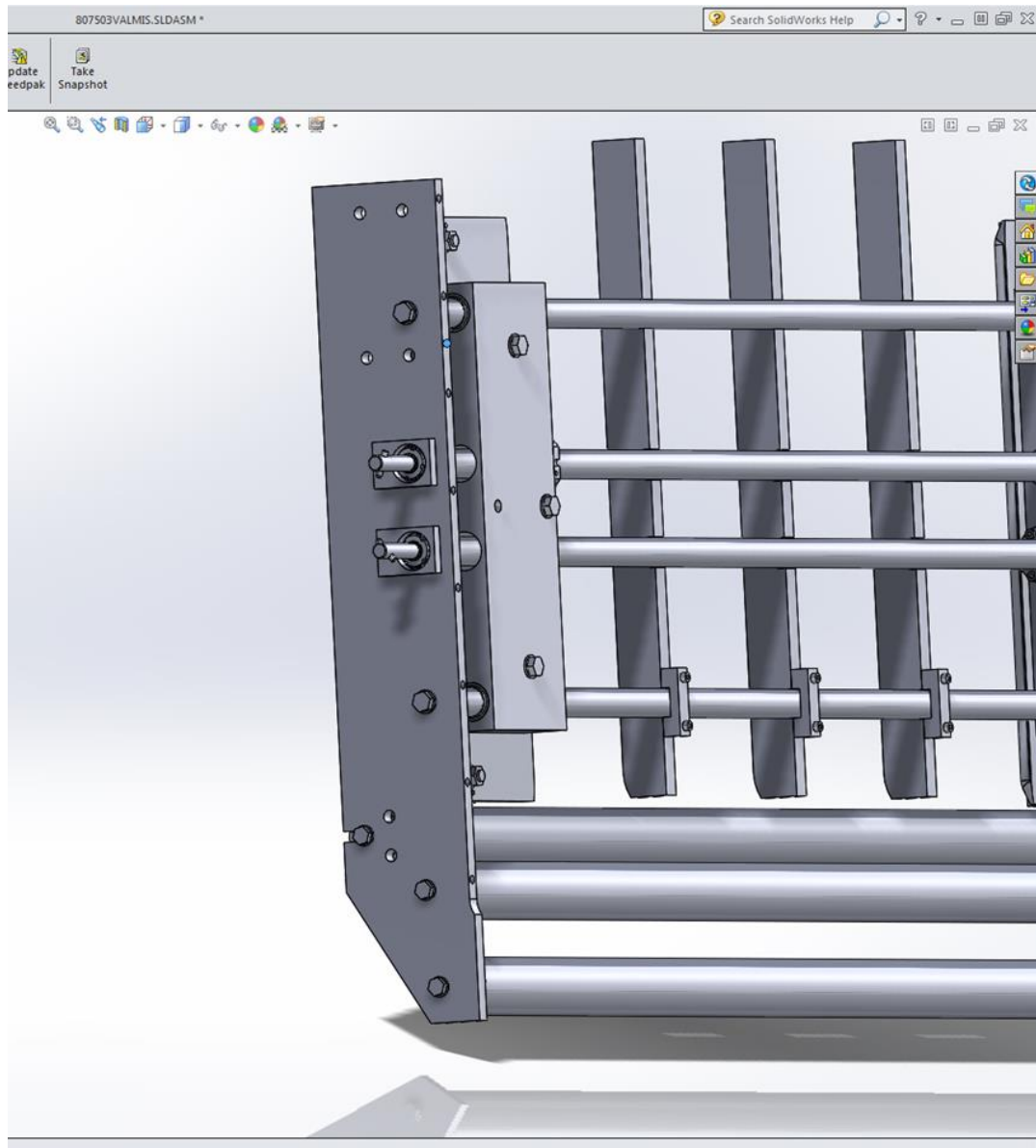
Origoon siirtoja joudutaan tekemään tiedostokonversioiden yhteydessä, kun nähdään se tarpeelliseksi esimerkiksi kiinnityksiä (matet) tehdessä. Kokoonpanoja siirrettäessä Vertexistä SolidWorksiin, kokoonpano on origoon nähden eri paikassa SolidWorks-ohjelmassa kuin missä se oli Vertex-ohjelmassa. Osien origot ovat kytköksissä kokoonpanon origoon, joten osia siirrettäessä halutusta kohdasta origoon myös osien paikka kokoonpanossa muuttuu. Tämän takia osa on tärkeä kiinnittää toiseen osaan ennen osan siirtämistä haluttuun origoon.

Kappaleen origoon siirtäminen halutusta kohdasta on järkevää, jotta kappaleen kiinnitys pääkokoonpanoon helpottuu. Origoon siirtäminen halutusta kohdasta kappaletta helpottaa myös kappaleiden mahdollisissa muutos vaiheissa, kun tehdään muutoksia kappaleeseen.

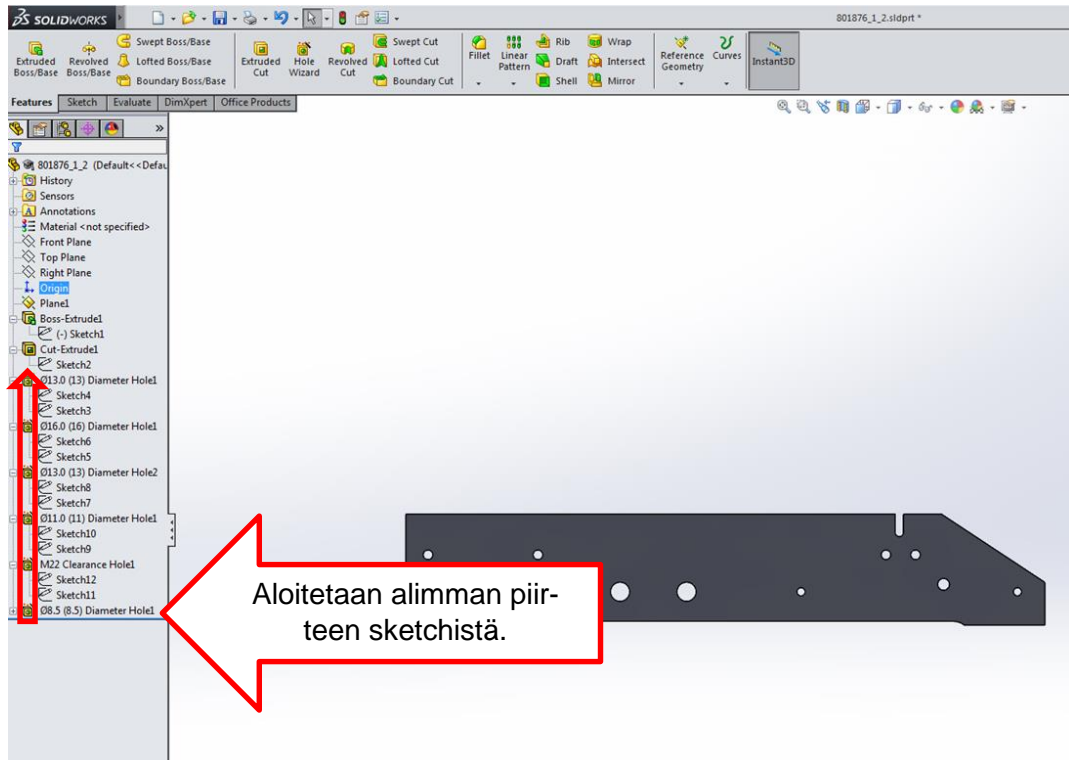
leen mittoihin. Origoon siirroissa täytyy ottaa huomioon, osa on kiinnitetty(mate) pääkokoanpanossa. Kiinnitykset tapahtuvat kappaleen pinnoista. Origoon siirrot onnistuvat kun kappaleen piirteet ovat mitoitettuna. Mitoitus tapahtuu alhaalta ylöspäin järjestyksessä piirrepuussa(ks. tarkemmin luku 4.4). Mitoitetun kappaleen ensimmäisen piirteen sketchin kautta pääset siirtämään kappaletta halutusta kohdasta origoon.



Kuva 43 Origoon vaihdoksen aloitus.

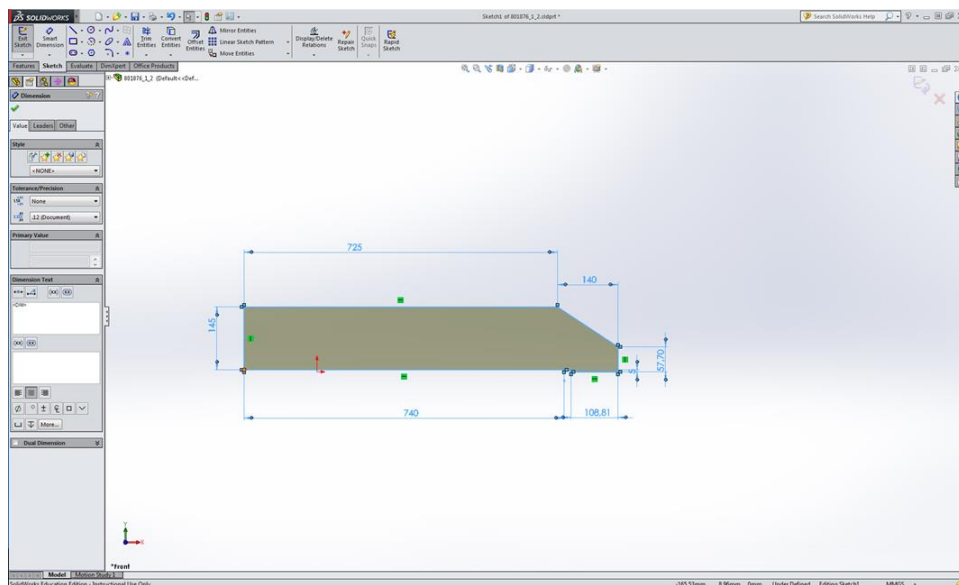


Kuva 44 Origo on väärässä paikassa.

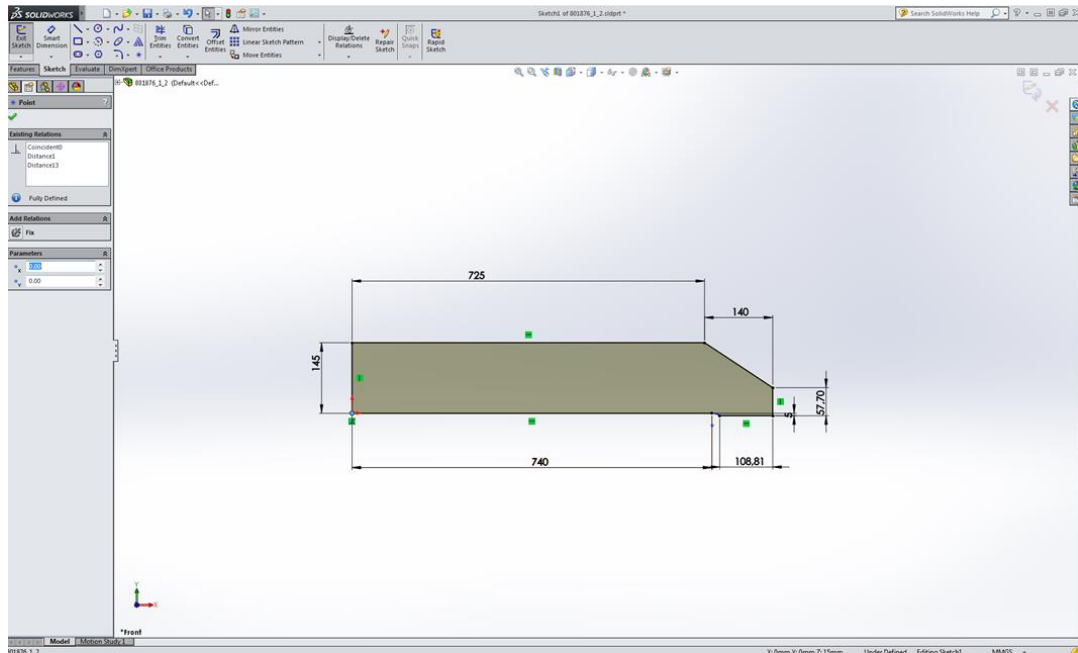


Kuva 45 Etenemisjärjestys.

Piirrepuun ylimmän piirteen sketchin mitoituksen jälkeen päästään muuttamaan origon paikkaa. Aloitetaan(kuva 47) maalaamalla koko kappaleen aktiiviseksi. Tämän jälkeen(kuva 48) otetaan kappaleesta kiinni haluamasta reunapisteestä pitämällä vasenta hiiren korvaa pohjassa ja raahataan kappale valitusta pisteestä origoon.



Kuva 46 Ylimmän piirteen sketch.

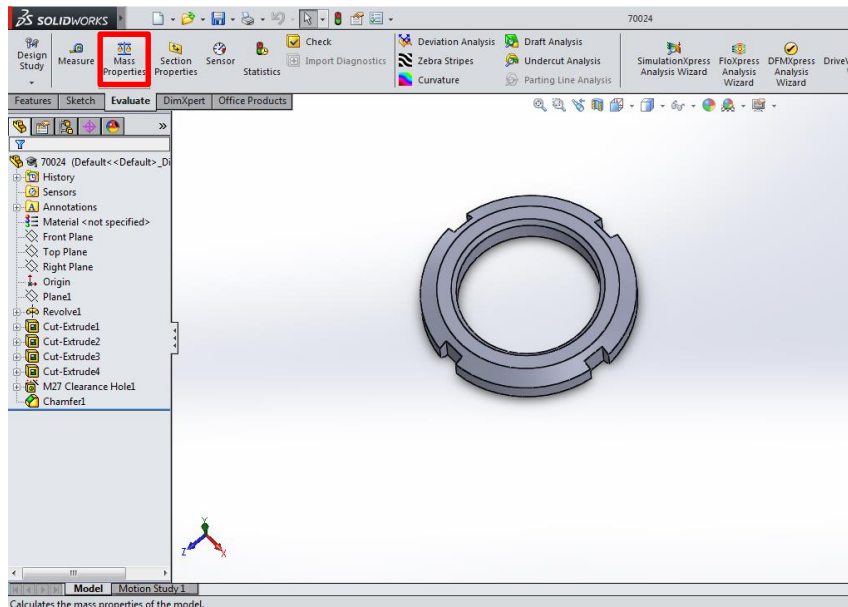


Kuva 47 Kappale siirrettynä origoon.

Tallennetaan kappale haluttujen muutosten jälkeen ja päivitetään kokoonpanoon rebuildilla kokoonpanotilassa.

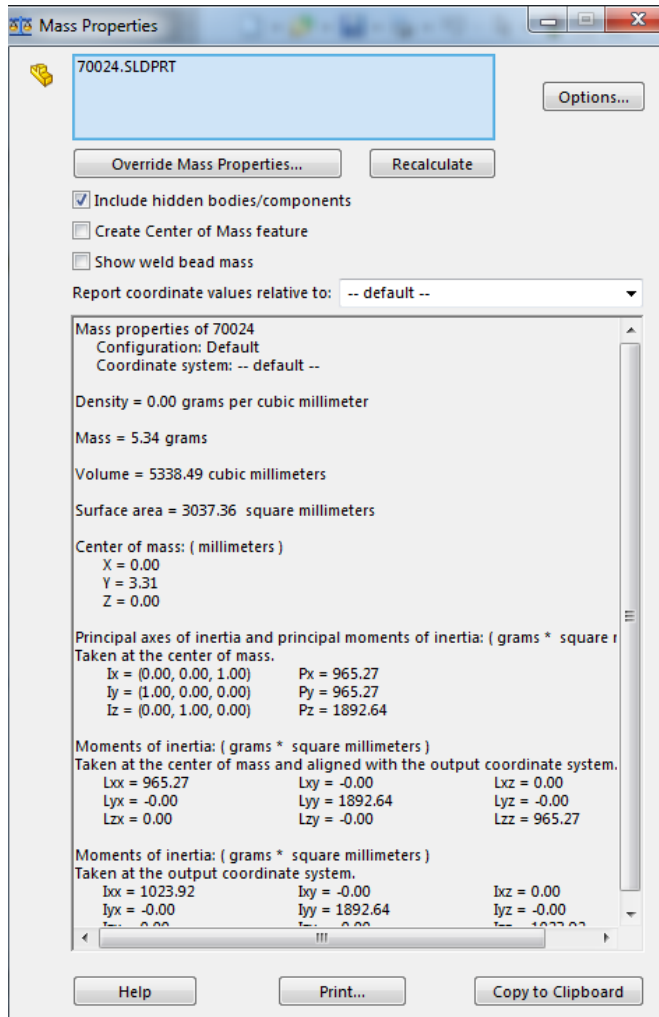
#### 4.6 Kappaleen tilavuuden ja massan tarkastus

Kappaleeseen tuotavien piirteiden tuonnin yhteydessä suunnittelijan tulee tarkastaa kappaleen tilavuus sekä massa, jotta voidaan varmistua kappaleen olevan yhtenäinen ”todellinen” kappale eikä vain ”kasa” piirteitä. Tämä voidaan tehdä SolidWorksin yläriivin työkaluvalikosta (Tools) löytyvällä Mass Properties- työkalulla tai vaihtoehtoisesti Evaluate-valikosta (kuva49).



Kuva 48 Mass Properties Evaluate-valikosta.

Esimerkki kappaleella(kuva 50) näkyy massa mass- kohdassa ja tilavuus volume- kohdassa eli kappale voidaan tulkita ”oikeaksi” kappaleeksi. Kun kappaleella ei ole massaa tai tilavuutta, suunnittelija ajaa Import Diagnostics- tai Check-työkalun, jotta nähdään mahdolliset virheet rajapinnoissa. Suunnittelija voi ajaa myös FeatureWorks- työkalun piirteiden tuomiseksi tai uudelleen tuomiseksi. Kun minkään edellä mainitun työkalun ajaminen ei auta niin suunnittelijan tulee mallintaa kappale uudestaan. Yleensä näissä tapauksissa pinnoissa on jokin virhe tai aukko, mitä ei voida korjata automaattisesti vaan korjaus tulee tehdä manuaalisesti uudelleen mallintamalla virheellinen piirre tai täyttämällä aukko.

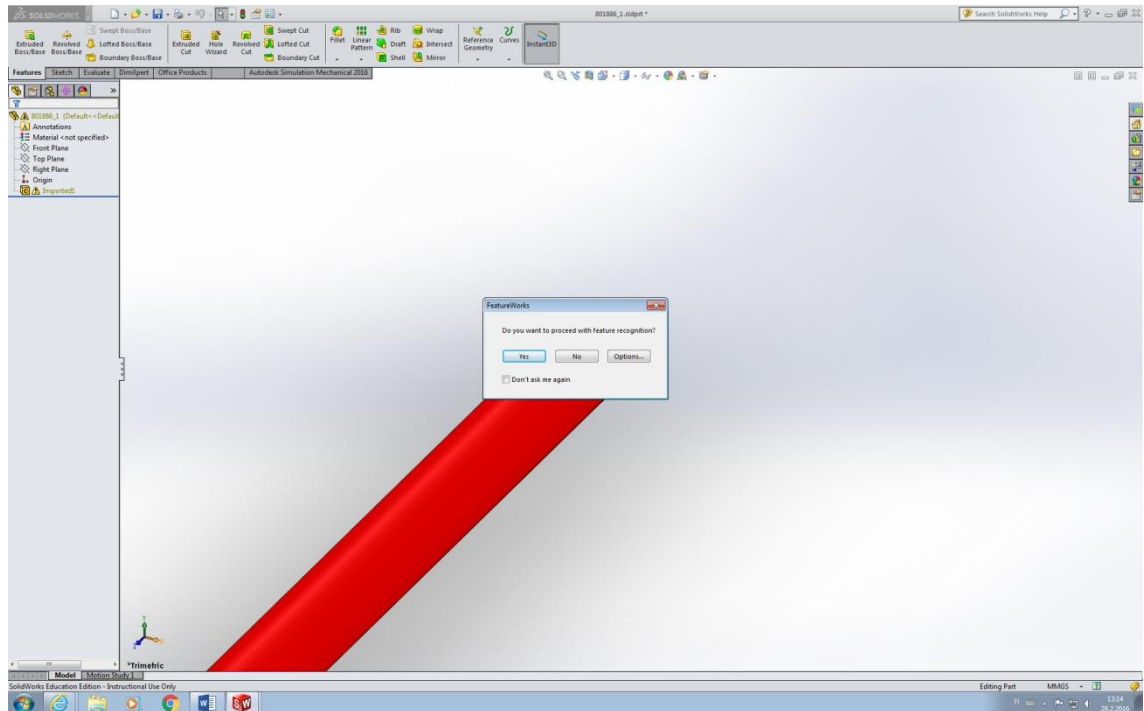


Kuva 49 Mass Properties - Sisältö.

#### 4.7 Virheellisten rajapintojen korjaus

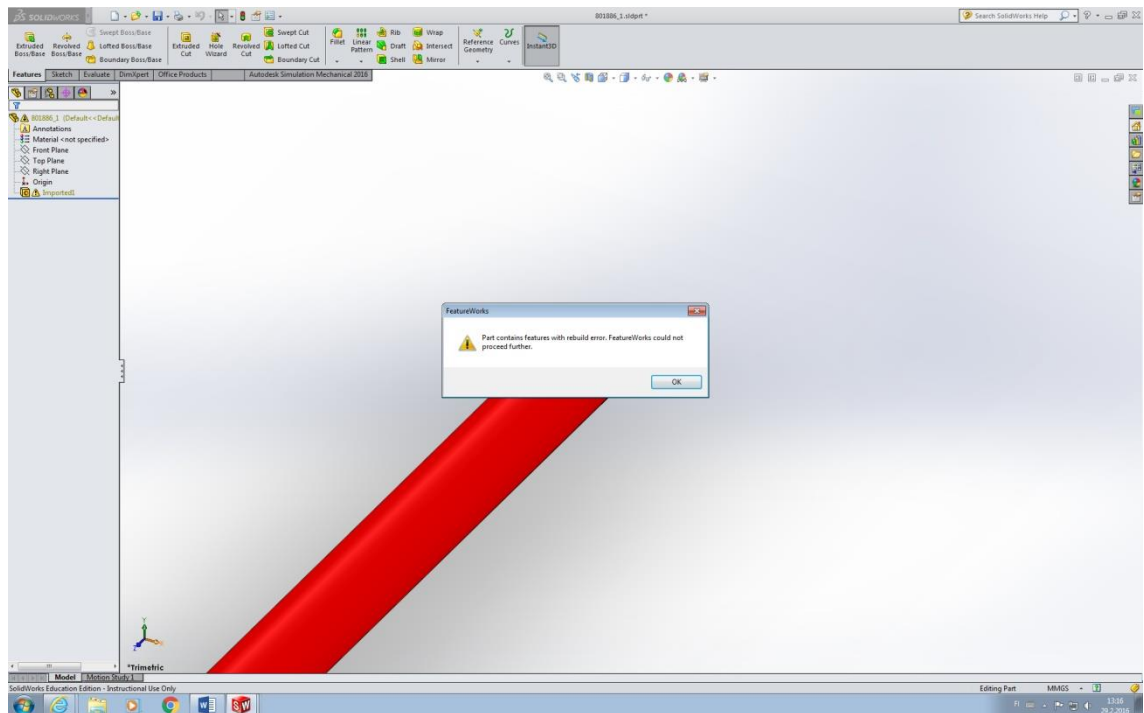
Virheelliset alikokoonpanot ja osat nähdään osaluettelossa huutomerkki tiedostonimen edellä. Virheet ovat yleensä rajapinnoissa ja nämä voidaan yrittää poistaa Import Diagnostics-työkalun avulla. Virheellistä osaa avatessa SolidWorks kysyy halutaanko avata piirteiden tunnistus kappaleeseen(kuva 51). Voidaan tässä vaiheessa toimia samalla tavalla kuin edellä olleessa luvussa(ks. luku 4.3) piirteiden tunnistamisen osalta, vaikka piirteitä ei voidakaan vielä tunnistaa, koska kappaleessa on virheitä rajapinnoissa.





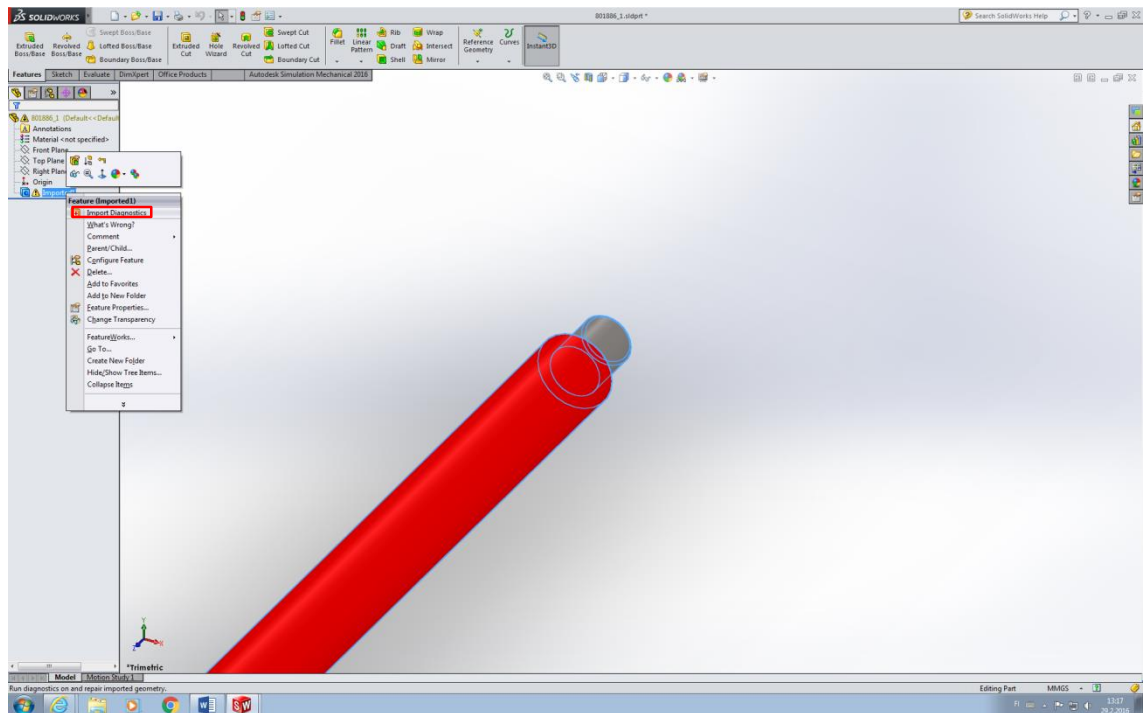
Kuva 50 Virheellinen osa.

FeatureWorks ilmoittaa virheellisissä osissa, ettei se pysty etenemään piirteiden tunnistamisen osalta ennen kuin virheet on korjattu (kuva 52).



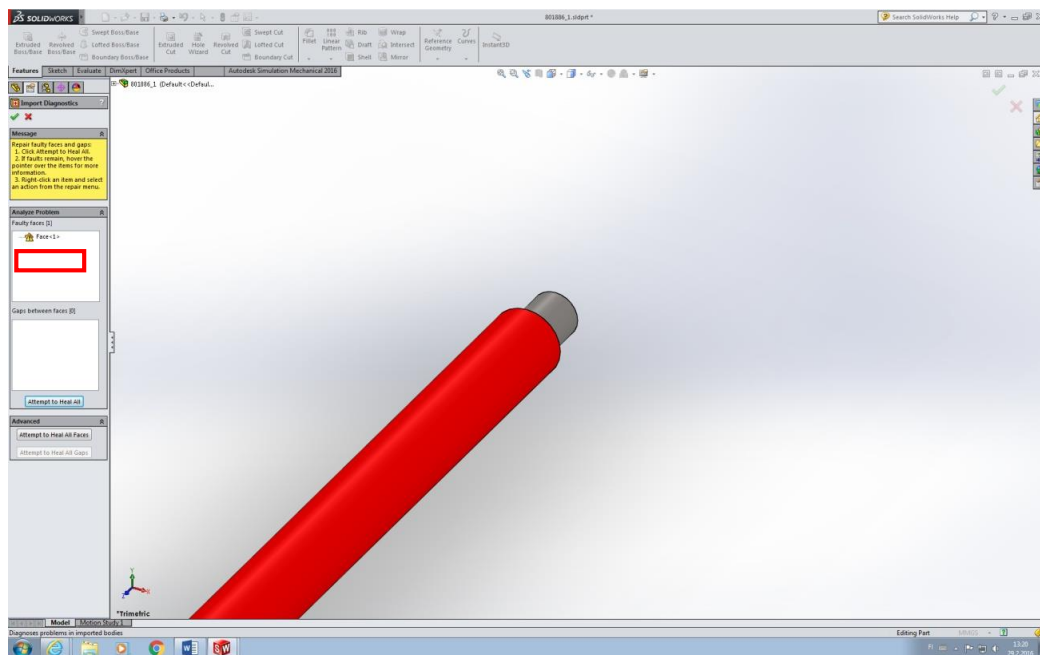
Kuva 51 FeatureWorks ei voi tunnistaa piirteitä.

Suunnittelija klikkaa virheellistä piirrettä oikealla hiirenkorvalla ja avaa Imported Diagnostics-työkalun valintaluettelosta(kuva 53).



Kuva 52 Import Diagnostics

Kappaleessa olevat virheet näkyvät faulty faces-kohdassa(kuva 54). Kyseisessä kappaleessa on yksi virhe.



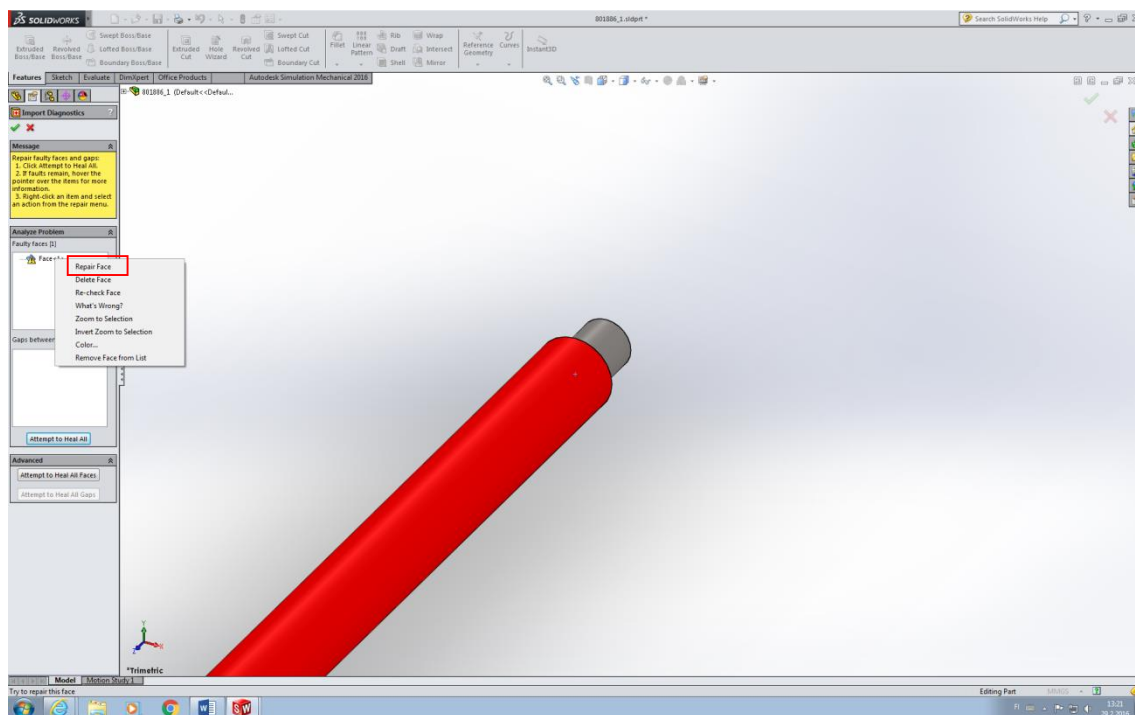
Kuva 53 Kappaleen virheet.

Klikkaamalla virheellistä pintaa oikealla hiiren korvalla saadaan näkyviin valikko, jota kautta päästään korjaus-valikkoon(kuva 55).

Repair Face-kohdasta klikkaamalla vasemmalla hiiren korvalla saadaan suoritettua SolidWorksin automaattinen korjausyritys (voidaan suorittaa myös kuvassa(kuva 55) näkyvällä Attempt Heal All-painikkeella). Pintojen korjaus tulee aloittaa ensin testaamalla automaattista korjausta. Tällöin vältetään turhalta työltä, mikäli SolidWorks pystyy korjaamaan pinnan automaattisesti.

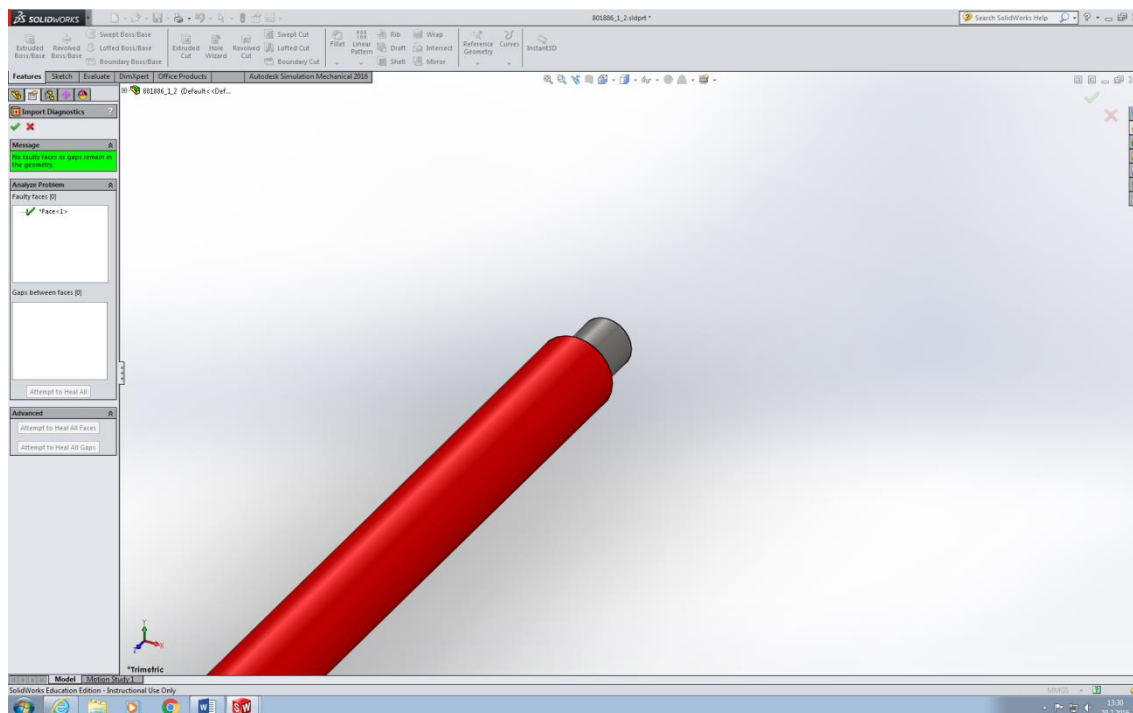
Delete Face-komentoa voidaan käyttää kun automaattinen korjaus ei onnistu ja joudutaan mallintamaan rajapinta uudelleen.

Re-check Face-komennon avulla voidaan tarkistaa pinta uudelleen.



Kuva 54 Repair face.

Korjauksen onnistuessa Import Diagnostics ilmoittaa, ettei kappaleessa ole enää virheellisiä pintoja tai aukkoja(kuva 56).



Kuva 55 Onnistunut pinnan korjaus.

Onnistuneen korjauksen jälkeen tallennetaan kappale. Pinnan korjauksen jälkeen voidaan edellä olleen luvun(ks. luku 4.3) piirteiden tunnistuksen mukaisesti.

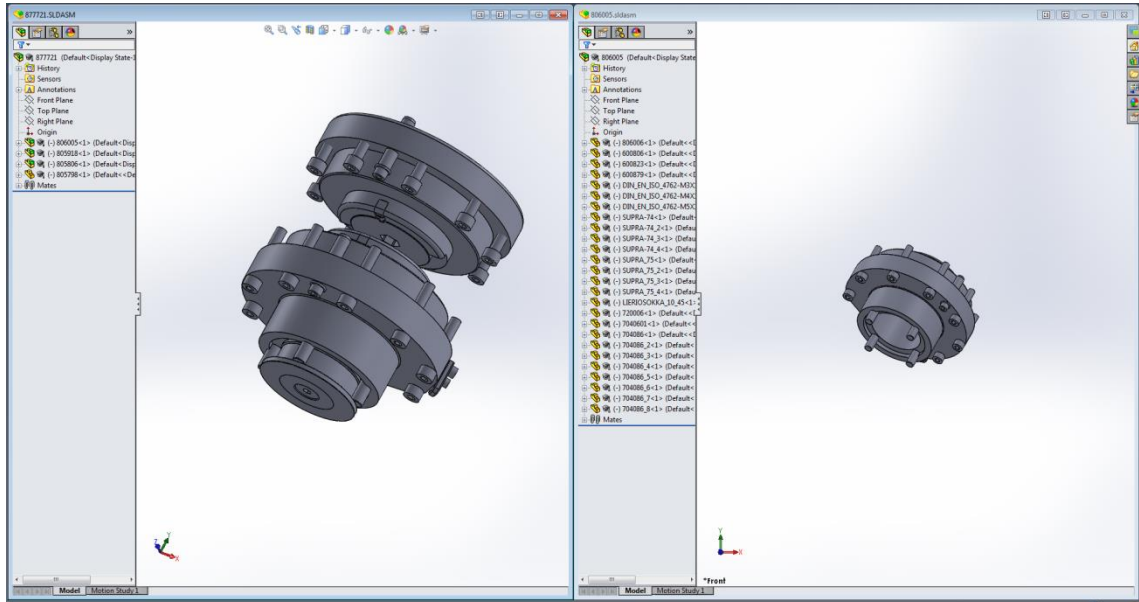
#### 4.8 Kappaleiden välisten kiinnitysten määrittäminen

Kiinnitykset tehdään Mate-työkalun avulla. Kiinnityksien määrittäminen aloitetaan jädymällä(fix) kokoonpano. Kiinnityksiä tehdään siirtämällä kiinnitettävä osa fix-tilasta float -tilaan, jolloin osaa voidaan taas liikutella vapaasti. Tämän jälkeen kiinnitetään osa haluttuun pintaan Mate-työkalun avulla. Kiinnityksien määrittämisen yhteydessä on hyvä ottaa huomioon osien omat origoon siirrot, joita on järkevää tehdä silloin kun kappale on kiinnitettynä, jottei se vaihda paikkaa myös sen pääkokoonpanossa.

#### 4.9 Alikokoonpanot

Alikokoonpanojen piirteiden ja pintojen tunnistaminen tulee tehdä omassa ikkunassaan. Alikokoonpanojen omalla ikkunalla tarkoitetaan, että pääkokoonpanon ollessa auki avataan alikokoonpano omaan ikkunaan ja käydään sen sisältämät osat läpi sen omassa

ikkunassa, jonka jälkeen alikokoonpano tallennetaan ja päivitetään muutokset pääkokoonpanoon. Seuraava kuva(kuva 57) havainnollistaa näkymää miten alikokoonpanoja hallitaan jakautuneessa ruudussa, jossa molemmat pääkokoonpano sekä alikokoonpano ovat auki omissa ikkunoissaan.

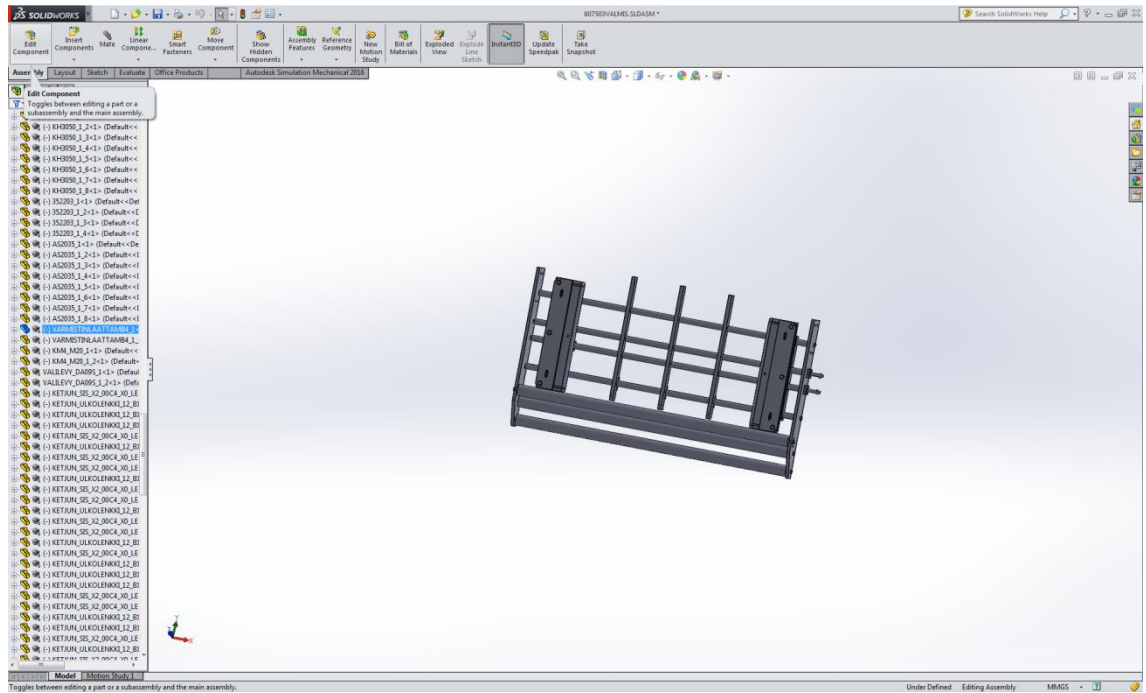


Kuva 56 Alikokoonpanojen hallinta.

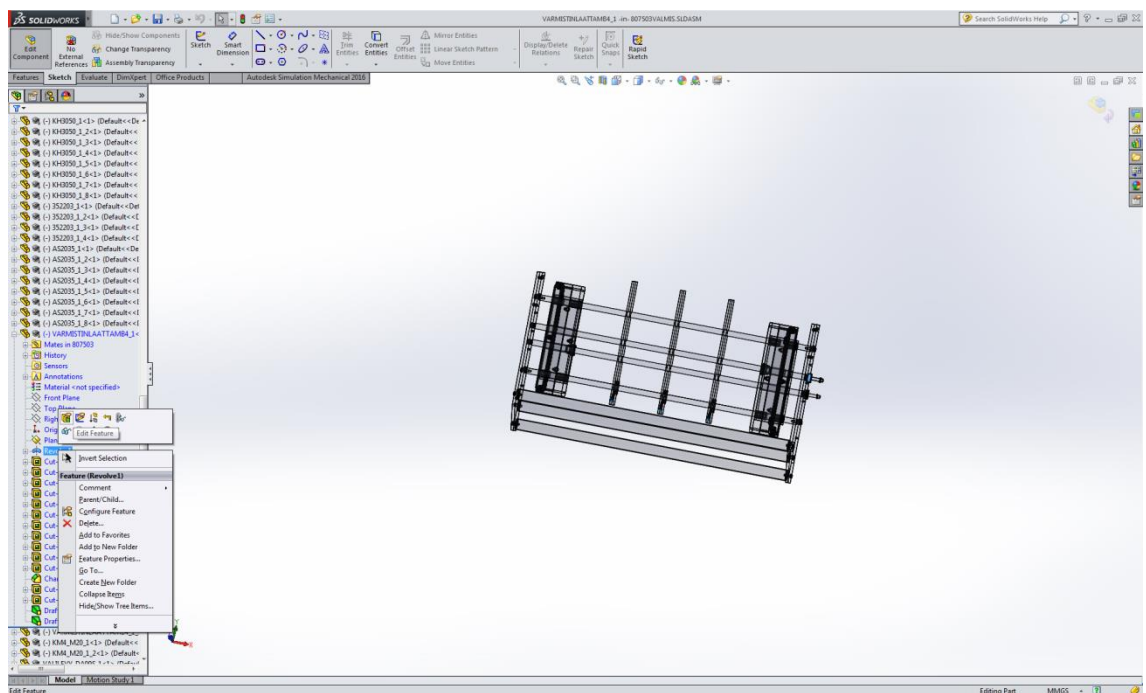
Alikokoonpanojen kiinnitykset(matet) voidaan tehdä niin ikään omassa ikkunassaan, jos nähdään niiden olevan näin ollen helpommin kiinnitettävissä itse pääkokoonpanoon. Kun tarvittavat toimenpiteet on tehty, tallennetaan alikokoonpano ja päivitetään pääkokoonpano.

#### 4.10 Muutoksien hallinta

Valmiiseen kokoonpanoon tehdyt muutokset voidaan tehdä Edit Component-painikkeella ylätyökalariviltä(kuva 58) tai Edit Part-painikkeella(kuva 59) piirrepuusta. Tämän jälkeen valitaan Edit Feature-painike piirrepuusta, jonka kautta päästään haluttuun piirteeseen käsiksi. Muutoksien edellytyksenä on, että kappaleen kiinnitykset(matet) ovat määritettyinä.



Kuva 57 Edit Component.

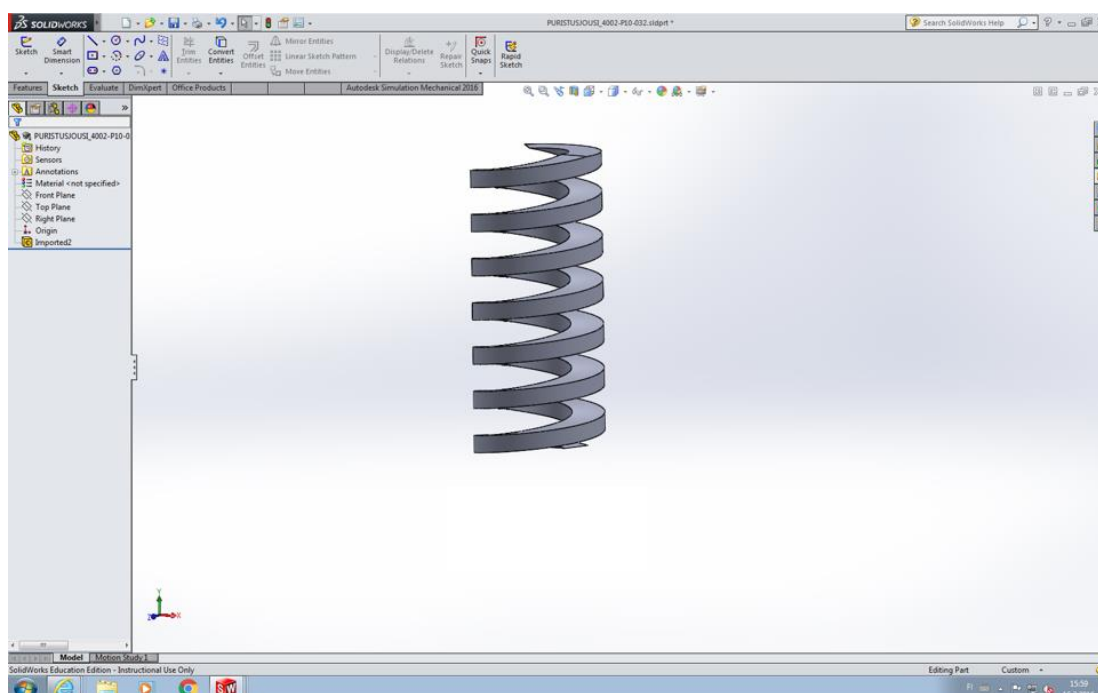


Kuva 58 Edit Feature.

#### 4.11 Kokonaan uudelleen mallinnus

Ajoittain suunnittelija joutuu tekemään päätöksiä onko kokoonpano tai yksittäinen osa järkevämpi mallintaa uudelleen. Uudelleen mallintamisen tarve voi tulla kun halutaan tehdä muutoksia sellaiseen kappaleeseen, jonka piirteitä ei ole saatu tuotua näkyviin vaan piirteet näkyvät Imported-nimellä piirrepuussa.

Tällaisia kappaleita ovat monimutkaisia piirteitä sisältävät kokoonpanojen tai alikokoonpanojen osat. Monimutkaiset piirteet ovat yleensä toisiinsa nähden risteäviä piirteitä, joita ohjelma ei pysty tunnistamaan. Osien piirteiden tunnistaminen ei onnistu sekä osan kiinnityksien(matet) hyödyntäminen ei onnistu toivotulla tavalla. Toisesta ohjelmasta tuotujen tiedostojen piirrostasot sekä origo ovat monissa osissa sekaisin, joten näitä ei voida hyödyntää liitännäisiä tehdessä halutulla tavalla. Täten kannattaa mallintaa kappale uudelleen, jotta kappale saadaan mallinnettua halutulle piirrostasolle.

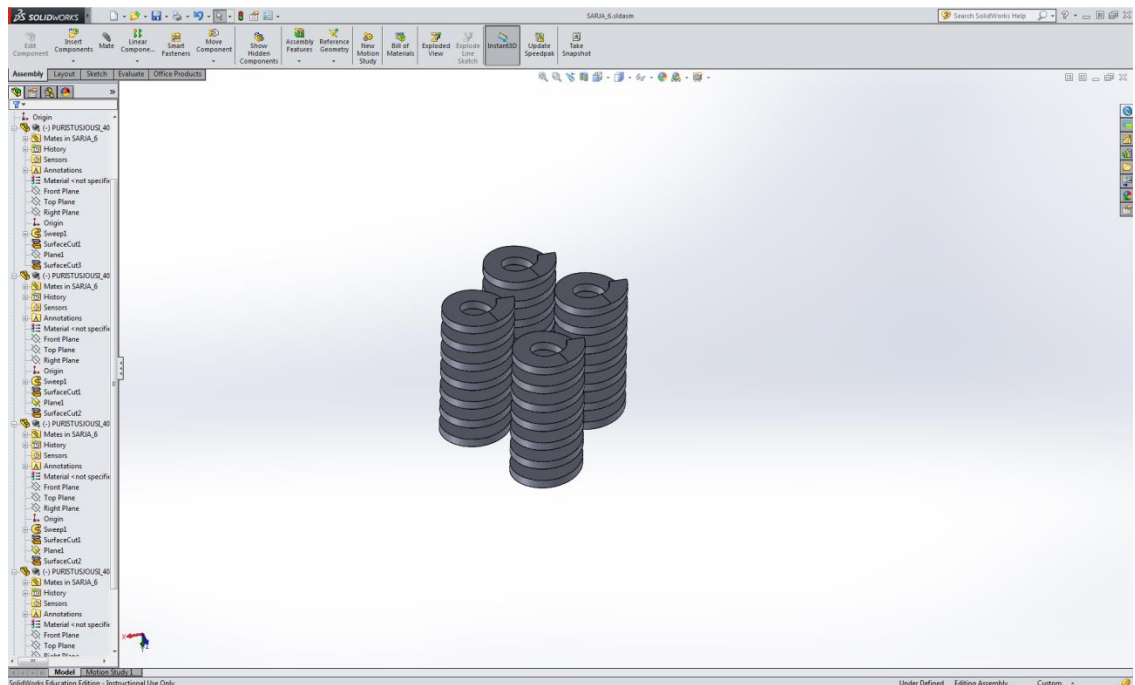


Kuva 59 Puristusjousi.

Uudelleen mallinnettavissa osissa tulee tarkistaa mallinnettavan osan mitat Measure-työkalun avulla SolidWorksin tools- valikosta. Kun uudelleen mallinnettavia osia on kokonainen sarja, jotka liittyvät yhteen kokoonpanoon, tehtyjä mitoituksia Sketch- pohjalle



voidaan kopioida seuraavaa osaa mallinnettaessa. Samankaltaisten osien mallintaminen nopeutuu tällöin oleellisesti. Kyseiset puristusjouset(kuva 60) liittyvät alikokoonpanona pääkokoonpanoon, joten myös alikokoonpanojen kiinnitykset voidaan tarvittaessa asettaa alikokoonpanossa. Kun puristusjousien alikokoonpanon kiinnitykset ovat valmiina, alikokoonpano tallennetaan ja päivitetään pääkokoonpanoon. Puristusjouset toimivat tällaisen tilanteen esimerkkinä eli tilanteen, jossa osan muodot ovat liian monimutkaisia ohjelmalle tunnistettaviksi. Todellisuudessa Samesorilla kyseiset puristusjouset ovat ostokomponentteja, jotka lisätään PDM-järjestelmästä niitä tarvitsevaan kokoonpanoon.



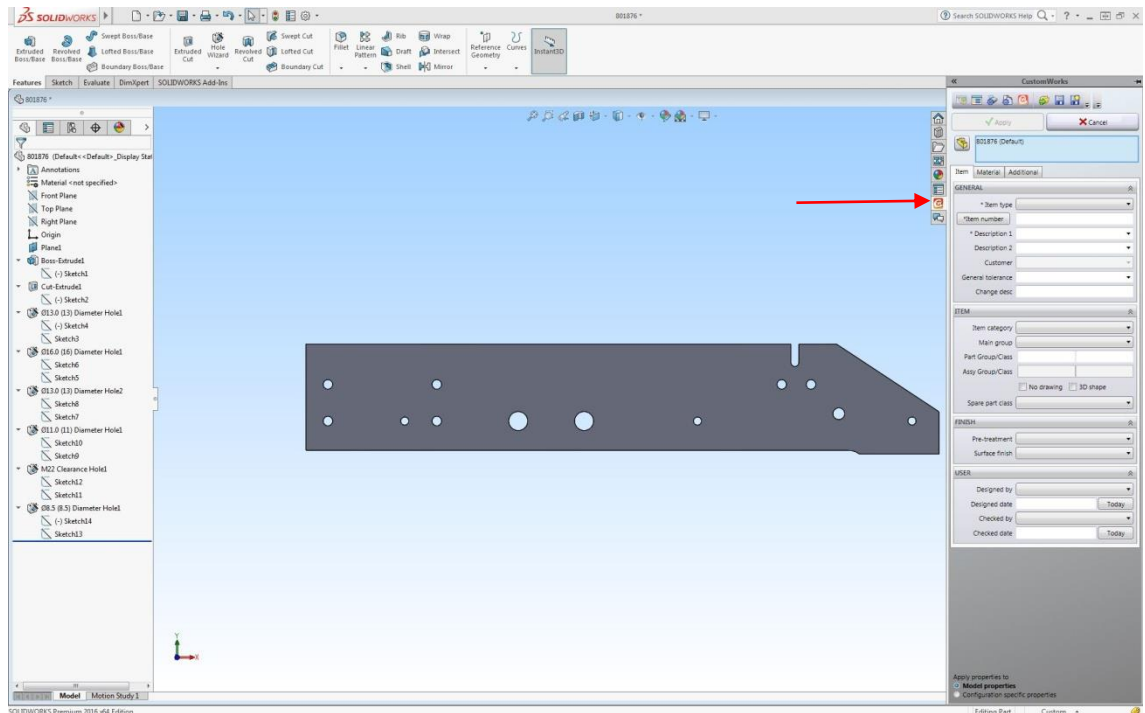
Kuva 60 Puristusjousien kokoonpano.

Uudelleen mallintamisen tarve voi tulla myös kokoonpanokohtaisesti esille kun suunnittelija valitsee omasta näkökulmastaan hänelle nopeimman tavan toimia. Valintana on, joko mallintaa kokoonpano kokonaan uudelleen SolidWorksiin Vertex-mallin pohjalta tai tuoda kokoonpano konversioprosessin avulla SolidWorksiin. Valintaan vaikuttaa kokoonpanon laajuus sekä kokoonpanoon kiinnitettävien osien löytyminen jo ennestään PDM-järjestelmästä.



#### 4.12 Attribuuttitietojen lisääminen

Toiminta ympäristönä toimii Samesorille räätälöity SolidWorksin CustomWorks-työkalu. Attribuuttitiedot lisätään SolidWorksiin integroidun CustomWorks-työkalun (kuva 62) avulla. Tietojen lisäys tapahtuu manuaalisesti, sillä tietoja ei pystytä tuomaan automaattisesti Vertex- ympäristöstä SolidWorksiin.



Kuva 61 CustomWorks näkymä.

CustomWorks-työkalun avulla tuotteelle lisätään tuotekohtaisia tietoja (kuva 63). Tuotteen yleistietoja ovat muun muassa tuotetyyppi, tuotenumero, kuvaus tuotteesta sekä asiakas. Tuotetietoihin lisätään valmistetaanko tuote itse vai onko kyseessä ostokomponentti. Pääryhmä kuvaa kokonaisuutta mihin tuote liittyy esimerkiksi valintana projektimuoduli. Käyttäjätietoihin lisätään milloin tuote on tehty ja kuka sen on tehnyt. Tässä kohtaa on tärkeää tarkistaa kokoonpanoihin liittyvistä dokumenteista kuten pdf-tiedostoista tuotteen alkuperäinen tekijä ja tekoaika, kuin myös tuotteen tarkastaja ja tarkastuspäivämäärä.

CustomWorks

Apply Cancel

801876 (Default)

Item Material Additional

GENERAL

\* Item type

\* Item number 801876

\* Description 1 Levy

Description 2

Customer

General tolerance

Change desc

ITEM

Item category Manufactured

Main group Project module

Part Group/Class

Assy Group/Class

No drawing  3D shape

Spare part class

FINISH

Pre-treatment

Surface finish

USER

Designed by MSa

Designed date 2004-09-03 Today

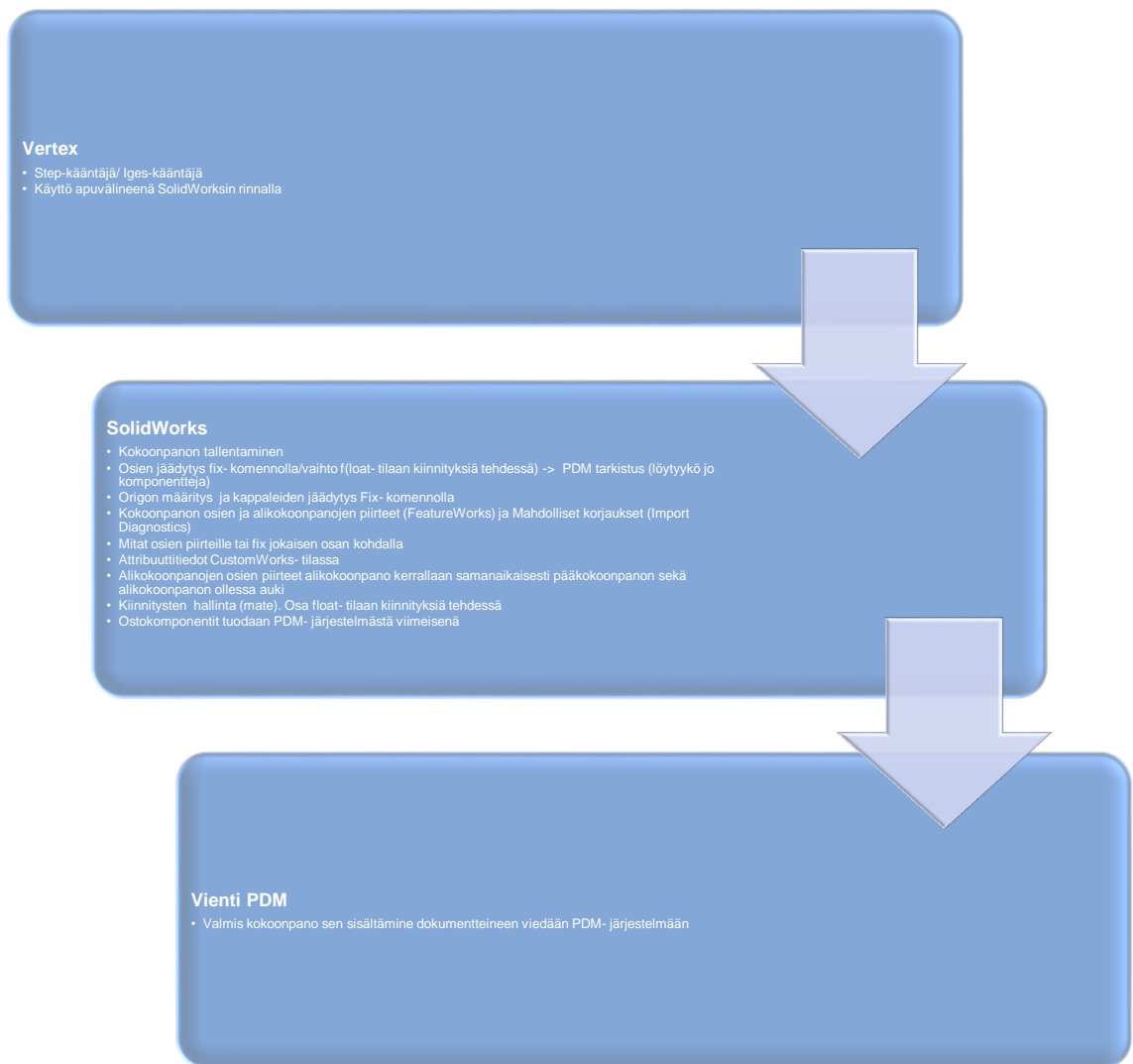
Checked by

Checked date Today

Kuva 62 Osaan lisättyjä tietoja.

#### 4.13 Vienti PDM- järjestelmään sekä ostokomponentit

Lopuksi kokoonpanon ollessa valmis se vietään SolidWorksin omaan ePDM -järjestelmään yhtenä kokonaisuutena, joka sisältää muun muassa itse kokoonpanon, tuotekoh- taiset tiedot, pdf-dokumentin ja mahdolliset piirustukset. Itse työhön PDM-järjestelmän toiminnot eivät sisälly muuta kuin mainintana, jotta konversioiden lopullinen vaihe tulee esille. Tiedostokonversioiden yhteenveto(kuvio 1) havainnollistaa tiedostokonversiopro- sessia kokonaisuudessaan.



Kuvio 1 Tiedostokonversioiden yhteenveto.

Vertexistä tuodun mallin ostokomponentit, kuten ruuvit ja mutterit korvataan hyödyntäen SolidWorksin ePDM-tuotetietokantaa. Ajatuksena on tuoda PDM-järjestelmästä ostokomponentti Vertexistä tuodun Imported-mallin päälle ilman replace-komentoa. Ostokomponentti tuodaan Imported-mallin päälle ja kiinnitetään(mate) paikoilleen. Kiinnityksien jälkeen alle jäänyt Imported-malli voidaan poistaa.

## 5 TUOTETIEDOT

Työssä tuotetietojen osalta keskityttiin lähinnä attribuuttitietoihin Samesorille räätälöidyn CustomWorks- tilan kautta. Tuotetietojen osalta sivutaan PDM- tuotetiedonhallintajärjestelmää.

### 5.1 Yleistä tuotetiedon hallinnasta

Tuotetietoa pyritään hallitsemaan yrityksen sisällä PDM-järjestelmän avulla. Samesorilla tuotetiedon hallintaan tullaan käyttämään SolidWorksin mahdollistamaa ePDM- järjestelmää. PDM- lyhenne tulee sanoista Product Data Management eli tuotetiedon hallinta. Tuotetiedon hallinta on iso kokonaisuus osana tuotekehitystä. PDM- järjestelmän avulla yrityksissä pyritään hallitsemaan tuotteen kokonaisrakennetta sen elinkaaren aikana. Kokonaisrakennetta pyritään hallitsemaan, jotta sen rakennekokonaisuus pysyisi mahdollisimman selkeästi löydettävissä ja hallinnallisesti tavoitettavissa. PDM- järjestelmässä tuotteista löydettävät tiedot voivat kattaa esimerkiksi 3D-mallin, piirustukset, tuotanto-ohjeet, työstö-ohjelmat, osaluettelot ja muut mahdolliset tutkimustulokset. Tuoterakenteiden ja tuotetietojen lisäksi PDM- järjestelmästä löytyy työnkulun ja prosessin hallinnan ominaisuus, joka mahdollistaa tuotteen suunnittelun vaiheiden seurannan.

### 5.2 Attribuuttitiedot

Tuotetiedoilla tarkoitetaan yleensä sellaista ei-geometrista tietoa, joka tuotteeseen liittyen syntyy tai kytketään siihen tuotteen elinkaaren aikana. Varsinkin isoissa yrityksissä tällaiset tietomäärät ovat huomattavia eikä niiden hallinta onnistu ilman tätä tarkoitusta varten erikseen rakennettuja ohjelmistoja. (Hietikko 2012, 104.)

Tuotetietoja voidaan tallentaa CAD-dokumentteihin ns. attribuuttitietojen muodossa. Attribuutit tallentuvat dokumentin mukana ja niitä voidaan tarkastella ja muokata dokumentin kaikissa elinkaaren vaiheissa. Ne voidaan myös kytkeä PDM- ja ERP-järjestelmiin hyödynnettäviksi erilaisissa nimiketiedoissa, raporteissa ja hauissa. (Hietikko 2012, 104.)

Työssä attribuuttitietoja tarkasteltiin lähinnä SolidWorksin sisältämän CustomWorks-tilan avulla(ks. tarkemmin luku 4.12). Samesorille räätälöidyssä CustomWorks-tilassa hallittaviin tietoihin kuuluvat muun muassa tuotetyyppi, -numero, -kuvaus, -kategoria. Tietoihin lisätään myös asiakas sekä ryhmittely, mihin kokonaisuuteen kyseinen tuote kuuluu. Suunnittelijan tiedoista lisätään tiedot kuka tuotteen on suunnitellut ja kuka sen on tarkistanut.

Attribuuttitietoja voidaan hallita joko piirustus- tai osakohtaisesti. Kokoonpanopiirustusten yhteydessä oleviin osaluetteloihin tiedot kerätään suoraan osien tiedoista, joten sellainen informaatio joka halutaan näkyviin osaluettelossa, on tallennettava osaan. Tätä informaatiota voidaan osin hyödyntää myös osa- ja kokoonpanopiirustusten otsikkoalueissa. (Hietikko 2009, 108.)

### **Attribuuttitietojen siirron ongelmakohdat itse työssä**

Itse työssä ongelmakohdat kohdistuvat attribuuttitietojen siirtymiseen suunnitteluohjelmasta toiseen. Suunnittelutyön näkökulmasta olisi ajankäytöllisesti tehokkaampaa, jos edellisellä suunnitteluohjelmalla luodut attribuuttitiedot linkittyisivät uuteen ohjelmaan. Näin ei kuitenkaan tapahdu, minkä vuoksi attribuuttitiedot joudutaan siirtämään tuotteeseen manuaalisesti SW:n CustomWorks-tilassa.

## 6 HAASTEET TIEDOSTOKONVERSSIOISSA

Tiedostomuodon valintaan kohdistuvina haasteina ovat tilanne-, kappale- sekä ohjelma-kohtaiset haasteet. Tiedostomuodon valinnan perusteina voi useissa tilanteissa olla jo pelkästään tiettyjen tiedostomuotojen kääntämisen mahdollisuus suunnitteluohjelmassa, josta tiedostoja ollaan siirtämässä. Eli esimerkkinä Vertex-suunnitteluohjelma, joka sisältää itsessään Iges- sekä Step-kääntäjän, joten on luonnollista, että tiedostokonversioissa pyritään käyttämään näitä tiedostomuotoja. Kun tutkitaan näiden tiedostomuotojen vaikutusta tiedostokonversioihin, niin havaitaan, että eroavaisuudet ovat tilanne- ja kappalekohtaisia. Tiedostomuodot vaikuttavat muun muassa kappaleen piirteisiin eri tavoin. Työssä käytettyjen tiedostomuotojen eroavaisuudet olivat useiden kappaleiden osalta merkityksettömiä, minkä johdosta ei voida tehdä oletusta, joka kattaisi ratkaisun käytettävään tiedostomuotoon jokaisen kappaleen kohdalla. Voidaan kuitenkin useiden konversioiden jälkeen todeta, että pyritään käyttämään toista tiedostomuotoa standardina, mikäli kyseinen tiedostomuoto ei aiheuta mitään ongelmia kappaleen siirrossa suunnitteluohjelmasta toiseen. Valinta toisen tiedostomuodon käyttämiseen standardina automatisoi suunnitteluprosessia. Tällöin vältetään tiedostomuotojen vertailulta.

Käytettävät suunnitteluohjelmat luovat erilaiset lähtökohdat konversioiden tekoon. Esimerkkinä työssä käytetty SAT-tiedostomuoto, joka ei toiminut Vertexin ja SolidWorksin välisissä tiedostokonversioissa. Toisia suunnitteluohjelmia käytettäessä, tilanne voisi olla taas täysin erilainen. Opinnäytetyön prosessikuvaus(liite 1) tiedostokonversioihin on ennen kaikkea tarkoitettu konversioihin Vertexin ja SolidWorksin välillä.

Tuotekohtaisten attribuuttitietojen lisäämisen ohjeistus on toteutettu Samesorille räätälöidyllä CustomWorks-tilalla. SolidWorksin apu työkaluna toimivan attribuuttitietojen hallintaan tarkoitettulla CustomWorksillä on useita erilaisia räätälöimismahdollisuuksia yrityksen haluamalla tavalla. Täten CustomWorksistä löytyvät sarakkeet ja syötettävien tietojen mahdollisuus on CustomWorksin versiosta riippuvainen. Muita suunnitteluohjelmia käytettäessä attribuuttitietojen syöttäminen on erilaista kuin SolidWorksillä.

Kaiken kaikkiaan tiedostokonversiot ovat laaja-aihe ja niiden tuomat haasteet sisältävät useita erilaisia muuttujia. Opinnäytetyön sisältämä prosessikuvaus luo perustan tiedostokonversioiden tekoon, millä suunnitteluohjelmalla tahansa, mutta käytettävien suunnitteluohjelmien vaikutus tiedostokonversioihin tuomiin haasteisiin on suuri. Sen takia oh-

jeistus suunnitteluprosessin ympärille ei anna yksiselitteistä vastausta muun muassa tiedostomuodon valintaan konversioita tehdessä. Tämän vuoksi opinnäytetyö onkin rajattu Samesorilla käytettävien suunnitteluohjelmien ympärille. Prosessikuvauksen sisältämän etenemisjärjestyksen osalta prosessikuvaus selkeyttää tiedostokonversioprosessia ja luo hyvän oletus järjestyksen tiedostokonversioprosessille. Etenemisjärjestys on yksi malli prosessin etenemisestä, malleja ja etenemistapoja on useita mahdollisia, joita suunnittelija voi luoda tiedostokonversioihin enemmän perehdyttyään. Tiedostokonversioprosessin kuvaus kokonaisuutena antaa hyödyllisiä vinkkejä tiedostokonversioiden ympärille ja antaa ratkaisuja tiedostokonversioiden sisältämiin ongelmakohtiin.

## 7 LOPUKSI

Samesor Oy vaihtaa suunnitteluohjelmaansa Vertex G4 -ohjelmasta SolidWorks 2016 -ohjelmaan, jonka myötä suunnitteluprosessi yrityksessä muuttui, kun Vertex G4-ohjelmalla suunniteltuja kappaleita haluttiin siirtää SolidWorksin käyttöön. Vertex G4-ohjelma tulee toimimaan konversioiden apuvälineenä SolidWork 2016-ohjelman rinnalla.

Työn tavoitteena oli tehdä suunnittelua automatisoiva prosessikuvaus tiedostokonversioiden ympärille, mikä edesauttaisi suunnitteluprosessia helpottamalla ja nopeuttamalla 3D CAD- suunnittelua. Työ toteutettiin tutkimalla eri tiedostomuotojen vaikutusta kappaleiden oikeanmukaiseen siirtymiseen ohjelmasta toiseen. Työssä etsittiin oikeaa reititystä toimintaketjulle SolidWorks-ympäristössä, jossa täytyi tehdä erilaisia korjaustoimenpiteitä Vertex-ohjelmasta siirretyille kappaleille. Työssä kuvailtiin tiedostokonversioiden ympäröimää suunnitteluprosessia sekä tuotiin esille ratkaisuja mahdollisiin ongelmakohtiin, jotka tulevat esille konversioprosessissa.

Tiedostomuotojen vertailussa onnistuttiin tekemään päätelmiä, mitä muotoa kannattaa ensisijaisesti käyttää ja miten muut tiedostomuodot vaikuttavat kappaleen rakenteeseen ja piirteisiin. Tiedostomuotojen vertailu osoittautui monimutkaisemmaksi kuin ennakkoon odotettiin, sillä kahden tiedostomuodon (IGES ja STEP) välillä oli hyvin vähän eroavaisuuksia ja eroavaisuudet olivat lähinnä kappalekohtaisia. Tämä tarkoittaa sitä, että suunnittelijan tarvitsee tiettyjen kappaleiden kohdalla tehdä päätös tiedostomuodosta sopivaksi käytettävään tilanteeseen katsottuna. Tiedostokonversiot ovat myös riippuvaisia käytettävästä ohjelmasta mistä ollaan tietoja siirtämässä ja mihin ohjelmaan. Vertexin ja SolidWorksin yhteydessä IGES- ja STEP-tiedostomuoto toivat parhaat tulokset.

Ongelmakohtina työssä olivat samankin tiedostomuodon erilainen käyttäytyminen piirteiden tuonnissa eri testauskerroilla. Sama osa samalla tiedostomuodolla saattoi tuoda piirteet SolidWorksiin erilailla, mitä edellisellä kerralla. Tämä osoittautui haastavaksi piirteiden tuonnin osalta, sillä juuri tällaiset muuttuvat tekijät vaikeuttivat tietyn standardi ohjeistuksen tekemistä. Esimerkki tilanteena työssä oli kappaleen piirteiden tuonti ensimmäisellä tuonti kerralla täysin virheettömästi kun taas toisella kerralla SolidWorksin piirteiden tunnistus työkalu FeatureWorks ei pystynyt tunnistamaan kaikkia virheitä virheettömästi vaan joko tunnisti tietyn piirteen virheellisesti tai jätti piirteen tunnistamatta kokonaan. Tämä ongelma esiintyi kuitenkin suhteellisen harvoissa osissa, joten ongelma ei vaikuttanut työn kokonaiskuvaan merkittävästi.



Tiedostokonversion etenemiseen saatiin laadittua onnistunut prosessikuvaus suunnitteluprosessin automatisointia varten. Prosessikuvauksen reititystä testailtiin eri etenemisjärjestyksillä, kunnes löydettiin sopiva järjestys, jota voidaan käyttää suunnitteluprosessin automaationa. Reitityksen osalta useiden konversiokertojen jälkeen voidaan varmasti löytää nopeampiakin ratkaisuja, mutta työssä käytetty reititys osoittautui hyväksi pohjaksi konversioille.

Opinnäytetyön aikana opin tekemään tiedostokonversioita suunnitteluohjelmasta toiseen. Työ toi uusia näkemyksiä suunnitteluprosessin kannalta silloin kun käytetään toisesta suunnitteluohjelmasta tuotuja tiedostoja. Tiedostokonversiot voivat olla hyödyllisiä myös yritysten välisissä tiedostojen vaihdoissa. SolidWorks-suunnitteluohjelman ympäristöstä opin käyttämään uusia työkaluja sekä muita SolidWorksiin liittyviä apuohjelmia, mitkä auttoivat itse konversio ja suunnitteluprosessia sekä tiedonhallintaa.

Tulevaisuudessa Samesorilla suunnittelijoiden harjaannuttua tiedostokonversioihin itse konvertointi prosessi voidaan jättää kokonaan pois, mikäli tarvetta konversioprosessille ei nähdä. Konversioprosessissa konvertoidut osat ja kokoonpanot niihin liitettävine dokumentteineen päätyvät SolidWorksin ePDM -järjestelmään. Kun tarpeeksi osia ja kokoonpanoja on konvertoitu Vertex -ohjelmasta SolidWorks -ohjelmaan, kokoonpanoja, tarvittavia osia ja alikokoonpanoja alkaa löytymään valmiina SolidWorksin ePDM -järjestelmästä. Konvertoidut osat korvataan ePDM -järjestelmästä jo löytyvillä osilla. Suurimman osan pääkokoonpanon osista ja alikokoonpanoista löytyessä ePDM -järjestelmästä, suunnittelija tekee päätöksen joko tuoda Vertexistä loput osat konversioprosessin avulla tai mallintaa jäljelle jäävät osat uudelleen suunnitteluprosessin tehostamiseksi.

## LÄHTEET

Hietikko, E. 2009. SolidWorks: 2009 – Tietokoneavusteinen suunnittelu.

Hietikko, E. 2012. SolidWorks: 2012 – Tietokoneavusteinen suunnittelu.

Laakko, T. 1998. Tuotteen 3D-CAD suunnittelu.

Samesor Oy 2016. Yritys. Viitattu 29.2.2016 <http://samesor.fi/company>

Sääksvuori, A. & Immonen, A. 2002. Tuotetiedonhallinta PDM.

# TIEDOSTOKONVERSIoidEN PROSESSIKUVAUS

