

Customized Enclosures in SLS

Verslag Bacheloropdracht



Steven Haveman
Augustus 2007
S006605

Titelblad

Customized Enclosures in SLS
Bacheloropdracht Industrieel Ontwerpen

Uitgevoerd bij:
TNO Industrie en Techniek
De Rondon 1
Postbus 6235
5600HE Eindhoven

In samenwerking met:
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Universiteit Twente
Postbus 217
7500AE Enschede

Bedrijfsbegeleider:
Dhr. H. Buining

Universitair begeleider:
Ing. T.G.M. Krone

Aantal pagina's:	84
Aantal bijlagen:	5
Aantal pagina's inclusief bijlagen:	126

Augustus 2007

Steven Haveman
S0066605

Summary

At TNO and in the rest of the world, Rapid Manufacturing (RM) is a growing technology. TNO focuses on researching new means of use for RM, improving current technologies and developing new technologies.

This report focuses on new means of use for RM. The idea was to do something with customized enclosures for electronic devices. The assignment was the following: “Create a parametric model in SolidWorks that allows designers of electronic circuits to create custom enclosures, which can then be produced using SLS”

This study was conducted by Steven Haveman, Bachelor student Industrial Design at the University of Twente. In order to make the assignment more suitable for an Industrial Design student focuses were added to the assignment. These focuses were market research for the possibilities of SLS, interface design for the model and a guide how to set up this whole process for a different use.

The possibilities of SLS were researched. SLS (Selective Laser Sintering) is a technology which allows the creator to design almost every shape of product. It is a very versatile technology which builds products layer by layer. After analyzing the process of SLS, customizing by consumers was analyzed. Direct 3D design is a new term which describes the process of a consumer designing a customized (design) 3D product (3D) which is immediately ready for production (direct). As was the goal of this project, the focus then became the market for electronic enclosures. It became clear that the main target should be relatively small and relatively complex enclosures. Furthermore electronic components were investigated. The influence of electronic components on the geometry of the enclosure is described. It turns out that a small part of the components actually influences the geometry.

Then a parametric model was designed. This model is a macro, programmed with Visual Basic for Applications, in SolidWorks. The model has been tested on several electronic circuits, and the model was able to create enclosures for all these circuits. Furthermore, the interface design proposed an interface with a lot of choices, but with reasonable freedom of movement.

After completing this process, a guide was written on how to recreate this process for other applications. This guide is also meant as a reflection on the work that has been done.

The most important conclusion is that direct 3D design with SLS is useful and attainable. Furthermore, with electronic enclosures, there should be a focus on fairly small and fairly complex enclosures.

Future research can focus on many different parts of the process. A design which results in cost reduction, a better design of the model and a more user friendly interface or analysis on the field of certification and safety can be new research directions.

Samenvatting

Bij TNO en in de rest van de wereld, is Rapid Manufacturing (RM) een groeiende technologie. TNO houdt zich bezig met nieuwe toepassingen voor RM, het verbeteren van huidige processen en het ontwikkelen van nieuwe processen.

Dit rapport gaat over een nieuwe toepassing voor RM. Het idee achter het onderzoek was om iets te doen met customized behuizingen voor elektronische schakelingen. De opdracht luidde als volgt: “Ontwerp een parametrisch model in SolidWorks dat ontwerpers van elektronische schakelingen in staat stelt om custom behuizingen te maken, welke geproduceerd kunnen worden met SLS”.

Dit onderzoek is uitgevoerd door Steven Haveman, Bachelor student Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit van Twente. Om de opdracht geschikter te maken voor een industrieel ontwerper is de opdracht met een aantal doelen uitgebreid. Deze doelen waren een marktonderzoek naar de mogelijkheden van SLS, een interface ontwerp bij het parametrisch model en een handleiding om een soortgelijk proces op te zetten.

De mogelijkheden van SLS zijn onderzocht. SLS (Selectieve Laser Sintering) is een technologie die de ontwerper in staat stelt om bijna elke vorm te maken. Het is een veelzijdige technologie die een product laagje voor laagje opbouwt. Na de analyse van het SLS-proces is er gekeken naar het customizen (naar eigen wens aanpassen) van producten door consumenten. Direct 3D Design is een nieuwe term die het proces beschrijft waarin een consument een product ontwerpt (design) in 3D (3D) dat daarna klaar is voor productie (direct). Deze 3D producten betroffen in dit geval elektronica behuizingen en de markt voor behuizingen is hierom geanalyseerd. Het werd duidelijk dat alleen kleine en relatief complexe behuizingen rendabel zouden zijn om in te passen in het ontwerp. Ook zijn elektronische componenten geanalyseerd en is hun invloed op de geometrie van een behuizing beschreven. Het blijkt dat slechts een klein deel van de componenten invloed heeft op de vorm van de behuizing.

Met deze gegevens is een parametrisch model ontworpen. Dit model is een macro, geprogrammeerd in Visual Basic voor Applicaties, in SolidWorks. Het model is getest op enkele elektronische schakelingen en het model was in staat om behuizingen te maken voor al deze schakelingen. Verder is er een conceptueel interface design ontworpen. Dit concept stelt voor om een interface met veel keuzes en een redelijke bewegingsvrijheid te gebruiken.

Nadat dit proces is afgerond is er een handleiding geschreven waarin staat hoe dit proces te herhalen voor andere toepassingen. Deze handleiding is ook bedoeld als een reflectie op het werk dat gedaan is.

The belangrijkste conclusie is dat direct 3D design met SLS nuttig en haalbaar is. Verder, bij elektronische schakelingen moet er gefocust worden op redelijk complexe en kleine behuizingen.

Toekomstig onderzoek kan zich richten op veel verschillende delen van het proces. Een ontwerp dat resulteert in kostenreductie, een beter modelontwerp en een betere interface (dan in het huidige parametrische model) of onderzoek in het veld van certificatie en veiligheid zijn goede opties.

Voorwoord

Dit rapport is geschreven in het kader van de afsluitende bacheloropdracht van mijn studie Industrieel Ontwerpen (IO) aan de Universiteit Twente (UT). Mijn keuze voor de studie Industrieel Ontwerpen is mede bepaald door het feit dat er in Twente, anders dan in Delft en Eindhoven, fris en met gebruik van vooruitstrevende media ontworpen wordt. Ook is de studie in Twente nog relatief jong en zo is er de kans om een eigen weg in te slaan.

Al aan het begin van mijn bachelor werd mij duidelijk dat ik niet in de wieg was gelegd als “standaard ontwerper”. Het eindeloos schetsen om een product net iets sprekender te maken is niet voor mij weggelegd. Ik zag en zie mezelf meer als een technische IO-er. Tijdens projectonderwijs ontstaat er veelal een rolverdeling en ik nam vaak de technische taken op me. Vooral ontwerpen op het vlak van informatica en elektronica met een vleugje werktuigbouwkunde (vanuit een IO-perspectief) heeft mijn interesse.

Tijdens de eerste contacten met TNO bleek dat de eerste versie van de opdracht al teveel die kant op lag. Niet dat ik dat erg vond, maar in een bacheloropdracht word je geacht veel van hetgeen geleerd is in de bachelor in de praktijk te brengen. Samen met mijn begeleiders van de UT is aan de opdracht geschaafd, net zolang tot het wel een goede opdracht was.

Ik wil mijn begeleiders vanuit de UT, Theo Krone en Wieteke de Kogel-Polak daarom dan ook bedanken, voor de begeleiding, het in mij gestelde vertrouwen en samen met mij de wil te hebben bij TNO te slagen met een goede opdracht.

Het stond voor mij namelijk al vast dat ik mijn opdracht bij TNO wilde uitvoeren. Het meemaken van een groot bedrijf in de praktijk, dat was mijn doel. In Nederland is er maar één groot bedrijf waar ik me bij kan vinden, qua visie en instelling en dat is TNO. Daarom ben ik blij dat ik mijn opdracht bij TNO heb kunnen doen, in een leuke en inspirerende omgeving.

Bij TNO wil ik vooral Henk Buining als persoonlijk begeleider bedanken, maar ook mijn collega's van de afdeling en de rest van de mensen waar ik in mijn tijd bij TNO in aanraking mee ben gekomen. Het was een heel leuke tijd en ik zou het zo weer doen!

Augustus 2007,

Steven Haveman

Inhoudsopgave

Titelblad	- 2 -
Summary	- 3 -
Samenvatting.....	- 4 -
Voorwoord.....	- 5 -
1 Inleiding.....	- 8 -
2 Direct 3D Design met behulp van SLS.....	- 9 -
2.1 Inleiding	- 9 -
2.2 Wat is SLS en wat zijn de mogelijkheden met SLS?.....	- 9 -
2.3 Wat zijn de beperkingen bij het gebruik van SLS?.....	- 12 -
2.4 Wat is Direct 3D design en wanneer is er behoefte aan Direct 3D Design?.....	- 12 -
2.5 Wat zijn de kosten van direct 3D design met SLS?.....	- 14 -
2.6 Welke toepassingsmogelijkheden heeft direct 3D design met behulp van SLS?.....	- 17 -
2.7 Wat zijn de huidige kosten op de markten van de toepassingsmogelijkheden?.....	- 19 -
2.8 Hoe kan SLS met behulp van direct 3D design een markt succesvol benaderen?.....	- 19 -
3 Elektronicabeuizingen.....	- 21 -
3.1 Inleiding	- 21 -
3.2 Wat zijn de huidige oplossingen op het gebied van elektronicabeuizingen?	- 21 -
3.3 Wat kosten de huidige oplossingen op het gebied van elektronicabeuizingen?.....	- 23 -
3.4 Wat voor elektronicabeuizingen kunnen met behulp van SLS gemaakt worden?....	- 23 -
3.5 Wat voor elektronicabeuizingen kunnen gemaakt worden met behulp van direct 3D design?	- 23 -
3.6 Wat zijn de kosten voor het gebruik van direct 3D design met SLS in combinatie met elektronicabeuizingen?	- 24 -
4 Componenten in elektronicabeuizingen.....	- 31 -
4.1 Inleiding	- 31 -
4.2 Welke componenten worden gebruikt in elektronicabeuizingen?	- 31 -
4.3 Welke van deze componenten zijn in welke mate voor de behuizing geometriebepalend?	- 32 -
4.4 Hoe worden deze elektrische componenten bevestigd in deze behuizingen?.....	- 33 -
5 Programma van Eisen en Wensen.....	- 34 -
5.1 Inleiding	- 34 -
5.2 Welke eisen en wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een behuizing?	- 34 -
5.3 Welke eisen en wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een parametrisch model?.....	- 35 -
5.4 Welke eisen en wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een interface van een parametrisch model?	- 35 -
5.5 Welke eisen en wensen hebben secundaire gebruikers met betrekking tot direct 3D design van elektronicabeuizingen?	- 35 -
6 Parametrisch Model	- 37 -

6.1	Inleiding	- 37 -
6.2	Welke mogelijkheden geeft SolidWorks om parametrische modellen te maken?	- 37 -
6.3	Welke ontwerpkeuzes moeten er gemaakt worden aan de hand van het programma van eisen en wensen?	- 38 -
6.4	Wat is de werking van het parametrisch model?	- 38 -
6.5	Het programma in SolidWorks	- 40 -
6.6	Hoe ziet het parametrisch model eruit in SolidWorks?	- 47 -
6.7	Hoe verder te gaan met het model	- 50 -
6.8	Resultaat model.....	- 56 -
7	Interface.....	- 57 -
7.1	Inleiding	- 57 -
7.2	Wat is de voorkennis van elektronicaontwerpers?.....	- 57 -
7.3	Hoe zien vergelijkbare interfaces eruit?.....	- 57 -
7.4	Welke ontwerpkeuzes moeten er gemaakt worden aan de hand van het programma van eisen en wensen?.....	- 63 -
7.5	Wat is de werking van de interface?	- 64 -
8	Handleiding voor een parametrisch model mbv RM.....	- 71 -
8.1	Inleiding	- 71 -
8.2	Rapid Manufacturing	- 71 -
8.3	Onderzoek voor een bepaalde productgroep.....	- 73 -
8.4	Model	- 73 -
8.5	Interface	- 74 -
8.6	Direct 3D Design	- 75 -
8.7	Overig	- 75 -
8.8	Overzicht.....	- 76 -
9	Conclusies	- 78 -
10	Aanbevelingen	- 80 -
11	Referenties	- 82 -
11.1	Boeken en rapporten	- 82 -
11.2	Artikelen	- 82 -
11.3	Internetsites	- 82 -
	Bijlage(n)	
	A Plan van aanpak	
	B Planning	
	C Foto's resultaten	
	D Broncode	
	E Starten van Macro's met SolidWorks	

1 Inleiding

Bij TNO is Rapid Manufacturing (RM) een groeikern. Dit houdt in dat TNO graag haar activiteiten op het gebied van RM verbreed. Dit gebeurt door het onderzoeken van nieuwe RM-technologieën, het verbeteren van bestaande RM-technologieën en het zoeken van nieuwe toepassingen voor RM.

Dit onderzoek valt onder nieuwe toepassingen voor RM. De huidige toepassingen van RM bevinden zich vooral in het gebied van de werktuigbouw (machinebouw en complexe productonderdelen) en biomedische technologie (protheses). RM biedt mogelijkheden om producten per stuk aan te passen. Omdat elk product meteen vanuit een digitaal bestand wordt geproduceerd, kunnen veranderen eenvoudig en snel worden doorgevoerd.

Deze veranderingen kunnen met de hand gedaan worden, maar dit kan ook parametrisch opgezet worden. Op deze manier is door het wijzigen van enkele parameters een heel ander product te realiseren. Als dit met een juiste interface gebeurt kan een consument dit ook zelf doen en is hij niet meer aangewezen op een ontwerper. De consument heeft dan meer invloed op hoe het product uiteindelijk gaat functioneren.

Bij bijvoorbeeld elektronische schakelingen voldoet een behuizing vaak niet aan de eisen van de consument. Veel elektrische onderdelen en behuizingen zijn gestandaardiseerd en passen daarom prima in elkaar, te meer ook omdat producten daar om heen, weer afgesteld zijn op deze behuizingen. Denk bijvoorbeeld aan “19-inch racks”, waar printplaten in zitten die precies in de behuizingen passen die weer precies in de rekken passen. Soms heeft men echter een schakeling niet volgens de geldende standaarden ontworpen en is een behuizing lastig te vinden. Uiteindelijk wordt een product gekozen dat net te ruim is, waardoor onderdelen met extra moeite bevestigd moeten worden, er moeten nog gaten worden geboord, sommige stukken moeten worden verstevigd, er dienen groeven te worden uitgefreesd en labels met tekst dienen er op te worden geplakt. Het resultaat is niet helemaal mooi aansluitend en zit het nog een beetje rammelend aan elkaar. Met een extra dag werk zouden die twintig presentatiemodellen er helemaal gelikt uit zien, maar die tijd en dus geld is er niet meer. Dit miniscenario geeft aan dat er wel problemen liggen bij het voorbeeld van elektronische schakelingen. Een elektronicus kan op het moment geen precieze eisen stellen aan een behuizing wanneer hij niet zoveel schakelingen produceert. Bij meer dan 10.000 producten kunnen de kosten van het ontwerp van het product er wel uit gehaald worden, maar bij kleinere series niet.

Met dit uitgangspunt is deze opdracht opgesteld, om de toepassing van het parametrisch modelleren voor RM nader te onderzoeken en wel specifiek op het gebied van elektronica behuizingen.

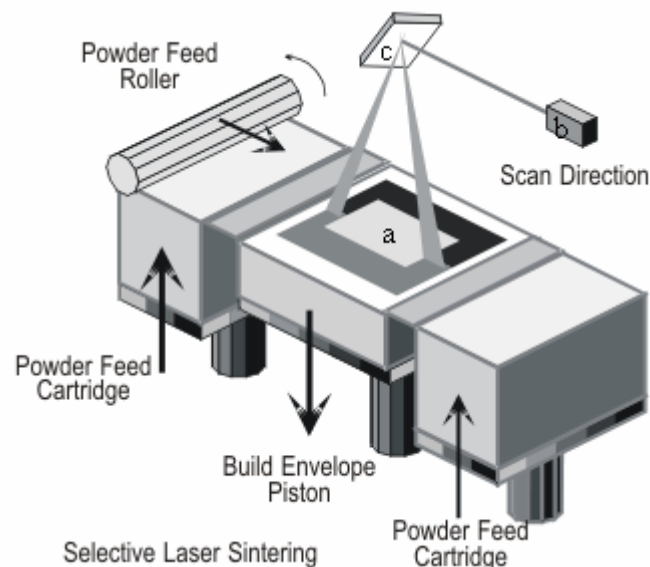
2 Direct 3D Design met behulp van SLS

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de eigenschappen van direct 3D design en het SLS-proces besproken. Er wordt geprobeerd inzicht te geven in de kansen en mogelijkheden die direct 3D design met behulp van SLS heeft op specifieke markten.

2.2 Wat is SLS en wat zijn de mogelijkheden met SLS?

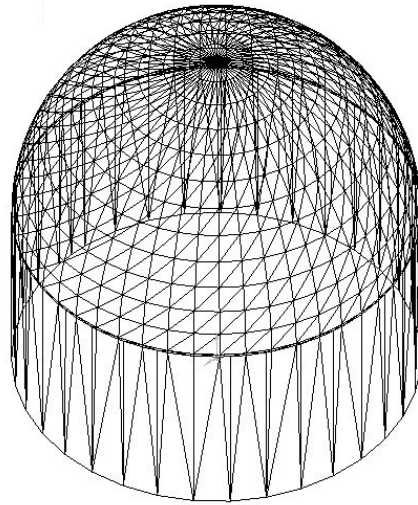
“Selective Laser Sintering (SLS) is een van de Layered Manufacturing Technology (LMT) processen waarmee Rapid Manufacturing (RM) mogelijk is. Het principe van SLS (Figuur 1) is dat aan het oppervlak van een poederbed (a) een doorsnede van een product wordt gevormd door het plaatselijk smelten van het poeder met een laser (b) en elektrisch gestuurd spiegelmechanisme (c). Na het vormen van deze doorsnede wordt er bovenop een dunne laag nieuw poeder uitgespreid en wordt de volgende laag door de laser gevormd. Omdat de doordringdiepte van de laser groter is dan de dikte van de laatste laag poeder zijn de lagen verbonden. Dit proces herhaalt zich, tot het volledige product gevormd is” [Maalderink et al, 2006]. De machine bestaat uit een bouwkamer, twee aanvoerkamers voor poeder, een poederverdeler, een laser en een spiegelmechanisme.



Figuur 1 Een overzicht van het systeem van een SLS-machine [Maalderink et al, 2006]

Dit poeder kan verschillende materialen zijn; kunststofpoeders, metaalpoeders en zandpoeders (keramieken) [<http://www.eos.info>]. Bij dit project wordt uitgegaan van het gebruik van SLS met kunststof, te weten nylon. Het specifieke materiaal is polyamide-12, PA2200, ook wel aangeduid als PA-12 [EOS, Jaar en Auteur onbekend]. Er wordt van het gebruik van dit materiaal uitgegaan omdat dit de standaard is bij TNO. Om een ontwerp geschikt te maken voor SLS dient een model eerst een aantal stappen te ondergaan. Eerst dient het ontwerp in 3D te worden gerealiseerd in een CAD/CAM-programma. Het model wordt vanuit dat CAD/CAM-programma omgezet naar een

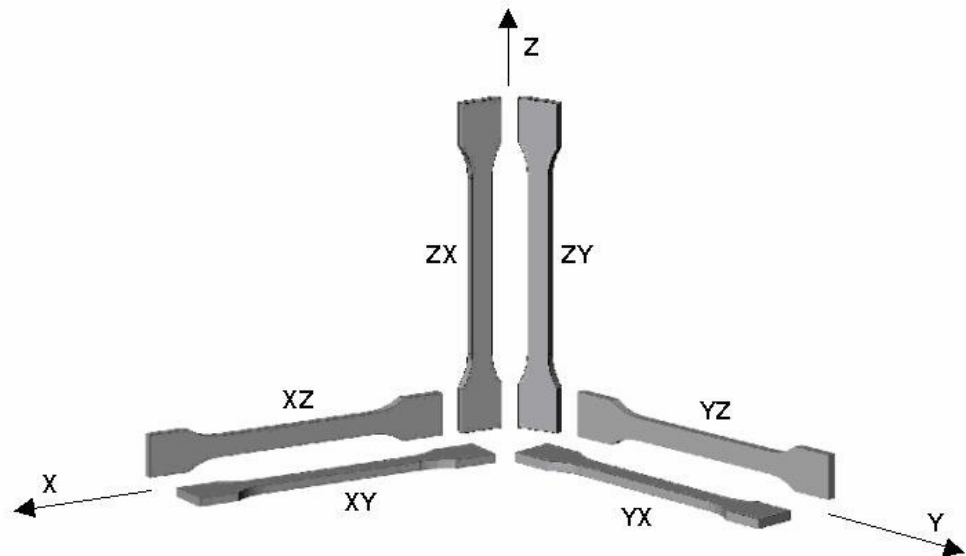
STL-file. In een STL-file wordt het product opgebroken in driehoekjes.



Figuur 2 Een voorbeeld van een STL-file [<http://www.buildfm.com>]

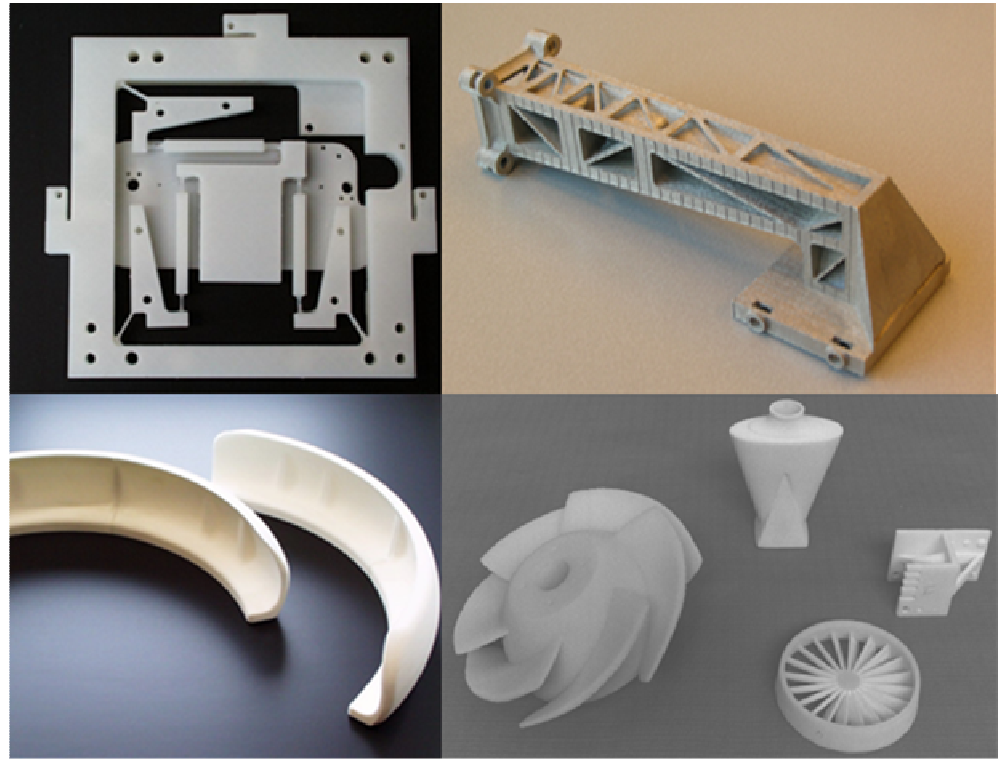
Dit gebeurt omdat de software van de SLS machine, in het geval van TNO de EOS P380, een model dan eenvoudig in laagjes kan opdelen. Vervolgens worden deze STL files in een nestingprogramma geïmporteerd. Dit nestingprogramma zorgt voor een goede verdeling van verschillende modellen over de bouwkamer, om zo efficiënt mogelijk met de tijd en het materiaal om te gaan. Vervolgens kan het proces ingeladen worden in de machine en deze berekent de doorsneden van elk stukje bouwoppervlak.

Het product wordt opgebouwd in drie dimensies en in laagjes. Dit heeft tot gevolg dat afhankelijk van de bouwrichting het product verschillende eigenschappen heeft. Over het algemeen kan gezegd worden dat producten die voornamelijk liggend, dus in het XY/XZ/YZ/YX vlak, geconstrueerd zijn, sterker en stijver zijn dan producten die rechtop staan (ZY/ZX-vlak). Dit is natuurlijk sterk afhankelijk van de geometrie van het product.



Figuur 3 Een overzicht van bouwrichtingen in een SLS kamer [Maalderink et al, 2006]

Op het gebied van SLS is veel onderzoek verricht, maar is nog veel te doen. De techniek is zich desondanks sterk aan het ontwikkelen aangezien het een aantal grote voordelen heeft dan wel mogelijkheden biedt.



Figuur 4 Voorbeelden van onderdelen gemaakt met SLS [Kamperman et al, 2002]

Hieronder staan de voornaamste voordelen en mogelijkheden van SLS opgenoemd.

- Zeer grote vormvrijheid. Complexe, dubbel gekromde vlakken zijn eenvoudig te realiseren
- Ingesloten holtes mogelijk, al blijft er dan wel poeder binnen in zitten, dit heeft eventueel dempende eigenschappen
- Dikke en dunne wanden kunnen op elkaar aansluiten, in tegenstelling tot bij spuitgieten
- Meer functies zijn in een onderdeel te integreren doordat complexe vormen mogelijk zijn
- Assemblages eenvoudig uit te printen, producten kunnen geassembleerd worden geprint, een dunne poederlaag kan er tussenuit gehaald worden waardoor onderdelen vrij kunnen bewegen van elkaar.
- Filmscharnieren zijn mogelijk, tot 100 a 1000x gebruik
- Coatings (inclusief metaalcoatings) kunnen de oppervlaktekwaliteit en eigenschappen van de producten sterk verbeteren en zijn veelal eenvoudig aan te brengen
- Er kunnen zeer snel producten geproduceerd worden vanaf de ontwerptafel, zowel voor prototypes als voor (kleine) serieproductie
- SLS producten benaderen, mits in de juiste bouwrichting gebouwd, veelal de mechanische eigenschappen van spuitgietproducten

2.3 Wat zijn de beperkingen bij het gebruik van SLS?

Er zijn een aantal beperkingen bij het gebruik van SLS. Deze staan hieronder genoemd:

- Zonder coating worden SLS producten snel vies door de poreuze oppervlaktestructuur. Nabehandeling is dus vaak nodig en kost extra tijd en geld
- Als gevolg van het laagsgewijs opbouwen vindt er bij licht gebogen vlakken in de bouwrichting soms “staircasing” plaats. De lagen zijn dan goed te zien
- Door het laagsgewijs opbouwen is de oppervlaktestructuur geribbeld in de bouwrichting en de structuur is in het geheel ook erg grof
- Door het hergebruik van oud poeder (oud en nieuw poeder wordt gebruikt in een verhouding van 2:1) kan er het verschijnsel “orange skin” optreden. Hierbij klontert het poeder samen omdat het de vorige keer al enigszins aan elkaar gesinterd is
- De maximale afmetingen van een product uit een stuk zijn 700 x 380 x 580 mm (Eosint P700, [<http://www.eos.info>]), bij TNO wordt met de Eosint p380 gebouwd in een inhoud van 330 bij 330 bij maximaal 600 mm (500 mm is gangbaar), dit omdat de bouwkamers niet groter zijn
- In de praktijk is bijvoorbeeld bij de Eosint p380 een goed product mogelijk van 280 x 280 x 400 mm, omdat hoger dan 400mm en dicht bij de rand de productkwaliteit sterk achteruit gaat
- Op onderdelen kleiner dan 5 mm is er een slechte detaillering, het contrast tussen verschillende delen is dan te laag.
- De algemene nauwkeurigheid van onderdelen is 0,1 mm, bij onderdelen groter dan 30 mm dient rekening te worden gehouden met een grotere maatafwijking
- Afhankelijk van de bouworiëntaties kunnen dezelfde producten andere eigenschappen hebben
- Doordat de temperatuur van het proces tot op zeker hoogte niet beheersbaar is, vooral tijdens het afkoelen van de producten, treedt er onverwachte krimp op, vooral op plekken waar veel massa geconstrueerd is, vanwege inhomogene afkoeling
- Verder heeft een SLS product natuurlijk specifieke materiaaleigenschappen waarmee rekening gehouden dient te worden bij de toepassing van deze producten [Van de Vorst et al, 2005]

2.4 Wat is Direct 3D design en wanneer is er behoefte aan Direct 3D Design?

Met Direct 3D Design wordt bedoeld dat een consument zelf met behulp van een interface een 3D ontwerp maakt dat vervolgens meteen klaar is om te produceren.

Om antwoord te geven op de vraag wanneer er behoefte aan Direct 3D Design is kan deze ook andersom gesteld worden, namelijk: Wanneer willen consumenten graag hun eigen product ontwerpen? Dit heeft over het algemeen een van deze twee redenen (of beide):

- *De persoon kan er een eigen identiteit mee uitstralen* [<http://www.tudelft.nl>]

Door het aanpassen van het product kan de gebruiker zichzelf een (al dan niet bestaande) stijl aanmeten. Deze stijl wordt voornamelijk veroorzaakt door de aangepaste visuele uitstraling van het product, al heeft het type product natuurlijk ook invloed op de stijl van de persoon. Als men een designhorloge draagt, maakt de kleur niet zoveel uit, het blijft een designhorloge. Nu liggen de mogelijkheden van direct 3D design niet bij het veranderen van het type product, maar vooral bij de verandering van de visuele uitstraling van het product.

- *Het product vult een leemte qua functionaliteit*

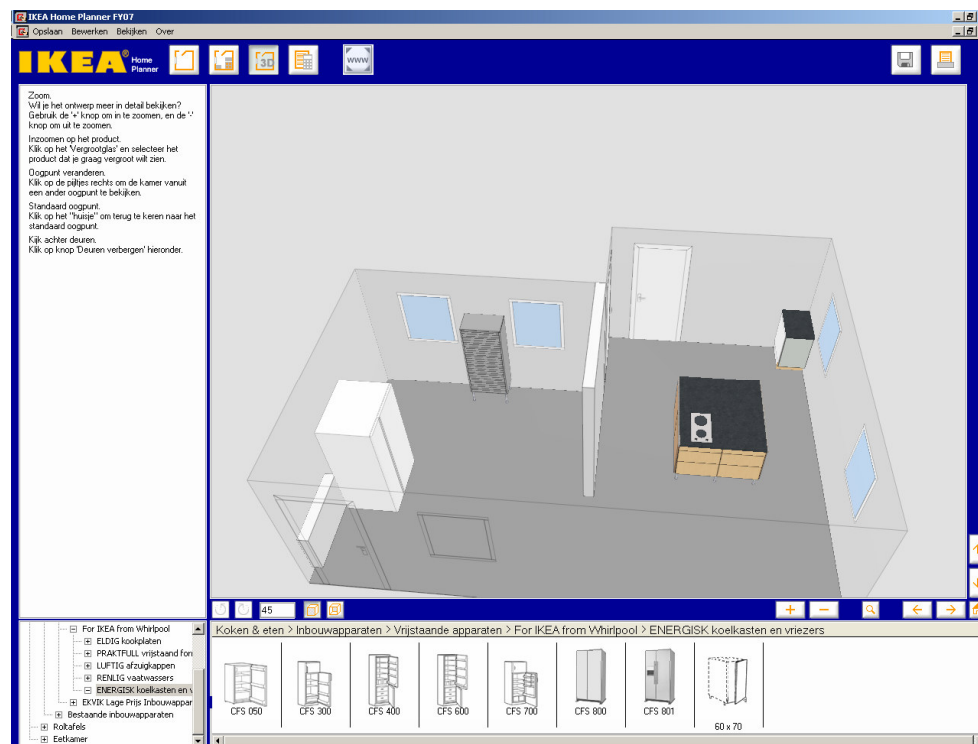
De consument heeft een specifieke behoefte, die door het aanpassen van de functionaliteit van een standaard product voor hem vervuld kan worden. Denk bijvoorbeeld aan een elektronische schakeling waarbij een standaard behuizing niet voldoet. De consument wil dan graag een behuizing kunnen aanpassen zodat deze wel de juiste functionaliteiten bezit.

Overigens kan “De persoon kan een eigen identiteit uitstralen” ook als een functionaliteit worden gezien. Voor het overzicht is deze vorm van functionaliteit echter apart gehouden.

Dat een van deze of beide redenen op de achtergrond spelen kan ook geconstateerd worden aan de hand van enkele producten die al aangepast kunnen worden naar eigen wens (tabel 2.1).

Tabel 2.1: Overzicht van programma's die gebruikers producten naar eigen wens laten aanpassen

- <i>Kruidvat Foto</i> [http://www.kruidvat.nl]
Via software van Kruidvat kan de gebruiker met zijn eigen foto's een album samenstellen en deze vervolgens laten uitprinten. De gebruiker krijgt het album dan thuis bezorgd. Verder zijn er nog heel veel mogelijkheden om een foto ergens op te laten drukken, zoals mokken, puzzels, speelkaarten en kleding. Dit is enerzijds een vervulling van een behoefte, namelijk snel en automatisch een fotoalbum samen kunnen stellen. Met dit fotoalbum kan een gebruiker ook een eigen identiteit samenstellen, ook door het uiterlijk van het uiteindelijke product, maar ook door de foto's. Het product is voor de consument heel persoonlijk.
- <i>Nike ID</i> [http://www.nikeid.com]
Via een speciale site van Nike, kan een eigen schoen samengesteld worden. Dit betreft puur de buitenkant van de schoen, in verschillende kleuren voor verschillende vlakken. Ook kan een persoonlijke tekst op de schoen gezet worden. Bij sommige schoenen is het ook mogelijk om materiaal en manier van schokabsorptie te kiezen. Ook kunnen enkele t-shirts en tassen aangepast worden. Dit is voor een klein gedeelte een vervulling van functionaliteit, maar voor het overgrote deel een uitstraling van identiteit. Het product heeft nu nog een exclusief karakter en kan bijvoorbeeld aangepast worden in clubkleuren van een sporter.
- <i>Vodafone Blox</i> [http://www.vodafone.nl]
Bij Vodafone Blox wordt de indruk gewekt dat je door blokken te stapelen je eigen telefoonabonnement kan bouwen. Dit klopt ook, alleen de uitvoering is niet met blokken, maar gewoon met vinkjes voor de verschillende abonnementsonderdelen. Dit product voldoet duidelijk aan een functionele behoefte, aangezien consumenten geheel naar wens een product kunnen samenstellen.
- <i>Ikea Woonplanner</i> [http://www.ikea.nl]
Dit komt al aardig in de richting van direct 3D design. De gebruiker kan een eigen keuken samenstellen in de volgende stappen. Hij kiest een template waarop zijn keukenontrek het meeste lijkt. Complexe keukenvormen zijn vaak niet mogelijk. Deze template is aan te passen naar eigen maten (wel vormvast) en deuren, ramen, tussenmuren en verwarming kunnen geïntroduceerd worden. De lege keuken is dan klaar. In een volgend scherm kunnen dan keukenonderdelen geïntroduceerd worden, en het resultaat kan (ook tussentijds) apart in 3D bekeken worden. Het uiteindelijke resultaat kan je opslaan, ook op een IKEA-server. Je kunt dan naar de IKEA toe en daar samen met een specialist je keuken bekijken en eventueel kopen.



Figuur 5 Screenshot van de IKEA Woonplanner [<http://www.ikea.nl>]

Op veel verschillende terreinen worden deze producten al toegepast. Het is dus duidelijk dat consumenten een van deze twee eisen hebben wanneer zij graag een product zelf op maat maken. Dit hoeft natuurlijk niet met direct 3D design, maar dit kan wel nieuwe mogelijkheden openen voor consumenten, door de mogelijkheid fysieke producten te creëren.

2.5 Wat zijn de kosten van direct 3D design met SLS?

SLS is een nieuwe en dus relatief dure techniek. De volgende kosten kunnen worden onderscheiden (tabel 2.2). Een job is één keer de machine laten draaien. Het gemiddeld aantal producten per job wordt berekend door de ruimte die deze producten innemen.

Tabel 2.2: Overzicht van kosten SLS proces bij TNO

Eigenschappen SLS proces bij TNO		Specificatie
Machine Eosint P380	Aanschafkosten	€ 350.000
	Afschrijvingsduur	5 jaar
	Afschrijving per jaar	€ 70.000
	Onderhoud per jaar	€ 25.000
Materiaal PA -12	Kosten per kilo	€ 55, -
	Dichtheid [EOS, Jaar en Auteur onbekend]	430 kg/m ³
	Vers poeder per job	13,5 dm ³
Arbeid	Aantal jobs per jaar	60
	Manuur per order	12
	Uurloon	€111
Bouwkamer	Grootte [Kamperman et al, 2002]	54,5 dm ³
	Gemiddeld aantal producten per job [Kamperman et al, 2002]	1,82 dm ³
Jobprijs	TNO-richtlijn per job	€ 3000

De kosten van een product zijn op voorhand dus enigszins in te schatten. Er zijn echter factoren die een sterke invloed hebben op verschillen in de jobprijs.

- *Grootte product en oriëntatie*

Hoeveel passen er in de bouwkamer in een goede bouwrichting? Niet alle producten kunnen ongestraft elke richting op worden ontworpen.

- *Vulling bouwkamer, bezettingsgraad*

Hoeveel van de bouwkamer wordt daadwerkelijk gebruikt? Soms kan een bouwkamer super efficiënt gevuld worden, een andere keer niet. Een optie is om tussen grote producten heel veel kleine producten te plaatsen. Wanneer niet de gehele bouwkamer vol is, en vooral niet in de hoogte, scheelt dit alleen in materiaalkosten, de overige kosten blijven. Wat dat betreft is het prijsverschil tussen één centimeter en veertig centimeter bouwen “slechts” maximaal €400.

Analyses tonen aan dat bij een volledig geautomatiseerd RM-proces producten relatief goedkoop geproduceerd kunnen worden, maar dat dit inderdaad sterk afhangt van de bezettingsgraad. [Kamperman et al, 2002].

De huidige situatie bij TNO is overigens niet ideaal. Het aantal jobs per jaar is laag en er staan dure medewerkers op productiewerkzaamheden. Deze kosten zijn dus in de huidige situatie al flink te reduceren, bijvoorbeeld door uit te gaan van 120 jobs per jaar in plaats van 60.

Het is de vraag wat de kosten van direct 3D design met SLS zijn. Hiertoe zal uit worden gegaan van een optimalisatie van de huidige situatie bij TNO (meer jobs, goedkoper personeel). De kosten zijn gecategoriseerd in vaste kosten per jaar, vaste kosten per job en overige kosten.

Tabel 2.3: Overzicht vaste kosten SLS-proces per jaar

Vaste kosten per jaar (delen door aantal jobs per jaar voor kosten per job)	Kosten (€)
Afschrijving machine (over 5 jaar)	70.000
Onderhoud machine	25.000
Ontwikkelkosten model (afschrijving over 5 jaar)	38.400
Onderhoudskosten model	19.200
Totaal	152.600

Afschrijving en onderhoud van de machine blijft gelijk. Het (door)ontwikkelen van het model voor Direct 3D Design zal één manjaar kosten. Een gespecialiseerde ontwikkelaar kost €120 in het uur. Deze werkt 40 weken, 5 dagen in de week en 8 uur per dag. Deze ontwikkelaar zal nog één dag per twee weken besteden om het model te onderhouden.

Tabel 2.4: Overzicht vaste kosten SLS-proces per job

Vaste kosten per job (delen door producten per job voor per product)	Kosten (€)
Arbeid (10 uur a €60)	600
Materiaal	420
Coating	625
Verzending	50
Totaal	1.695

Het aantal manuren per job zal dalen van 12 tot 10 door automatisering, veroorzaakt door het gebruik van 3D design. Wel is nu bij de arbeid helpdesk en feedback voor klanten ingerekend. Verder wordt het uurloon €60 in plaats van €120. De materiaalkosten blijven gelijk. Ook kost een coatinginstallatie ongeveer €7500 in het uur, all-in. Het coaten van vijftig producten in een batch duurt zo'n 5 minuten. Tot slot kost de verzending van 50 producten (ze passen in een doos van 300 x 300 x 400 mm) ongeveer 50 euro.

Tabel 2.5: Overzicht overige kosten SLS proces

Overige kosten	Kosten
Winstmarge producent	5% van kostprijs

Er komt er op de kostprijs een winstmarge van 5%.

Hieruit kunnen formules opgesteld worden, waarbij aangenomen wordt dat er een volledige bezetting wordt gedraaid in alle jobs:

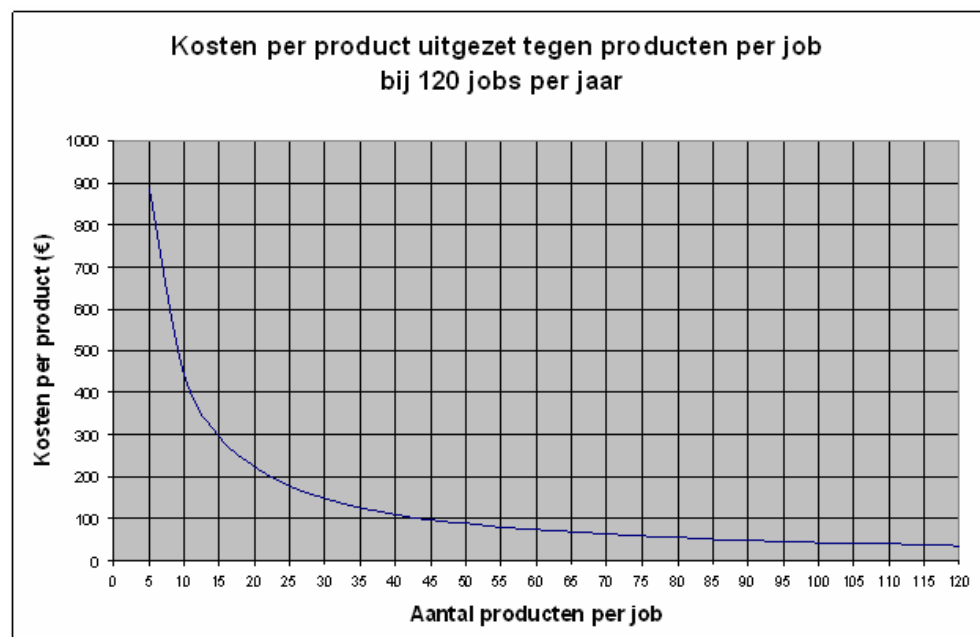
$$K_j = 1.05 \cdot \left(\frac{152600}{J} + 1695 \right) = \frac{160230}{J} + 1779,75$$

$$K_p = \frac{\frac{160230}{J} + 1779,75}{P} = \frac{160230 + J1779,75}{JP}$$

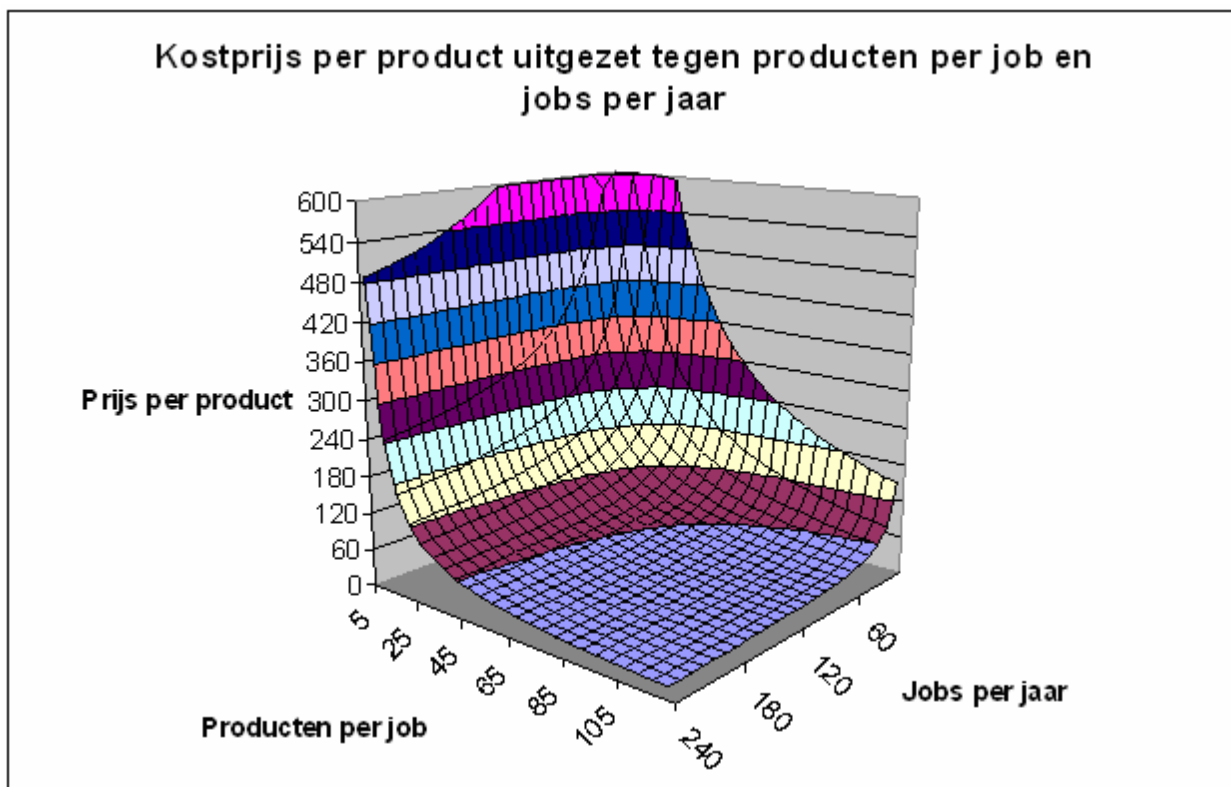
K_j staat voor kosten per job, K_p staat voor kosten per product

J staat voor aantal jobs per jaar, P staat voor aantal producten per job

Stel men ontwerpt een doosje van 140 x 70 x 50 mm, dan zullen er hier ongeveer 56 van in één job passen. De doosjes kosten per stuk dan € 56. Dit is dus bij 120 jobs per jaar. Zonder coating kosten ze €44. In onderstaande grafieken is deze formule geplot.



Figuur 6 Kosten per product uitgezet tegen producten per job bij 120 jobs per jaar



Figuur 7 Kostprijs per product uitgezet tegen producten per job en jobs per jaar

Uit deze grafieken blijkt dat het dus belangrijk is om het aantal jobs en producten per job zo hoog mogelijk te houden. De 240 jobs per jaar zijn overigens niet haalbaar met één machine en is daarom een virtueel getal.

De levertijd is over het algemeen maximaal 5 werkdagen. Dit is opgebouwd uit 6 uur de machine opwarmen en simultaan de job voorbereiden. Vervolgens wordt er een uur per centimeter in de y-richting gebouwd, dus 40 uur. Dit moet dan 10 uur in de machine afkoelen en 10 uur erbuiten. Dan kunnen de producten verwijderd worden en de machine schoongemaakt, wat 1 uur duurt. Dit is in totaal 67 uur. Rekenen we hierbij één werkdag voor het verzenden, dan komen we uit op 91 uur, dat is bijna 4 dagen. Gaat dit proces door het weekend, dan neemt de levertijd aanzienlijk af aangezien de machine zelfstandig kan blijven draaien. Vrijdagochtend bestellen zou dan maandagmiddag in huis zijn.

2.6 Welke toepassingsmogelijkheden heeft direct 3D design met behulp van SLS?

Wanneer er antwoord gegeven moet worden op deze vraag is het duidelijk dat deze toepassingen dus moeten voldoen aan twee criteria, te weten:

- Is het mogelijk het product te maken met SLS?
- Is het mogelijk het product te maken met direct 3D design?

Producten moet zich dus ook lenen voor persoonlijke aanpassing. Er is al onderzoek [Vink, 2003] gedaan naar het op grote schaal laten aanpassen van producten door consumenten ('mass customization'). Hieruit blijkt dat vooral producten die eigenschappen hebben die goed te vergelijken zijn, zogenaamde 'search attributes', geschikt zijn voor dit soort toepassingen. Producten waarvan een consument pas weet of

ze goed zijn door gebruik en dus ervaring, vallen af. Dit kunnen zowel niet duurzame producten; eten, als duurzame producten; een stofzuiger, zijn. Ook product met eigenschappen die ‘geloofd’ moeten worden zijn niet geschikt, de consument weet niet of het echt gaat werken, zoals bij bijvoorbeeld een anti-rimpelcrème. Met de juiste aanpassingen in het tonen van de producten aan de consument kunnen dit soort producten wel geschikter gemaakt worden.

In tabel 2.6 staat een overzicht van mogelijke productgroepen voor SLS met een daarbij behorend productidee. Dit overzicht is aan de hand van een brainstorm gegenereerd.

Tabel 2.6 Mogelijke productgroepen met een daarbij behorend productidee

Productgroep	Toepassing
Elektronicabeuizingen	Samenstellen van behuizing voor eigen elektronische schakeling zodat deze goed past rond de schakeling
Computerbeuizingen	Samenstellen van behuizing naar wens zodat de specifieke componenten die de consument wil erin passen. Verder kan de kast ook naar eigen wens ontworpen worden.
Opbergdoosjes	Samenstellen van doosjes waarin specifieke producten passen die de consument zelf nodig heeft, denk aan medicijnen, toiletpullen en dergelijke en een combinatie hiervan.
Sieraden	Men kan zijn eigen sieraden ontwerpen en deze met een bepaalde coating af laten werken, de grote vormvrijheid van SLS moet hierbij optimaal benut worden. Denk aan ringen, broches, oorbellen, etc.
Schoenen	Men laat eenmaal een 3D-model van de eigen voet maken en kan vanaf dan eigen schoenen ontwerpen met de eigen voet als uitgangspunt
Knoppen / Grepen	Men kan zijn eigen (deur)knoppen/grepen ontwerpen en deze met een bepaalde coating af laten werken, de grote vormvrijheid van SLS moet hierbij optimaal benut worden.
Lampen	Men kan zijn eigen lampen ontwerpen, de grote vormvrijheid van SLS moet hierbij optimaal benut worden.
Vazen	Men kan zijn eigen vaas ontwerpen en deze met een bepaalde coating af laten werken, de grote vormvrijheid van SLS moet hierbij optimaal benut worden.
Lego	Mocht men voor een bepaald ontwerp geen passend blokje kunnen vinden kan men zijn eigen blokjes ontwerpen
Maquettes	Men kan zijn eigen maquettes maken van gebouwen, ruimtes etc.
Modelauto's, modelvliegtuigen etc.	Vanaf een basisconcept kan een model aangepast worden tot een volledig functioneel chassis
Puzzels	Men kan SolidWorks-objecten importeren, laten inscannen of zelf maken met behulp van een interface. Vervolgens kan men hier naar eigen wens een 3D puzzel van maken.
Lijsten	Fotolijst met tekst of figuren erin verwerkt
PC-Randapparatuur	Gegevens over je hand invoeren en een muis op maat krijgen
(Machine)onderdelen	B.v. een specifiek tandwiel of lager (met precies de goede afmetingen, de goede gaten, etc.) samenstellen. Bedrijven kunnen in principe allerlei onderdelen vervangen door onderdelen van SLS.
Kantoorartikelen	B.v. plakbandapparaat in eigen vorm en met bedrijfslogo
Overige producten	In principe zou elk product natuurlijk met een persoonlijke touch aangepast kunnen worden. Bij SLS uit zich dit vooral in vorm, niet zozeer in kleur.

2.7 Wat zijn de huidige kosten op de markten van de toepassingsmogelijkheden?

Hieronder is inzichtelijk gemaakt in welke prijsklassen de producten ongeveer geschat worden.

Tabel 2.7 Overzicht huidige prijsklassen producten

Product(groep)	Prijs (€)	Specificatie
Elektronicabehuizing	0,50 - 130	Standaardbehuizingen, prijs afhankelijk van complexiteit
Computerbehuizing	50 - 300	Computerbehuizingen, voorzien van voeding en andere elektronica zoals ventilatoren.
Opbergdoosje	0,50 – 5	Opbergdoosjes voor specifieke zaken, niet uitwisselbaar
Sieraad	5 – 10.000	Goedkope sieraden tot zeer exclusieve kunstobjecten
Schoen	10 – 10.000	Van goedkope schoenen tot exclusieve designer shoes
Knop / Greep	2,50 - 50	Eenvoudig tot design
Lamp	5 – 1000	Eenvoudig tot design
Vaas	1 - 200	Eenvoudig tot design
Lego	0,01 – 5	Het gaat om één lego-blokje
Maquettes	50 - 1000	Heel specifieke prijzen, huidige methodes veel handarbeid, kan duur worden
Modelauto	20 - 100	Gelakt en soms voorzien van wielen aan het chassis
3D - Puzzel	20 - 50	Voor grote 3D puzzels van bijvoorbeeld gebouwen
Fotolijst	2 - 50	Afhankelijk van grootte en exclusiviteit
Muis	10 -50	Inclusief elektronica, alleen behuizing lastig te bepalen
(Machine)onderdelen	?	Hangt heel specifiek van de toepassing af, kan van centen tot duizenden euro's. Is nu lastig in te schatten
Plakbandapparaat	4 – 10	Standaard kantoorartikel

Uit deze cijfers blijkt dat SLS veel duurder is dan de huidige oplossingen op deze markten. Een klein product van SLS, waarvan er 50 tegelijk geproduceerd kunnen worden, kost namelijk al snel 50 euro. Het enige waar SLS qua kostprijs nu al mee kan concurreren zijn de sieraden. Bij deze sieraden zijn het wel vaak de materialen zoals goud, zilver en edelstenen die een deel van de uitstraling bepalen, en SLS heeft deze uitstraling niet, het zou daarom goedkoop aan kunnen doen.

Het is duidelijk dat SLS zich niet op een markt als geheel kan richten. Er zijn in elke markt wel niches te ontdekken waarbij SLS toepassen wel gewenst en succesvol zou kunnen zijn. De productideeën beschreven in de vorige paragraaf geven aan in welke kant van de markt SLS wel succesvol toegepast zou kunnen worden. Dit zijn dan duurdere en exclusievere producten die door hun bijzondere vorm het predikaat 'design' kunnen krijgen.

2.8 Hoe kan SLS met behulp van direct 3D design een markt succesvol benaderen?

In deze paragraaf wordt onderzocht hoe een markt succesvol te benaderen is voor SLS met behulp van direct 3D design. Dit kan op verschillende manieren, maar er zal vooral worden gekeken naar de sterke punten van de technieken, zodat ze op basis daarvan een positie in kunnen nemen op de markt.

2.8.1 SLS

Omdat in dit stadium al duidelijk is dat een consumentenproduct van SLS niet via de kostprijs een markt succesvol kan benaderen, dient duidelijk opgesteld te worden hoe SLS zich zou moeten profileren zodat een goede positie op een specifieke markt veroverd kan worden. De voordelen die voor een professionele consument (iemand die een product uit bedrijfsmatige redenen koopt) interessant zijn eigenlijk al op een rijtje gezet in paragraaf 2.2. Voor deze groep consumenten zijn de voordelen van productie met SLS duidelijk, en steeds meer bedrijven kiezen er ook voor producten of onderdelen van producten met SLS te produceren.

Onderzoek betreffende SLS is de afgelopen jaren vooral gericht op materialen en processen. De eerste inzet van deze technologie is op het vlak van werktuigbouw (machineonderdelen), en op het gebied van biomedische technologie (protheses). Dit omdat op deze terreinen SLS dus al wel economisch kan worden toegepast. Verder is de doorlooptijd verlaagd en de complexiteit van een product kan worden verhoogd, iets wat bijvoorbeeld voor protheses goed van pas komt. Ook het feit dat meerdere functies in een product verwerkt kunnen worden was van belang voor de werktuigbouw. Echter, de niet-professionele consument staat niet centraal bij de ontwikkeling van de technologie. Uit de lijst met voordelen van SLS in paragraaf 2.2 zijn slechts drie punten interessant voor de consument:

- Zeer grote vormvrijheid
- Meer functies in één product
- Zeer snel productie mogelijk

Op deze vlakken kan SLS zich onderscheiden, omdat dit, en zeker de combinatie hiervan, niet mogelijk is op andere manieren.

2.8.2 Direct 3D design

De invloed van direct 3D design is het realiseren van een idee versnellen. Verder geeft direct 3D design consumenten zelf de kans om een product aan hun eigen specifieke behoefte te laten voldoen. Direct 3D design kan SLS ook afremmen in zijn mogelijkheden tot complete vormvrijheid. Direct 3D design vraagt om parameters, en parameters om standaardisatie. Daarom dient er tijdens het onderzoeken rekening te worden gehouden met het zo ruim mogelijk ontwerpen van het parametrisch model, zodat het voordeel van SLS benut kan worden.

De twee grote voordelen van direct 3D design zijn dus:

- De consument kan zelf de ontwerpschoenen aantrekken
- Je idee werkelijkheid in één dag (in combinatie met SLS)

2.8.3 Succesvol benaderen

Wanneer men SLS met behulp van direct 3D design succesvol een markt wil laten benaderen, zal voor elke specifieke markt de behoefte naar pluspunten van SLS met direct 3D design onderzocht moeten worden. Gebruikmakend van deze sterke punten zal men de grootste kans hebben een markt succesvol te benaderen, aangezien direct 3D design met behulp van SLS zich op deze manier kan onderscheiden.

3 Elektronica behuizingen

3.1 Inleiding

Voor dit onderzoek is besloten om het proces van direct 3D design met behulp van SLS te richten op de markt van elektronica behuizingen. In dit hoofdstuk worden dan ook de eigenschappen van deze markt besproken en word dieper ingegaan op de mogelijkheden die direct 3D design met SLS heeft op deze markt.

3.2 Wat zijn de huidige oplossingen op het gebied van elektronica behuizingen?

Er zijn zeer veel verschillende soorten behuizingen op de markt. Voor dit onderzoek zal gekeken worden naar behuizingen die worden gebruikt om zelf gebouwde elektronische schakelingen in te beschermen. Dit kan zowel bedrijfsmatig als door een hobbyist gebeuren. Dit is dus bijvoorbeeld niet de behuizing van een mobiele telefoon, een controller van een spelcomputer of een ander complex product.

Tabel 3.1 Soorten Elektronica behuizingen

Soort behuizing:	Typering
19 inch / Inbouw / DIN-Rail	Is precies volgens normen met standaard componenten
Handheld	Wordt in de hand gebruikt, vaak rubber voor grip
Tafel	Een tafelmodel, is te zwaar om op te tillen
Muur	Wordt aan de muur bevestigd, kan met of zonder een deurtje
Sealend	Geheel afsluitende behuizing, kan geen lucht of water bij
Outdoor	Waterdichte, robuuste behuizingen, steviger dan sealende
Regelaars (met draaiknoppen)	Dit kan elk type zijn, knoppen zijn in de behuizing verwerkt
Connector omhulsels	Omhulsels die gebruikt worden om connectoren te beschermen
Afgeschermd (EMC / RF)	Hebben rondom een laag (of zijn) compleet geleidend.

Materialen behuizingen

- Metaal
 - o Aluminium
 - o Staal
- Kunststof
 - o Transparante kunststoffen
 - o ABS
 - o Polycarbonaat
 - o Polyester
 - o Etc.

Productiemethoden

De behuizingen worden over het algemeen op twee verschillende manieren geproduceerd.

- spuitgieten (Injection Moulding)

Bij het spuitgieten wordt er een kunststof granulaat dat onderweg smelt (de kunststof is een thermoplast) geïnjecteerd in een matrijs. Deze matrijs bestaat uit twee delen en bevat een holte met de vorm van het product. Onder druk wordt deze holte gevuld met de kunststof. Na een afkoelingsperiode opent de matrijs zich en het product wordt

verwijderd. Dan wordt dit proces herhaald. Deze techniek wordt vaak gebruikt voor grote series (>10.000) vanwege de hoge matrijskosten. Verder biedt spuitgieten ruimte voor enigszins complexe vormen. Dit proces kan ook plaatsvinden door twee stoffen met elkaar te laten reageren tot een thermoharder.



Figuur 8 Links een spuitgegoten behuizing, rechts een gemaakt met plaatmateriaal bewerkingen

- Plaatmateriaal bewerkingen (verspanen)

De andere manier om behuizingen te produceren is het bewerken van plaatmateriaal. Dit gebeurt met verspanende technieken, zoals boren en frezen. Gaten worden uitgeboord en groeven gemaakt op buigplaatsen, zo kan het product daarna eenvoudig in elkaar worden gebogen. Nadeel is dat hier lastig complexe vormen mee te maken zijn. Toch is er flink wat mogelijk. Deze techniek wordt dan ook gebruikt voor kleine series (<10.000) omdat matrijzen vaak te duur zijn.

Wil een klant een behuizing op maat heeft hij, kijkend naar deze traditionele productiemethoden dus twee opties. Bij kleine producties zijn redelijk complexe vormen niet mogelijk en dient hij te kiezen voor plaatmateriaal. Bij grote series is er meer vormvrijheid en wordt er gekozen voor spuitgieten. Er zijn echter enkele oplossingen op de markt waardoor deze bovenstaande regel niet altijd hoeft te gelden:

- Matrijzen uit meerdere delen

Er zijn technieken waarbij de matrijs niet uit twee, maar uit meerdere delen bestaat. Hierdoor kunnen producten variabele worden geproduceerd. In feite kan het product opgebouwd worden uit verschillende standaard onderdelen. Er zijn wel meer sporen zichtbaar van waar de verschillende matrijsdelen elkaar raken. [<http://www.fibox.com>]

- Rapid Injection Moulding

Rapid Injection Moulding, ofwel Supersnel spuitgieten kan door het laagwaardig verspanen van een aluminium matrijs snel en goedkoop gedaan worden. Deze matrijzen gaan niet zo lang mee maar de methode is betaalbaar voor series van 10-10.000 producten. [<http://www.protomold.co.uk>]

- Surplus Injection Moulding

Dit is een techniek waarbij al bestaande matrijzen worden aangepast tot nieuwe matrijzen. Het “surplus” slaat op het feit dat de matrijzen niet meer in gebruik, over, zijn. Het is in feite dus recyclen van oude matrijzen en de techniek is gebonden aan wat voor soort matrijzen beschikbaar zijn.

Verder zijn er enkele producenten van elektronicabehuizingen op de markt die gebruik maken van RP om een eerste prototype te fabriceren. Zo kan ook een enkele complexe vorm gecreëerd worden. RM wordt tot op heden nog niet gebruikt. [<http://www.sparkfun.com>]

3.3 Wat kosten de huidige oplossingen op het gebied van elektronicabehuizingen?

De kosten van een elektronicabehuizing zijn lastig in te schatten, aangezien er veel afhangt van welk type behuizing gekozen wordt, wat de afmetingen zijn, wat de eisen zijn qua afwerking en wat de complexiteit van de behuizing moet zijn. De huidige productiemethoden kunnen wel algemeen bekeken worden, en deze zijn zichtbaar gemaakt in onderstaande tabel.

Tabel 3.2 Eigenschappen huidige productiemethoden elektronicabehuizingen

Proces	Initiële kosten	Kosten per product	Seriegrootte
Spuitsieten	Hoog	Laag	Groot
Plaatmateriaal bewerkingen	Gemiddeld tot Laag	Gemiddeld	Klein tot Middel
Matrijzen uit meerdere delen	Hoog	Laag	Middel tot Groot
Rapid Injection Moulding	Gemiddeld	Laag	Klein tot Middel
Surplus Injection Moulding	Gemiddeld tot Hoog	Laag	Middel tot Groot

In paragraaf 3.6 worden specifieke producten vergeleken met een geschatte kostprijs bij product met SLS. Hierbij worden ook kosten genoemd voor de producten die als voorbeeld worden gebruikt. Dit kan wellicht iets meer inzicht geven in de prijs van elektronicabehuizingen.

3.4 Wat voor elektronicabehuizingen kunnen met behulp van SLS gemaakt worden?

In principe kan met SLS elk soort elektronicabehuizing worden gemaakt. De tijd die het kost en de kosten die gemaakt dienen te worden variëren met het type behuizing en de geometrie van die behuizing. Verder is het ook nog van belang of het product gecoat moet worden, en hoe. Afgeschermd behuizingen kunnen in principe gemaakt worden door ze te behandelen met een geleidende metaalcoating. Behuizingen kunnen geschikt gemaakt worden voor buitengebruik door ze te behandelen met een waterafstotende en duurzame coating. Door het toepassen van coatings kan elk gewenst resultaat bereikt worden. Alleen wanneer behuizing niet meer in de bouwkamer passen kunnen er problemen ontstaan. De behuizing kan in principe in stukjes geproduceerd worden, al zal dit niet de ideale oplossing zijn.

3.5 Wat voor elektronicabehuizingen kunnen gemaakt worden met behulp van direct 3D design?

Direct 3D design houdt in dat behuizingen parametrisch gemodelleerd moeten worden. Het ligt niet in de bedoeling van direct 3D design om gebruikers extreem complexe producten te laten ontwerpen, er zit een zekere mate van standaardisatie in. Dit betekent, zoals al eerder gesteld dat bijvoorbeeld een behuizing voor een mobiele telefoon of een controller voor een spelcomputer niet tot de doelgroep behoort. Het product dient niet teveel design te hebben.

Tabel 3.3 Overzicht van behuizingen die wel te maken zijn en behuizingen die niet te maken zijn

Voorbeelden niet te maken (Controller X-box 360, Nokia7610, Braun Elektrische Tandeborstel)



Voorbeelden wel te maken (Behuizing PC (www.thepc-factory.com), 19-inch behuizing, Tivoli Radio)



In tabel 3.3 is zichtbaar gemaakt welke behuizingen niet onder deze opdracht vallen, en wat voor behuizingen wel. Behalve te complexe geometrie kan met direct 3D design elk product gemaakt worden, zolang er maar genoeg functionaliteiten in het programma zitten. Complexe geometrie is natuurlijk wel te maken, maar dan kan een persoon net zo goed zelf aan de slag gaan met SolidWorks, omdat er dan geen tussenstap meer nodig is.

3.6 Wat zijn de kosten voor het gebruik van direct 3D design met SLS in combinatie met elektronicabehuizingen?

Deze vraag is in principe al uitgewerkt in hoofdstuk 2, maar er kan nog gekeken worden wat een specifieke oplossing nu zou gaan kosten. Hiervoor zal van een aantal reeds bestaande producten de kostprijs voor het produceren met direct 3D design en SLS bepaald worden.

De formule was de volgende.

$$K_p = \frac{160230 + J1779,75}{JP}$$

K_p staat voor kosten per product,

J staat voor aantal jobs per jaar, P staat voor aantal producten per job

We gaan uit van 120 jobs per jaar, dus dan is de functie als volgt :

$$K_p = \frac{3115}{P}$$

Behuizing 1



Figuur 9 BOPLA – EG 1240P

Tabel 3.4 BOPLA- EG1240P

Producent en typenummer		BOPLA - EG1240P [Farnell, 2007]
Kostprijs (per aantal)	1-9	€ 14,67
	10-24	€ 14,17
	25-50	€ 13,67
	50-100	€ 13,17
	100+	€ 12,66
Materiaal		Polystyreen
Afmetingen (mm)		125 x 67 x 40 ("lage" hoogte 28)
Productiemethode		Spuitgieten
Eigenschappen		Geen bijzondere
SLS met direct 3D design kostprijs		Aantal in Job: 80 Prijs per stuk: € 39

Behuizing 2



Figuur 10 Multicomp G858

Tabel 3.5 Multicomp G858

Producent en typenummer		Multicomp – G858 [Farnell, 2007]
Kostprijs (per aantal)	1 - 4	€ 21,60
	5 - 9	€ 17,16
	10 - 24	€ 14,24
	25 +	€ 12,16
Materiaal		ABS
Afmetingen (mm)		45 x 237 x 131 (95 op het smalle gedeelte onderaan)
Productiemethode		Spuitsieten
Eigenschappen		Opening voor display, handheld
SLS met direct 3D design kostprijs		Aantal in job: 18 Prijs per stuk: € 173

Behuizing 3



Figuur 11 OKW – A 90 93 107

Tabel 3.6 OKW A 90 93 107

Producent en typenummer		OKW – A 90 93 107 [Farnell, 2007]
Kostprijs (per aantal)	1 - 9	€ 34,90
	10 - 24	€ 34,07
	25 - 49	€ 33,21

	50 +	€ 31,27
Materiaal	ABS	
Afmetingen (mm)	210 x 200 x 48	
Productiemethode	Spuitsieten	
Eigenschappen	Er kan een deksel omhoog geklapt worden om bij de controle unit te komen, kan aan de muur bevestigd worden	
SLS met direct 3D design kostprijs	Aantal per job: 14 (valt miniem buiten marges) Prijs per stuk: € 223	

Deze eerste drie behuizingen zijn standaard behuizingen, bestelbaar uit een catalogus. Het is duidelijk dat SLS op het moment als productiemethode in het niet valt bij de massaproductie van spuitgieten. Stel echter dat men niet genoeg heeft aan deze standaard behuizingen, maar er nog een hele serie gaten in wil fabriceren, en nog wat klemmetjes moet toevoegen om componenten vast te kunnen maken, dan kost dat arbeid. Het is interessant om te zien hoe een behuizing zich dan verhoudt. Deze volgende behuizingen zijn overigens vergeleken bij een aantal van 100 stuks. Hoe lager het aantal, hoe positiever direct 3D design met SLS eruit komt, omdat de designkosten van één product hoger liggen dan van 100 tegelijk. Daarom is er voor elk product ook een break-even point uitgerekend.

Behuizing 4



Figuur 12 Toolless SE003

Tabel 3.7 Toolless SE003

Producent en typenummer	Toolless SE003 [http://www.toolless.com]
Initiële designkosten	€780 (€668 - €891), voor één product bij afname van 100: €8
Kosten per product bij 100 stuks	€28 (€22 - €33)
Totale kostprijs bij 100 stuks	€36 (€29 - €42)
Materiaal	Onbekend

Afmetingen (mm)	127 x 89 x 31 mm
Productiemethode	Plaatmateriaal bewerkingen
Eigenschappen	-
SLS met direct 3D design kostprijs	Aantal per job: 72 Prijs per stuk: € 43
Break-evenpoint	Vanaf 53 stuks is SLS duurder als productiemethode

Behuizing 5



Figuur 13 Toolless MIS002

Tabel 3.8 Toolless MIS002

Producent en typenummer	Toolless MIS002 [http://www.toolless.com]
Initiële designkosten	€2413 (€2225 - €2600), voor één product bij afname van 100: €24
Kosten per product bij 100 stuks	€103 (€97 - €108)
Totale kostprijs bij 100 stuks	€127 (€119 - €134)
Materiaal	Onbekend
Afmetingen (mm)	305 x 229 x 51 mm
Productiemethode	Plaatmateriaal bewerkingen
Eigenschappen	-
SLS met direct 3D design kostprijs	Aantal per job: 6 Prijs per stuk: € 519
Break-evenpoint	Vanaf 6 stuks is SLS duurder als productiemethode

Behuizing 6



Figuur 14 Toolless SE002

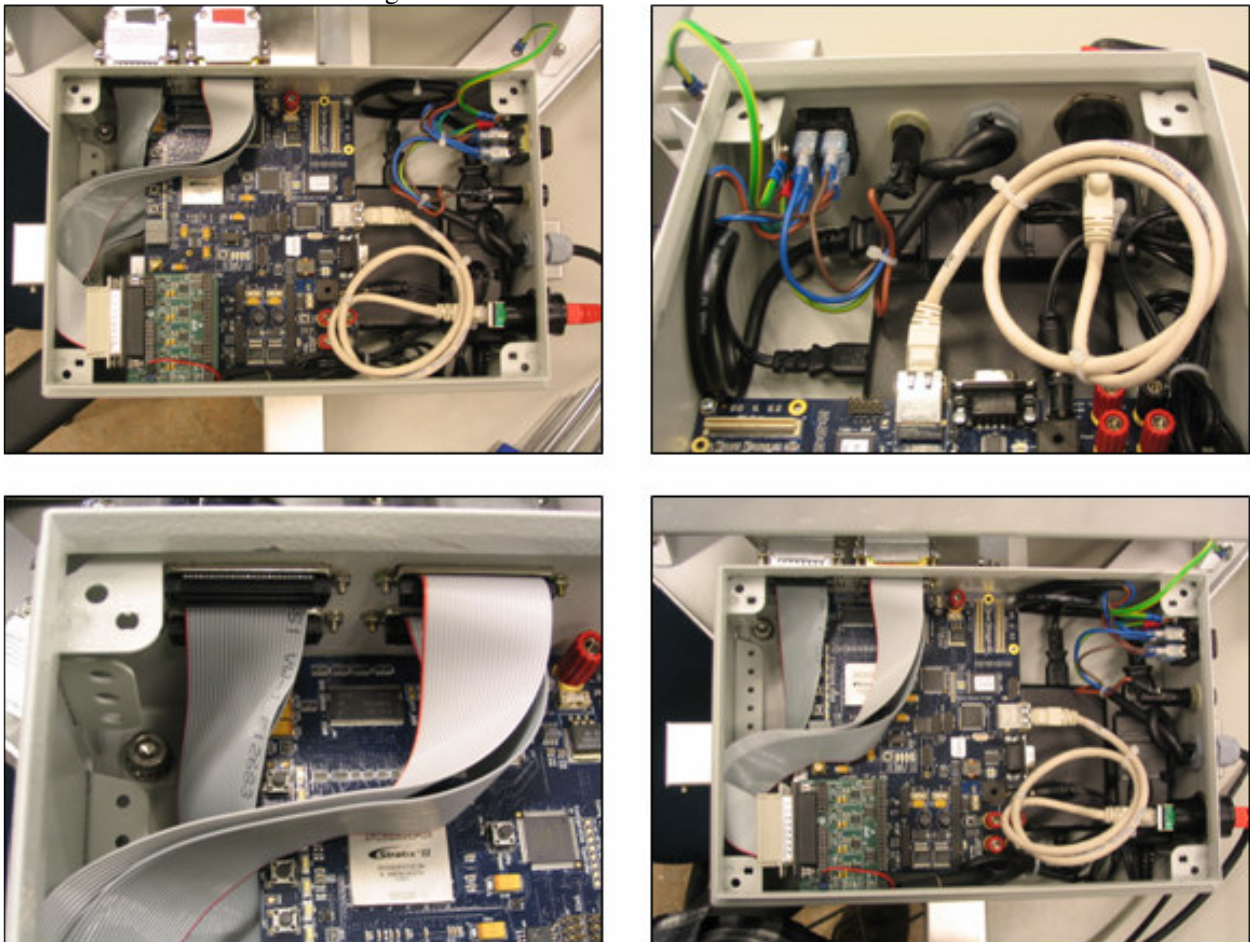
Tabel 3.9 Toolless SE002

Producent en typenummer	Toolless SE002 [http://www.toolless.com]
Initiële designkosten	€928 (€742 - €1114), voor één product bij een afname van 100: €9
Kosten per product bij 100 stuks	€38 (€30 - €45)
Totale kostprijs bij 100 stuks	€47 (€37 - €56)
Materiaal	Onbekend
Afmetingen (mm)	127 x 89 x 13
Productiemethode	Plaatmateriaal bewerkingen
Eigenschappen	-
SLS met direct 3D design kostprijs	Aantal per job: 174 Prijs per stuk: € 18
Break-evenpoint	SLS is altijd goedkoper als productiemethode

Het is aan de hand van behuizing 4 tot en met 6 dat de afmetingen van de behuizingen een grote rol spelen. Bij behuizing 5 is SLS al snel veel duurder, aangezien er maar 6 in één job passen, en behuizing 6 is veel goedkoper dan de huidige productie methode aangezien er 174 in één job passen.

Tot slot zal er nog een laatste voorbeeld uit de praktijk worden behandeld. Dit is een behuizing gemaakt door EMDES in opdracht van TNO. De schakeling wordt gebruikt in een project waarbij supporters van ADO Den Haag die spreekkoren aanhieven geïdentificeerd kunnen worden door middel van een richtmicrofoon. Voor deze behuizing is een stalen behuizing gebruikt, maar er had er ook een van kunststof gebruikt kunnen worden. Verder is vanuit Emdes aangegeven dat er nog 3 uur aan deze behuizing is gewerkt voor dat hij klaar was. Alle gaten en bevestigingspunten moesten nog gemaakt worden.

Behuizing 7



Figuur 15 Behuizing voor richtmicrofoon ADO-project, Emdes

Tabel 3.10 Onbekend type behuizing, gebruikt door Emdes

Producent en typenummer	Onbekend, gebruikt in Ado-Project Emdes
Kosten per product	€ 50,-
Kosten voor op maat maken per product	3 uur arbeid a €60: €180
Totale kostprijs	€ 230
Materiaal	Aluminium
Afmetingen (mm)	270 x 180 x 90
Productiemethode	Plaatbewerking
Eigenschappen	-
SLS met direct 3D design kostprijs	Aantal per job: 6 Prijs per stuk: €519

Deze behuizing is duurder om te produceren met SLS, dit komt door de grootte van de behuizing. Met deze behuizing “win” je met SLS per behuizing €180 omdat de behuizing niet meer aangepast hoeft te worden als je hem eenmaal ontvangen hebt. Dit is een belangrijk gegeven om te onthouden.

4 Componenten in elektronica behuizingen

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal gekeken worden naar de componenten van een elektronica behuizing. Dit om een beter inzicht te krijgen van hoe elektronica behuizingen opgezet worden en hoe uiteindelijk een parametrisch model eruit moet komen te zien. Tot slot moet dit stuk onderzoek de laatste randvoorwaarden geven voor het programma van eisen.

4.2 Welke componenten worden gebruikt in elektronica behuizingen?

In deze tabel staan veel voorkomende elektrische componenten. Natuurlijk omvat deze lijst niet alle componenten die er op de markt zijn, maar voor dit onderzoek en het type schakeling waarvoor het model nu ontwikkeld wordt, is dit afdoende.

Tabel 4.1 Overzicht van elektronische componenten

Krachtbronnen	Elektromechanische sensoren en actuatoren
• Knoopcel batterijen • Penlite batterijen • 9 Volts batterijen • Accupack	• Microfoon • Luidspreker • Schakelaar • Ventilatoren
Actieve componenten	Passieve componenten
• Diodes • Transistoren • IC (chip) • LCD (Liquid Crystal Display) • LED (Light Emitting Diode) • Elektromotor • Andere actieve componenten • Triac / Thyristor • Unijunction transistor	• Zekering • Weerstand • Condensator • Spoel • Magnetische versterker • Piëzo-elektrisch kristal • Transformator • Schakelaar • Relais
Foto-elektrische apparaten	Verbindende componenten
• Lichtgevoelige weerstand • Fotodiode • Zonnecel	• Connectoren, plugs, sockets • Printplaat • Verbindingen met kabels • Flexfolie
Thermo-elektrische apparaten	Overig
• Thermistor • Thermokoppel • Peltier element	• Verschillende soorten antennes • Koellichamen • Bevestigingscomponenten

4.3 Welke van deze componenten zijn in welke mate voor de behuizing geometriebepalend?

Het is interessant om de afmetingen van de componenten te weten, zodat er rekening mee gehouden kan worden bij het opzetten van de behuizing. Echter, niet alle componenten zijn geometriebepalend.

Er zijn een aantal condities waarbij een component wel geometriebepalend is. Dit zijn:

- Grootte; dusdanige grootte dat er rekening meegehouden moet worden
- Regelaars; de componenten regelen de schakeling en moeten bediend kunnen worden
- Communicatie; de componenten verzorgen communicatie en moeten bereikbaar zijn
- Terugkoppelaars; de componenten geven output en moeten zichtbaar zijn
- Koelementen; de componenten dienen zich op een goed geventileerde plek te bevinden
- Onderhoud; de componenten vergen onderhoud of moeten vaak vervangen worden

Doordat een component aan deze eisen moet voldoen om geometriebepalend te zijn, kan er geschrapt worden in de lijst van elektronische componenten die is opgesteld. De componenten die overblijven zullen met uitleg van hun invloed genoemd worden in de volgende tabel.

Tabel 4.2 Overzicht van geometriebepalende componenten

Component	Uitleg
Grootte	
Printplaat	De printplaat is de basis en bepaalt in 2D de geometrie van de behuizing. De hoogte (de derde dimensie) hangt dan af van de grootste component op de printplaat
Bevestigingscomponenten	Er zijn onderdelen in de behuizing die ervoor zorgen dat componenten en de behuizing zelf ergens aan bevestigd kunnen worden. Deze zijn vaak geometriebepalend
Regelaars	
Lichtgevoelige weerstand	De werking van dit element berust op licht en kan dus niet midden in een donkere behuizing geplaatst worden. Er is een gat zo groot als de receptor nodig of een transparant plaatje.
Fotodiode	Idem
Zonnecel	Idem
Instelbare passieve componenten	Deze componenten zoals een potmeter (instelbare weerstand), moeten af en toe variabel ingesteld kunnen worden en daarom bereikbaar zijn, direct of achter een klepje
Schakelaar	Schakelaars zetten (delen van) de schakeling aan en uit en kunnen gebruikt worden om instellingen te veranderen, deze dienen direct bereikbaar te zijn
Peltier element	De werking van dit element berust op warmte, wellicht is het nodig om dit te baseren op de omgevingstemperatuur. Er is een gat zo groot als de receptor nodig of het zit achter een ventilatie rooster.
Thermokoppel	Idem
Thermistor	Idem
Microfoon	Hierbij ontvangt de schakeling geluidssignalen, er dient wellicht een uitsparing te komen om de microfoon beter bereikbaar te maken

Communicatie	
Connectoren	Om communicatie met andere apparaten te verzorgen dienen er aansluiting voor connectoren te zijn
Terugkoppelaars	
LCD (Liquid Crystal Display)	Om terugkoppeling te kunnen verzorgen op een display dient deze display zichtbaar te zijn door de behuizing, een uitsparing is dus nodig
LED (Light Emitting Diode)	Om terugkoppeling te kunnen verzorgen via lichtsignalen dient dit component zichtbaar te zijn in de behuizing, een uitsparing is nodig
Luidspreker	Hierbij zendt de schakeling geluidssignalen, er dient wellicht een uitsparing te komen om de luidspreker beter bereikbaar te maken
Koelelementen	
Ventilatoren	Een ventilator zorgt voor een luchtstroom door de behuizing om de schakeling af te koelen. Deze dient of koude lucht naar binnen te blazen of warme lucht naar buiten. Er dient dus een uitsparing voor de luchtstroom in de buurt van de ventilator te zijn
Koellichamen	Koellichamen zorgen voor geleiding van warmte en dienen deze warmte af te kunnen dragen aan lucht die in contact staat met de omgeving van de behuizing
Onderhoud	
Krachtbronnen	Batterijen moeten wellicht vaak vervangen worden en dienen daarom goed bereikbaar te zijn, bijvoorbeeld achter een klep

4.4 Hoe worden deze elektrische componenten bevestigd in deze behuizingen?

De meeste componenten worden direct bevestigd op de printplaat. In productieprocessen worden componenten meestal bevestigd met Surface Mount Technology (SMT). Voorheen en in thuissituaties werden componenten in de printplaat geprikt, het zogenaamde through-hole. De meeste componenten van een elektrische schakeling zijn dan ook bevestigd op een printplaat. De overige componenten worden bevestigd aan de behuizing. Dit zijn dan vooral connectoren, sensoren en actuatoren en natuurlijk de printplaat zelf.

Manieren om de componenten te bevestigen op volgorde van voorkomen:

Printplaat

- Schroeven in behuizing
- Los, positionering door connectoren die uit de behuizing steken
- Ergens inschuiven
- Klikverbinding

Connectoren, Sensoren en Actuatoren

- Bout en moer
- Los, zit vast aan printplaat
- Schroeven in behuizing
- In een uitsparing schuiven (vooral bij displays)
- Klikverbinding

Het is teveel werk om van alle componenten specifiek de geometrie en de bevestigingsmethoden weer te geven. Voor de componenten die in het model verwerkt worden zal dit nog uitgezocht worden

5 Programma van Eisen en Wensen

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het programma van eisen en wensen opgesteld. Dit geeft een goede basis om te gaan ontwerpen en later is het een checklist voor het gerealiseerde ontwerp. Elke paragraaf geeft een overzicht van de specifieke eisen en wensen. Deze zijn samengesteld aan de hand van het vooronderzoek.

5.2 Welke eisen en wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een behuizing?

Uit het voorgaande onderzoek en uit observatie gedurende dit onderzoek zijn eisen en wensen naar voren gekomen. Deze zijn in onderstaande tabellen te zien. Voor de behuizing zijn de eisen gegenereerd vanuit de functies die een behuizing heeft.

Tabel 5.1 Eisen en Wensen van elektronicaontwerpers met betrekking tot een behuizing

Functie	Eis / Wens
Geometrie hebben	De behuizing dient groot genoeg te zijn om alle componenten voor de schakeling te kunnen bevatten
	De behuizing dient volgens de gespecificeerde toleranties geproduceerd te worden
	Ribbes, uithollingen, uitstulpingen en voegen dienen verwerkt te kunnen worden in de behuizingen
Componenten beschermen	De behuizing dient componenten te beschermen bij een impuls met een gespecificeerde kracht
	De behuizing dient componenten te beschermen tegen gespecificeerde weersomstandigheden
	De behuizing dient spatwaterdicht te zijn
	De behuizing dient de componenten te beschermen tegen een gespecificeerde hoeveelheid UV-licht
	De behuizing dient een gespecificeerde hoeveelheid elektromagnetische straling door te laten
	De behuizing dient componenten te beschermen tegen de gespecificeerde trillingen
	De behuizing dient componenten te beschermen tegen gespecificeerde temperaturen
	De behuizing dient aan een gespecificeerde vlamvertragings-standaard te voldoen
Input en Output doorlaten	Connectoren moeten door de behuizing heen bereikbaar zijn
	Connectoren moeten aan de behuizing bevestigd kunnen worden
Componenten bereikbaar houden	Gespecificeerde componenten moeten vervangen kunnen worden door de eindgebruiker
	De componenten moeten vervangen en gerepareerd kunnen worden door de producent
	De schakeling moet bereikbaar kunnen zijn door middel van een klep, deurtje of iets dergelijks
Componenten bevestigen	De componenten dienen allen bevestigd te kunnen worden in/aan de behuizing
Uiterlijk hebben	De gespecificeerde cosmetische standaard moet bereikt worden
	De behuizing dient een gespecificeerde kleur te hebben
	De behuizing dient een gespecificeerde textuur te hebben

Transporteerbaar zijn	Het product moet transporteerbaar zijn
Prijs hebben	Het product dient niet meer te kosten dan een vergelijkbaar product waarbij de tijd die de gebruiker zelf kwijt is aan de behuizing meetelt
Informatie geven	Bij verschillende onderdelen op de behuizing moet tekst kunnen staan
Duurzaam zijn	Het product moet een gespecificeerde tijd meegaan

5.3 Welke eisen en wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een parametrisch model?

Tabel 5.2 Overzicht van eisen en wensen van elektronicaontwerpers met betrekking tot een parametrisch model

Functie	Eis / Wens
Parametrisch zijn	Afmetingen moeten parametrisch ingesteld kunnen worden
Standaarden ondersteunen	Het model moet geldende standaarden ondersteunen en deze moeten kunnen worden toegepast

5.4 Welke eisen en wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een interface van een parametrisch model?

Tabel 5.3 Overzicht van eisen en wensen van elektronicaontwerpers met betrekking tot de interface

Functie	Eis / Wens
Bedienbaar zijn	De invoermogelijkheden dienen niet te uitgebreid te zijn
	Elektronici kunnen zoveel mogelijk zelfstandig het systeem leren
	Gebruikte iconen en shortcuts zijn zo duidelijk mogelijk
	De interface is logisch geordend
Informatie tonen	Opgevraagde informatie dient direct getoond te worden
	Er dient geen overdaad van informatie getoond te worden
Navigeerbaar zijn	De gebruiker dient eenvoudig te kunnen switchen tussen verschillende niveaus in het systeem

5.5 Welke eisen en wensen hebben secundaire gebruikers met betrekking tot direct 3D design van elektronicabehuizingen?

Tabel 5.4 Overzicht van eisen en wensen van secundaire gebruikers

Secundaire gebruiker	Eis / Wens
Ontwerper model	Het model en de interface dienen het beoogde resultaat te kunnen bewerkstelligen
	Het ontwerpproces dient een leereffect te hebben voor de ontwerper
TNO	Het model moet leiden tot het meer toepassen van de SLS-technologie
“Software uitwerkers”	Het model en de interface dienen modulair te zijn zodat dit eenvoudig aangepast en uitgebreid kan worden
Productiebedrijf	De gebruiker moet weten welk bedrijf zijn product maakt
	De output van het model moet compatible zijn met de productiemethoden van de producent

	De output van het model dient eenvoudig en snel in productie genomen te kunnen worden
Ontwikkelaars die het model op een andere productgroep willen toepassen	Het model en de interface dienen overzichtelijk te zijn opgebouwd
	Het model en de interface moeten een opbouw hebben die op meerdere vlakken toepasbaar is
	Er dient een goede documentatie te zijn van de processtappen die doorlopen zijn om tot het resultaat te komen

6 Parametrisch Model

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de totstandkoming van dit model en vervolgens hoe het model werkt en hoe het is opgebouwd.

6.2 Welke mogelijkheden geeft SolidWorks om parametrische modellen te maken?

Solidworks 2007, want dat is de versie waarmee gewerkt wordt, heeft verschillende mogelijkheden om parametrisch te ontwerpen.

Ontwerpen kunnen via een designtabel aangestuurd worden. Een designtabel is een Excel-bestand met daarin verschillende dimensies gespecificeerd. Deze dimensies kunnen in Excel veranderd worden en eveneens kunnen dimensies van elkaar afhankelijk gemaakt worden. Ook kunnen verschillende configuraties van eenzelfde product gemaakt worden. Dit resulteert in parametrische modellen waarvan de informatie opgeslagen is in een tabel in Excel.

Verder heeft SolidWorks een plug-in, Driveworks [<http://www.driveworks.co.uk>]. Deze plug-in stuurt de designtabel aan zonder dat de gebruiker de designtabel ziet. Er kan via verschillende input een formulier gegenereerd worden, wat de ontwerper zelf of een derde persoon kan invullen en op die manier wordt er een nieuw onderdeel in SolidWorks gegenereerd. DriveWorks maakt waarschijnlijk ook gebruik van de SolidWorks API. Omdat de code van het programma niet zichtbaar is, is dit niet zeker, maar wel zeer waarschijnlijk.

De SolidWorks API (“Application Programming Interface”) is een reeks instructies waarmee SolidWorks aangestuurd en aangepast kan worden. Deze API kan aangeroepen worden vanuit een ander programma of vanuit een macro. Ondersteunde programmeertalen zijn Visual Basic 6.0, Visual Basic for Applications, Visual Basic.Net, Visual C#.Net, Visual C++ 6.0 en Visual C++.Net [SolidWorks, 2007].

Een macro is voornamelijk bedoeld om taken die vaak voorkomen op te slaan en met slechts een handeling te herhalen. Veel iconen in computerprogramma’s zijn in feite een soort macro’s. De gebruikers kan macro’s opnemen, opslaan en later weer afspelen. Macro’s kunnen ook worden geprogrammeerd of veranderd met behulp van Visual Basic for Applications. Deze programmeerinterface wordt met SolidWorks meegeleverd.

De andere programmeertalen kunnen worden gebruikt met andere interfaces. Deze kunnen vanuit een op zichzelf staand programma SolidWorks aanroepen, of als plug-in bij het opstarten van SolidWorks aanwezig zijn, bijvoorbeeld als extra menubalk.

6.3 Welke ontwerpkeuzes moeten er gemaakt worden aan de hand van het programma van eisen en wensen?

Tabel 6.1 Overzicht van eisen en wensen met betrekking tot het model

Functie	Eis / Wens
Parametrisch zijn	Afmetingen moeten parametrisch ingesteld kunnen worden
Standaarden ondersteunen	Het model moet geldende standaarden ondersteunen en deze moeten kunnen worden toegepast

De opgestelde eisen en wensen spreken in principe voor zich. Met standaarden ondersteunen wordt bedoeld dat componenten die veel gebruikt (bijvoorbeeld gaten voor een printerpoort) worden, ook verwerkt kunnen worden in het model.

Tabel 6.2 Overzicht van eisen en wensen van secundaire gebruikers met betrekking tot het model

Secundaire gebruiker	Eis / Wens
Ontwerper model	Het model dient het beoogde resultaat te kunnen bewerkstelligen
	Het ontwerpproces dient een leereffect te hebben voor de ontwerper
TNO	Het model moet leiden tot het meer toepassen van de SLS-technologie
“Software uitwerkers”	Het model dient modulair te zijn zodat dit eenvoudig aangepast en uitgebreid kan worden
Productiebedrijf	De gebruiker moet weten welk bedrijf zijn product maakt
	De output van het model moet compatible zijn met de productiemethoden van de producent
	De output van het model dient eenvoudig en snel in productie genomen te kunnen worden
Ontwikkelaars die het model op een andere productgroep willen toepassen	Het model dient overzichtelijk te zijn opgebouwd
	Het model moet een opbouw hebben die op meerdere vlakken toepasbaar is
	Er dient een goede documentatie te zijn van de processtappen die doorlopen zijn om tot het resultaat te komen

Uit de eisen en wensen van secundaire gebruikers volgt in ieder geval dat het model overzichtelijk en duidelijk moet worden opgezet. Verder moet het model de juiste output genereren. Voor Rapid Manufacturing is de meest geschikte output een STL-file. Tot slot moet het model leiden tot meer toepassen van de SLS-technologie en moet de gebruiker weten welke producent zijn product maakt. Dit kan door in een later stadium hier banners en extra knoppen voor toe te voegen.

6.4 Wat is de werking van het parametrisch model?

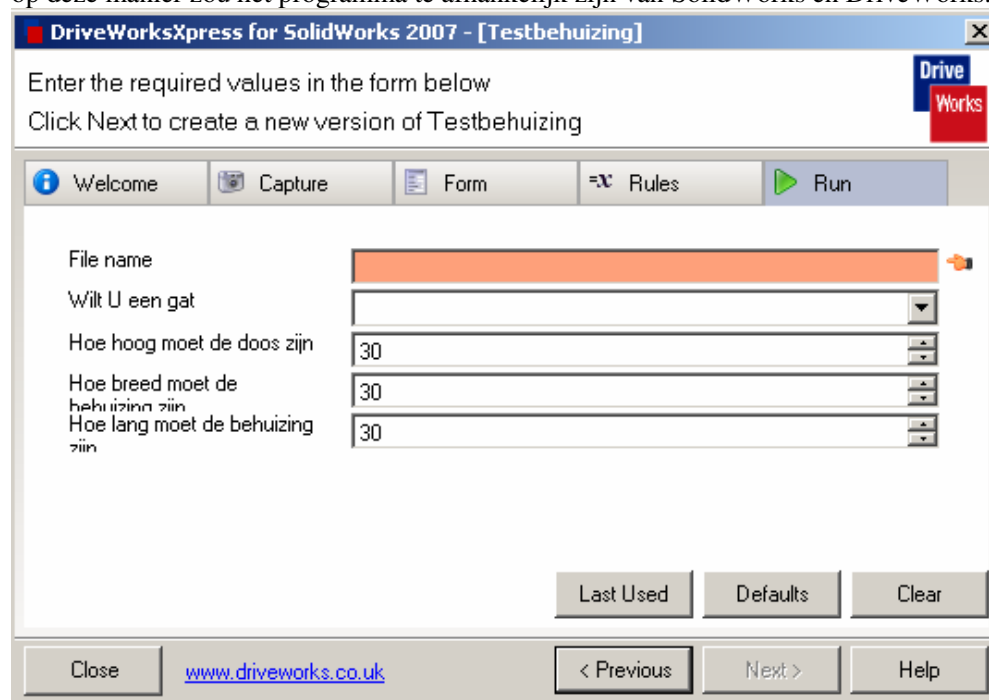
6.4.1 Introductie van elektronische componenten

Omdat er aan deze eerste versie van het model niet al te veel tijd gespendeerd kan worden dient er een keuze gemaakt te worden voor de componenten die in het model verwerkt worden. Besloten is om het model ook te testen op enkele voorbeeld schakelingen. De keuzes voor de functionaliteiten van het model zullen afhangen van het type componenten op de schakelingen die gebruikt zullen worden voor de test. Veel van deze elektrische componenten hebben standaard maten, zoals de grootte van een printerpoort bijvoorbeeld. Deze kunnen dus met een bepaalde tolerantie gewoon in het model worden verwerkt. Er zijn echter ook onderdelen die niet altijd dezelfde maten

hebben. Hiervoor zal een variabele geometrie opgezet moeten worden. Omdat dit niet heel complexe vormen zijn kan met eenvoudige basisvormen (cirkel, rechthoek etc.) het grootste gedeelte omvatten. In de praktijk komt het er ook op neer dat de meeste aansluitingen rechthoekig of cirkelvormig zijn.

6.4.2 Keuze voor werkingsprincipe

Er waren verschillende keuzes voor het opzetten van het model. Als eerste was duidelijk dat het ontwerpen via een designtabel niet ideaal zou zijn. Dit zou erg omslachtig en statisch worden en er waren betere opties voorhanden. Toen is gekeken naar DriveWorks, een plug-in voor SolidWorks. Deze plug-in ondersteunde het stapsgewijs leiden van gebruikers door verschillende keuzemogelijkheden en stuurde automatisch SolidWorks aan. Dit leek een goede optie, want een ontwerper zou weinig hoeven te programmeren en er zou meer tijd besteed kunnen worden aan de andere delen van het onderzoek. Met de leverancier van Driveworks in Nederland, Design Solutions is een aantal maal gesproken over het verkrijgen van het programma. Helaas bleek dit programma geen optie, de licentie, die minstens een jaar zou moeten duren, was te duur. Na het aflopen van de licentie zou het programma ook niet meer werken en op deze manier zou het programma te afhankelijk zijn van SolidWorks en DriveWorks.



Figuur 16 Een screenshot van DriveWorks Xpress

De aansturing van het model is dus zelf geprogrammeerd. Zoals al eerder gesteld zijn er verschillende programmeertalen waarmee SolidWorks aangestuurd kan worden. Vanwege de voorkennis van de ontwerper, de beschikbare tijd en de beschikbare hulpmiddelen [Tragter et al, 2003] was Visual Basic for Applications de beste optie. Deze programmeertaal is direct gekoppeld aan SolidWorks, in tegenstelling tot de andere programmeertalen, waarbij steeds koppelingen naar SolidWorks aangemaakt moeten worden. Ook is Visual Basic for Applications een eenvoudige programmeertaal en relatief snel aan te leren.

6.4.3 *Visual Basic for Applications*

Visual Basic for Applications (VBA) is een vorm van Visual Basic dat bedoeld is om bijbehorende programma's aan te sturen, te automatiseren en te vereenvoudigen. Het wordt meestal gebruikt om herhalende taken te automatiseren. Met één druk op de knop kan een serie handelingen afgespeeld worden. VBA is een hogere programmeer taal, dat wil zeggen dat er veel herkenbare woorden in worden gebruikt en de geschreven code over het algemeen goed leesbaar is. Wanneer een programma niet slordig is opgezet is het vaak eenvoudig om de werking te achterhalen. Met VBA is een programma eenvoudig te automatiseren en kan de functionaliteit van het programma uitgebreid worden. Dit is dan ook het voornaamste gebruik van VBA. Een nadeel van VBA is dat de functies en objecten, waarmee een programma aan te roepen is, niet uitbreidbaar zijn. Wanneer een functie niet bestaat is het vaak niet mogelijk om via een combinatie van andere functies en objecten een functie of object toch te creëren.

Het parametrisch model is dus opgezet als macro, met behulp van Visual Basic for Applications. In SolidWorks is een basisbehuizing gemodelleerd. De afmetingen van deze behuizing kunnen worden aangepast met behulp van de macro. Eveneens zorgt de macro ervoor dat er features aan de basisbehuizing kunnen worden toegevoegd.

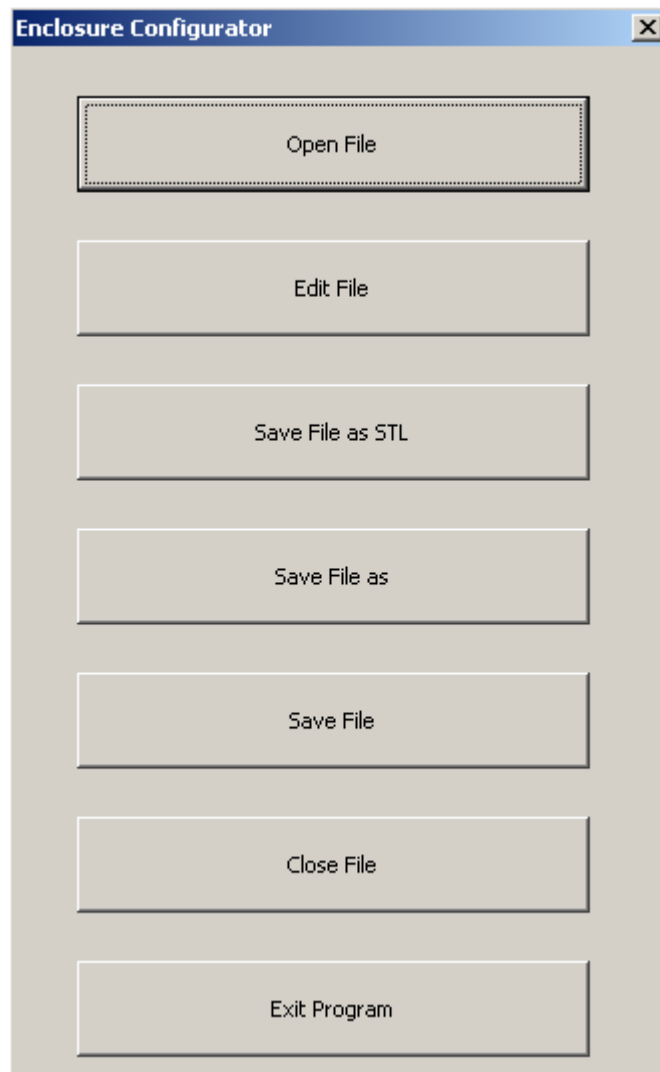
6.5 **Het programma in SolidWorks**

De gebruiker start in een leeg scherm van Solidworks. Hij (of zij) dient nu de macro te starten. Dit kan op twee manieren, de playknop en dan de macro selecteren door er naar toe te browsen, of eventueel een knop direct aan de macro te verbinden (figuur 17). Ook is het mogelijk om een macro direct met SolidWorks op te starten. Een beschrijving hiervan staat in bijlage E.



Figuur 17 De iconen waarmee macro gestart kunnen worden. De meest rechtse icoon is toegevoegd en start direct de juiste macro.

De gemaakte macro bestaat uit 6 verschillende menu's. Er is een opstartscherm en een afsluitscherm, puur ter informatie. Verder is er een hoofdmenu, een edit part menu, een feature manager en een scherm waarin features toegevoegd of veranderd kunnen worden. Deze verschillende menu's zullen nu besproken worden.



Figuur 18 UserForm1

UserForm1

Dit is het hoofdmenu. Hier kan men een document openen, afsluiten, opslaan, opslaan als, opslaan als STL, het programma beëindigen en er voor kiezen het document te bewerken. Wanneer men een document opent wordt er gecheckt of de file geschikt is voor het programma.

Edit File

Length (Between 10 and 260)
89

Width (Between 10 and 260)
100

Height (Between 10 and 380)
31,5

Choose Wall Thickness

- ☒ Normal (3mm)
- ☐ Thick (4mm)
- ☐ Strong (5mm)

Select a view

Top Bottom

Left Right

Front Back

3D Front

< ^ >

V

☒ Show lid and box

☐ Show box

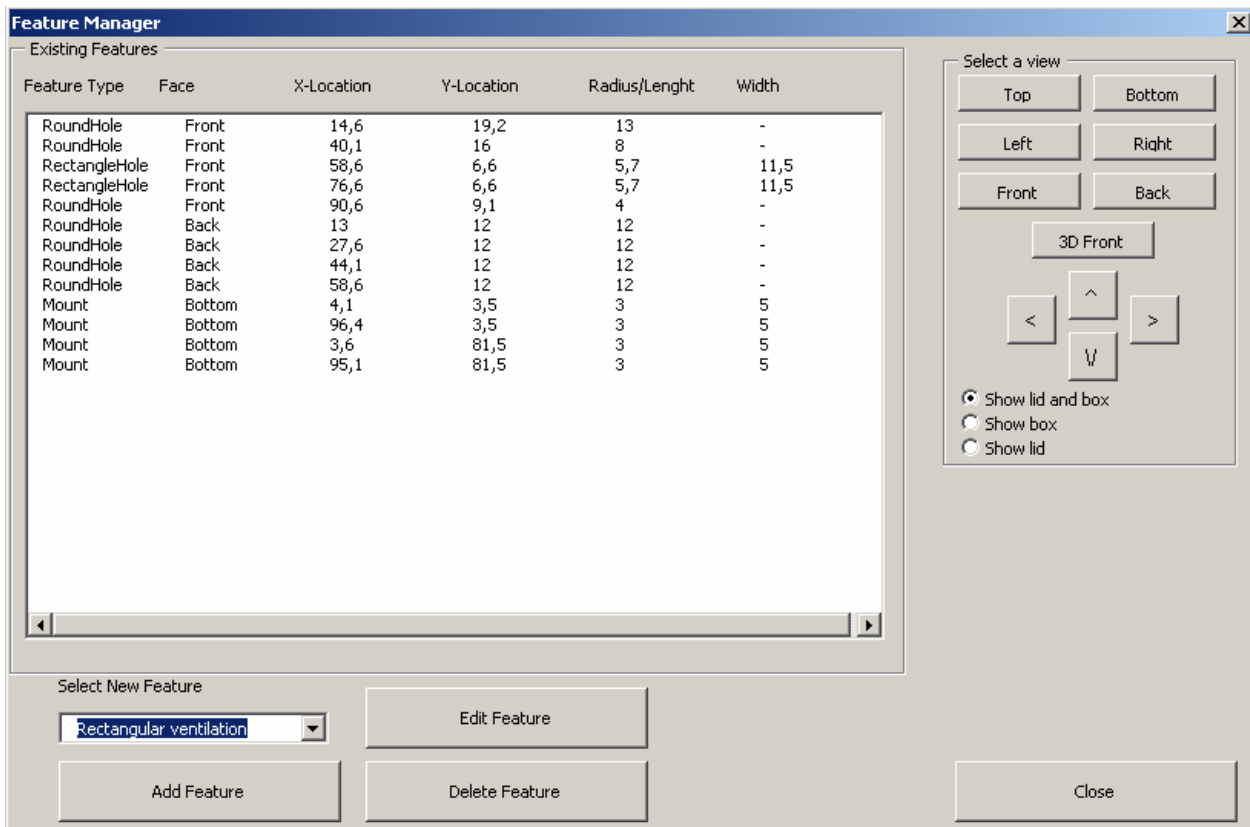
☐ Show lid

Update part Feature Manager Close

Figuur 19 UserForm2

UserForm2

Dit is het “edit part menu”, waar men het document kan bewerken. De hoofdmaten van het product zijn hier aan te passen. Verder kan men hier voor het eerst in het programma het zicht op het model veranderen. Men kan het model ronddraaien en voor verschillende standaard aanzichten (views) kiezen. Ook kan men er voor kiezen om alleen het deksel of alleen de doos te bekijken. Verder kan het part geupdate worden nadat men gegevens heeft veranderd. Tot slot kan men het menu weer afsluiten of de feature manager openen. Verder is de maximale lengte, breedte en hoogte afhankelijk van de bouwkamer. Er is nu dus geen mogelijkheid om de doos op zijn zij te bouwen en de lengte groter te maken. De wanddikte is gebaseerd op testen waarbij bleek dat 3 en 4 al afdoende was.



Figuur 20 UserForm3

UserForm3

Dit is de featuremanager. Het opvallendste is de grote lijst die te zien is. Hierin wordt een overzicht gegeven van de in het part aanwezige features. Men kan ook het aanzicht op het model weer veranderen en het menu afsluiten. Er kunnen ook features toegevoegd worden. Door op “add feature” te klikken word de feature die op dat moment in de lijst erboven staat geselecteerd en wordt er een nieuw menu geopend. Wanneer er al features in de grote lijst staan kunnen deze geselecteerd worden, en vervolgens verwijderd (delete) of aangepast (edit) worden. De beschikbare features zijn een rond gat, een rechthoekig gat, een printerpoort (9, 15 en 25 polig), een ventilatie op een rechthoekig vlak en een mounting. (Een afstandshouder met een gat waarin zelftappers gedraaid kunnen worden). Deze staan in een dropdownlist onder “Select New Feature”.

Add Round Hole

Attention: the location of the feature on a face is calculated by the standard view of that face

Select side to place feature
Top

Distance from origin in x-direction: 15
Distance from origin in y-direction: 28

Diameter: 7

Apply

Close without applying

Select a view

Top Bottom
Left Right
Front Back
3D Front

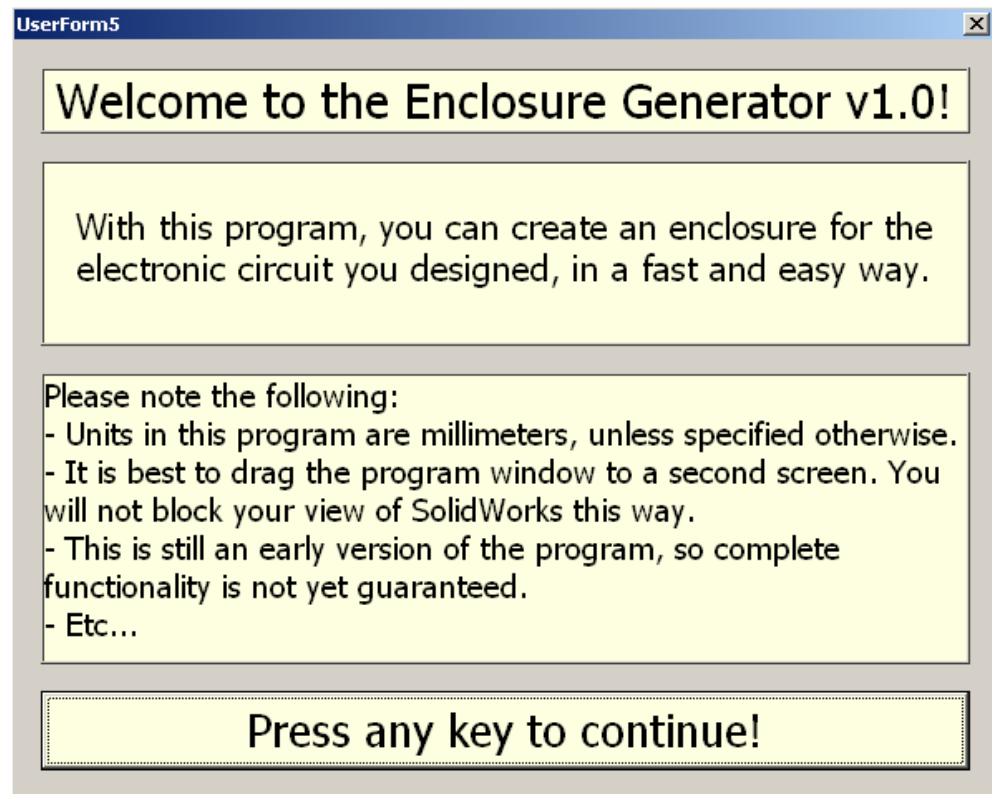
< ^ >
v

☒ Show lid and box
☐ Show box
☐ Show lid

Figuur 21 UserForm4

UserForm4

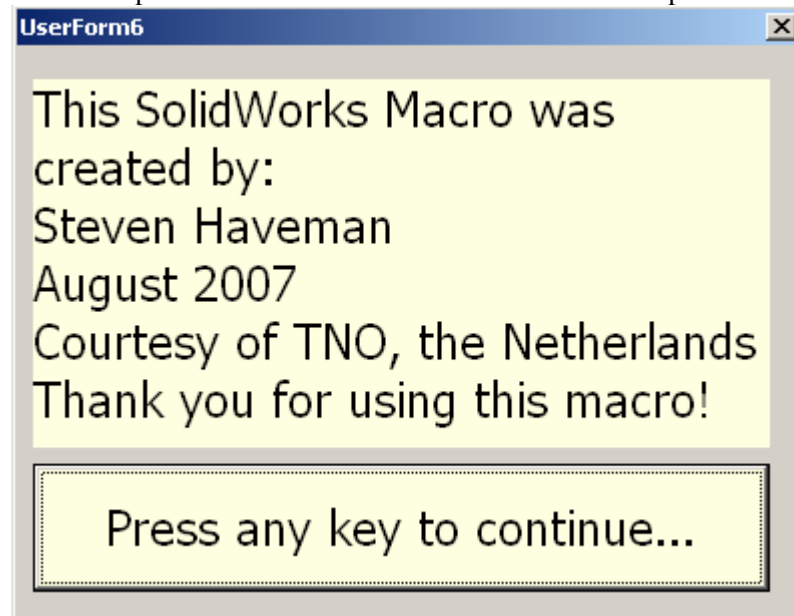
In dit menu kunnen de gegevens voor een nieuwe feature ingevoerd worden. Er kunnen maten ingesteld worden en ook het vlak waarop de feature geplaatst moet worden. Dit formulier wordt gebruikt voor alle features bij zowel het creëren van een nieuwe feature als wel bij het aanpassen van een feature. De tekst is anders per feature. De afstanden die ingevuld moeten worden hebben betrekking op de coördinaten van dit punt ten opzichte van de oorsprong.



Figuur 22 UserForm5

UserForm5

Dit is het opstartscherm. Hier staat een welkomstboodschap en enkele instructies.



Figuur 23 UserForm6

UserForm6

Dit is het afsluitscherm met de credits.

6.5.1 *Achterliggende code*

De code van het programma bestaat uit 11 onderdelen. Er zijn 6 userforms (menu's) en 5 modules. De userforms bestaan uit zowel code als een ontwerp van een menu. De modules bestaan alleen uit code. De code van de userforms bestaat uit reacties op verschillende events (gebeurtenissen) die uitgevoerd worden op het formulier, zoals het aanklikken van een knop. De code van de modules bestaat uit subs (subroutines) en functions. Subs en functions zijn procedures, een reeks code die wordt uitgevoerd. Het verschil is dat een function een waarde teruggeeft, en een sub niet. Het programma begint in de module main, in de sub main. Wat de userforms ongeveer doen is al besproken, nu zal een globaal overzicht gegeven worden van de achterliggende code. De gehele code is overigens te vinden in bijlage D, deze code is eenvoudig te begrijpen doordat er veel opmerkingen in staan (dan begint de zin met een apostrof) en de programmeertaal redelijk simpel is.

Module Main

In deze module begint het programma in de sub main. Verder zorgen de subs in deze module voor de aansturing van de userforms. Alle userforms worden geïntialiseerd en gevuld met informatie, voor zover ze dat al niet waren en voor zover dat kan.

Module FeatureCheck

Deze module kijkt bij verschillende acties gedurende het programma in de sub namecheck over welke feature het gaat. Dan wordt de daarbij behorende sub aangeroepen. In deze featurespecifieke sub worden verschillende acties ondernomen, zoals het vullen van userforms en het aansturen van de module PartBuild met de juiste informatie. Ook wordt er hier gekeken of invoer correct is, dat wil zeggen, of het wel getallen zijn.

Module PartBuild

In deze module staan alle subs die iets aan het model (part) veranderen. Dit is gebeurd voor de overzichtelijkheid, en omdat in elke module niet een hele rits variabelen opnieuw gedefinieerd hoeft te worden. De eerste sub, ChangeDimensions, verandert de hoofdmaten van het part. Er is een zekerheid bij ingebouwd die er voor zorgt dat bij een fout de oude instellingen hersteld worden.

Verder zijn er een aantal subs die features aanmaken. Deze zijn allemaal op dezelfde manier opgebouwd. Ze zetten eerst de binnengekomen waarden om naar waarden die later gebruikt zullen worden. Vervolgens wordt gekeken of de feature niet verkeerd, buiten de behuizing, is gepositioneerd. Als dit zo is wordt de subroutine afgebroken, anders gaat hij verder. Als de feature aangepast werd, wordt op dit moment de oude feature gedelete, het is immers zeker dat de nieuwe feature goed gebouwd kan worden. De nieuwe feature wordt dan ook gemaakt na de selectie van het juiste vlak van de behuizing en het omzetten van enkele coördinaten omdat de oriëntatie van sommige vlakken anders is. Tot slot krijgt de feature een naam in SolidWorks en wordt de feature lijst in het programma bijgewerkt en getoond.

Omdat er geen informatie opgeslagen kan worden in het programma zelf, is de naam van de feature gebruikt om de informatie over de feature op te slaan. Dit gebeurt in de volgende opmaak:

Feature naam – Vlak waarop de feature is gemaakt – X-locatie – Y-Locatie – Maat – Maat. Hierbij zijn de laatste twee maten soms niet actief, soms breedte en lengte en soms schroefmaat en hoogte, afhankelijk van de feature.

Ook is er nog een feature die het deleten van features mogelijk maakt, een sub die de feature lijst bijwerkt en tot slot een sub die regelt of de behuizing en de deksel te zien zijn, of alleen een van de twee.

Module BuildSupport

Deze module bevat twee subs en is gecreëerd om de code in de rest van het programma overzichtelijker te maken door grote stukken zich herhalende code uit andere subs te halen. De eerste sub betreft het selecteren van een face, een vlak waarop gebouwd moet worden. De andere sub regelt het aanpassen van het aanzicht.

Module InputCheck

De module InputCheck is de vijfde en laatste module. Deze bevat echter geen subs maar functions. Deze functions kijken namelijk of de waardes die worden doorgegeven voor features en de hoofdmaten van het part toelaatbaar zijn en indien dit zo is geven zij de waarde “True” terug en anders de waarde “False”. Deze waardes zijn zo ingesteld dat er aan de rand een speling is van één mm, zodat er geen features op de rand kunnen worden geplaatst. Een uitzondering is de mounting, waarbij de feature wel in de wand kan “staan”.

6.6 Hoe ziet het parametrisch model eruit in SolidWorks?

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de verschillende onderdelen van het model in SolidWorks zelf. De afbeeldingen staan op de volgende pagina's.

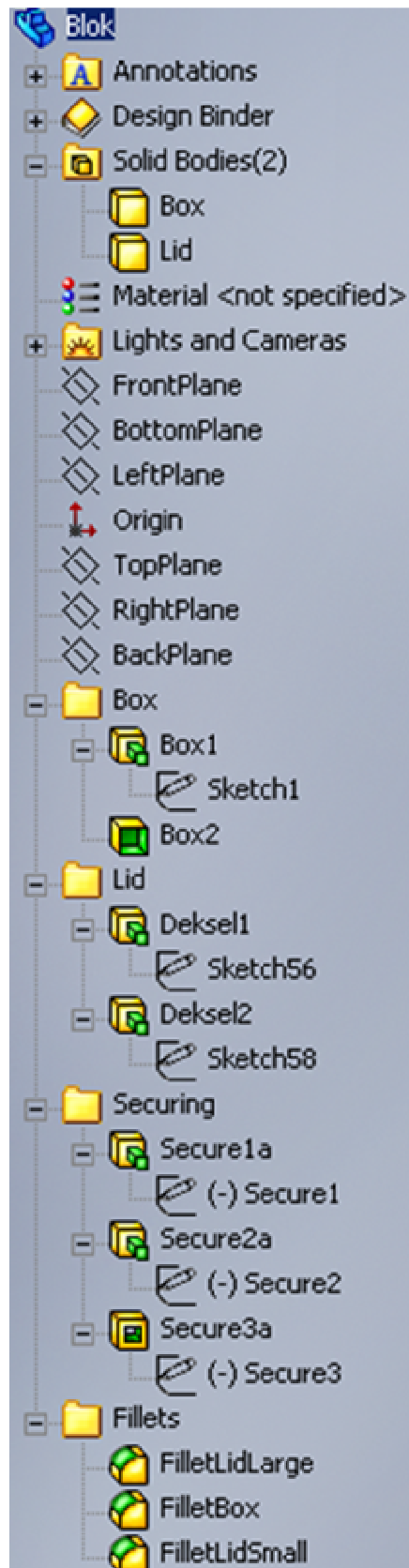
In figuur 24 is de feature manager design tree van Solidworks te zien. Dit is van het part in lege staat en alle mappen zijn uitgevouwen. Er is te zien dat er twee solid bodies zijn, box en lid. Dit houdt in dat het part dus uit twee losse delen bestaat, die apart opgeslagen worden op het moment dat het part omgezet wordt naar STL-formaat. Er zijn zes planes, drie standaard planes en drie aangemaakte. Deze zijn gepositioneerd op alle binnenvlakken van de doos en deksel. Vanaf deze planes worden de features dan ook aangemaakt. Een cut-extrude komt dus ook van binnenuit.

Verder bestaat de box uit een extrude en hier weer een shell van. De deksel bestaat uit twee extrudes, een grote die op de box rust en een kleine die in de box valt. De securing omvat de ronde uitsteeksel op de hoekpunten. Dit zijn twee extrudes, aan beide delen van het part een. Ook is er een cut-extrude die door beide delen van het part gaat. Tot slot zijn er drie fillets. Een voor de box, en twee voor het deksel, omdat de extrude deksel2 fillets van maximaal 1.25 mm aan kan. De andere twee fillets zijn altijd de helft van de wanddikte.

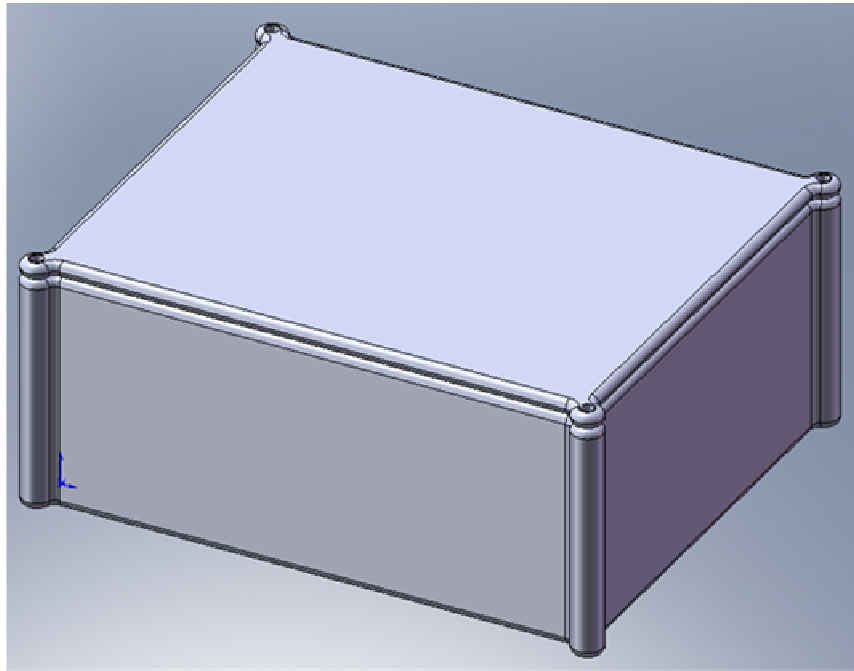
In figuur 25 is de behuizing te zien in lege staat. De behuizing bestaat uit twee delen, een deksel en een doos. De twee delen zijn aan elkaar te bevestigen door middel van vier schroefgaten in de ronde hoekpunten.

In figuur 26 is de doos te zien zonder deksel. De binnenkant van de behuizing is geel, zodat er een duidelijk contrast is tussen binnen en buitenkant.

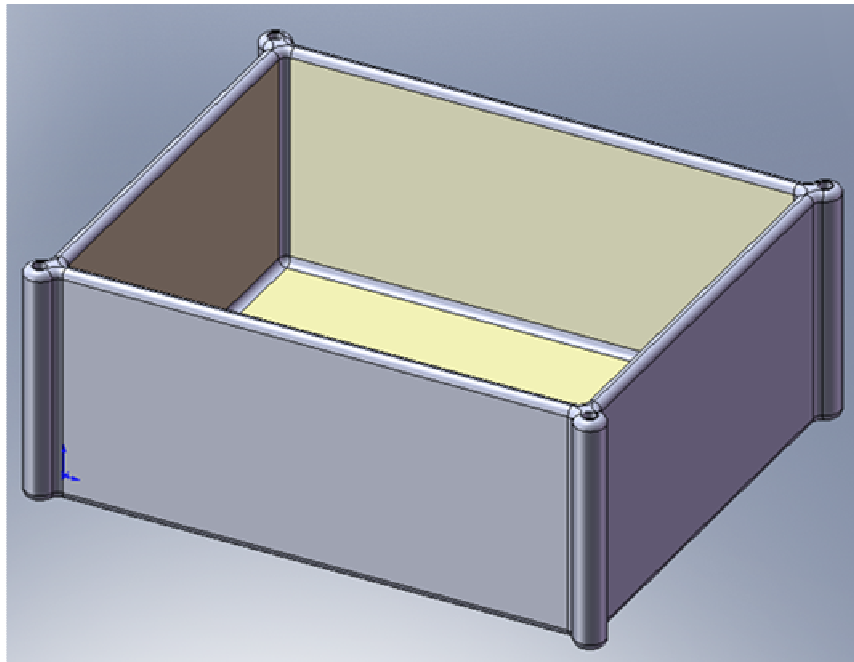
In figuur 27 is alleen de deksel te zien. De deksel is omgedraaid. Duidelijk is te zien dat de deksel in de doos kan vallen. Ook de binnenkant van de deksel is geel.



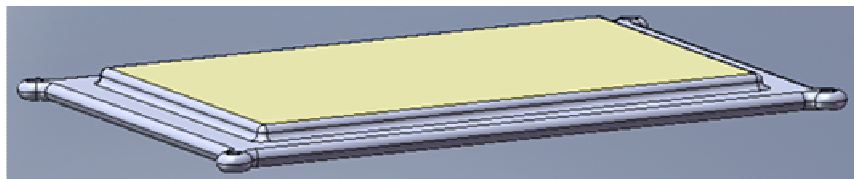
Figuur 24 Overzicht van de feature manager design tree in SolidWorks met het model geopend



Figuur 25 Het model in 3D-aanzicht



Figuur 26 De doos van de elektronica-behuizing



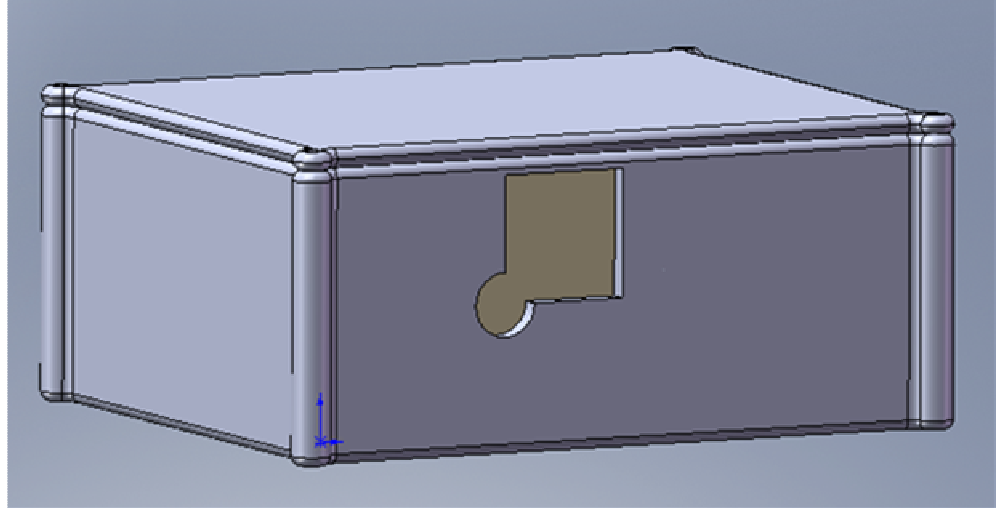
Figuur 27 Het deksel van elektronica-behuizing, op zijn kop

6.7 Hoe verder te gaan met het model

In deze paragraaf wordt beschreven hoe het model verder ontwikkeld kan worden. Eerst worden problemen besproken die op dit moment nog aanwezig zijn in het model. Vervolgens wordt aangegeven hoe een feature toegevoegd kan worden en tot slot worden tips gegeven voor het uitbreiden van het model.

6.7.1 Bekende problemen

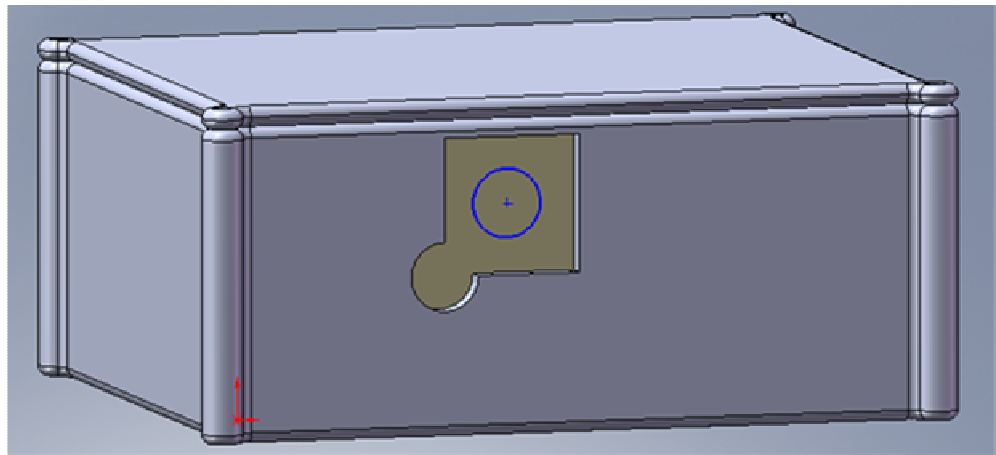
Features kunnen in en door andere features geplaatst worden



Figuur 28 Een voorbeeld van twee features in elkaar geplaatst, een rond gat en een rechthoekig gat

Een feature kan op dit moment in een andere feature geplaatst worden. Dit kan schadelijke gevolgen hebben voor het werken van het programma, maar kan soms ook wenselijk zijn. Zo kan er bijvoorbeeld met ronde gaten en rechthoekige gaten een bepaalde soort uitsnijding gemaakt worden, zoals in figuur 28. Het kan er echter ook voor zorgen dat het programma vastloopt, dat er een fout ontstaat. Dit is voornamelijk het geval als een feature in een compleet lege ruimte wordt geplaatst, zoals in figuur 29. Ook kan het zo zijn dat er aan de binnenkant een mounting zit, en dat aan de buitenkant dan een gat wordt geplaatst die de mounting laat “zweven”. Dit resulteert ook in een fout. Tot slot kan er nog zero-thickness geometry optreden, maar dit verschijnsel wordt apart besproken.

Om dit op te lossen is of een uitgebreide test nodig die kijkt of features in elkaar vallen, net zoals nu al gebeurt om te kijken of features buiten de behuizing vallen, of bij een fout moet zo opgetreden worden dat het programma niet crasht en dat de actie ongedaan gemaakt wordt.



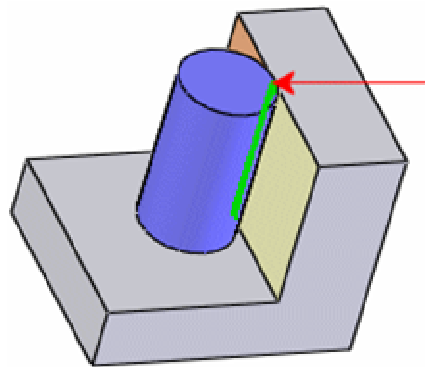
Figuur 29 Dezelfde figuur als figuur 28, alleen nu met een sketch (blauw) geïntroduceerd

Tekst en uitleg in Label 2 en Label 3 op UserForm4 is soms onduidelijk

In Label 2 en Label 3 op UserForm4 is, afhankelijk van de feature, niet genoeg ruimte om de tekst te plaatsen en deze uitleg is soms ook niet echt heel duidelijk. Het menu zou herontworpen moeten worden om genoeg ruimte voor deze labels te hebben en de uitleg moet duidelijker worden.

Zero-Thickness geometry

In SolidWorks moet elke rand twee aangrenzende vlakken hebben. Wanneer een mounting in SolidWorks zo wordt geplaatst dat hij precies langs de rand van de behuizing staat zoals in figuur 30 heeft deze geen twee aangrenzende vlakken, maar drie. De groene lijn heeft dan drie aangrenzende vlakken. Dit verschijnsel wordt zero-thickness geometry genoemd. Dit is vrij eenvoudig op te lossen, maar kan op veel vlakken voorkomen. De huidige oplossing is dat de diameter van de mounting met 0.0001 millimeter wordt vermeerderd. Dit houdt in dat de mounting waarschijnlijk nooit op dezelfde coördinaat terechtkomt als de wand van de behuizing. Niemand bemaat zijn behuizing namelijk als bijvoorbeeld 20,00001 mm.



Figuur 30 Een voorbeeld van zero-thickness geometry [SolidWorks, 2007]

Niet alle fouten worden opgevangen

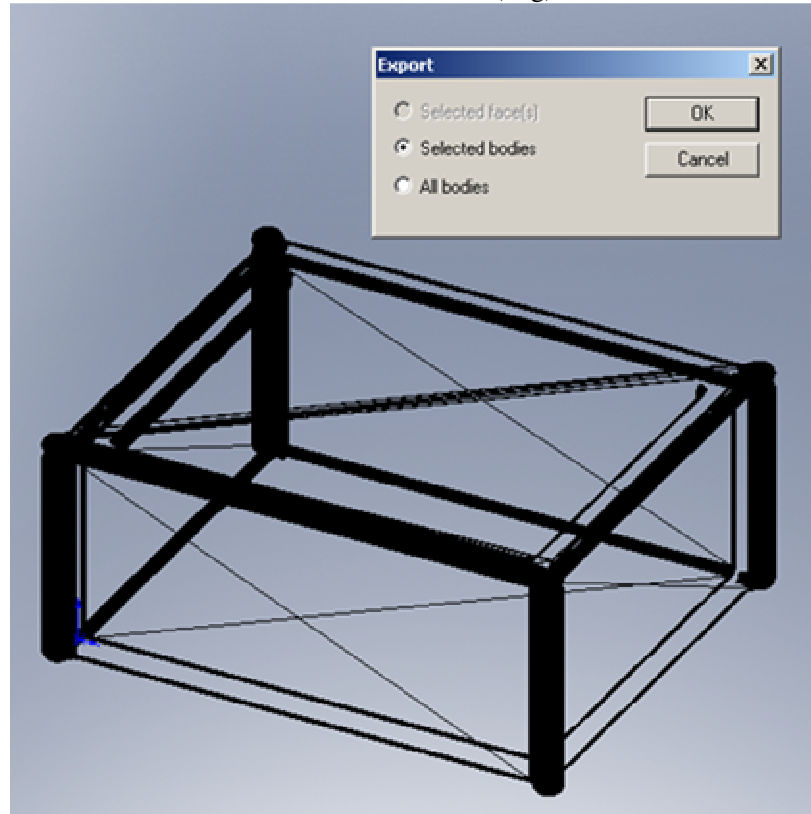
Niet alle fouten worden in het programma opgevangen. Wanneer er nu iets onverwachts fout gaat, dan loopt het programma vast en moet het afgesloten worden of kan de debugger opgestart worden. Het is niet wenselijk dat de gebruiker zelf in de code gaat rondkijken, dus dient dit nog voorkomen te worden.

Een mogelijkheid is om de ErrorHandler te gebruiken. Deze ErrorHandler kan aan het begin van het programma actief gemaakt worden door in de code toe te voegen: On

Error GoTo ErrorHandler. Deze ErrorHandler kan dan bijvoorbeeld de laatste actie in SolidWorks ongedaan maken en dan het programma van een vaste plek vervolgen

Exporteren als STL

Het exporteren als STL gaat prima, alleen doordat het part uit twee delen bestaat dienen deze afzonderlijk geselecteerd te worden en opgeslagen als STL. Ook dit gaat goed, alleen dient een gebruiker altijd aan te geven bij een multibody part of hij de “Selected bodies” of “All bodies” wil exporteren. De gebruiker dien dus tweemaal selected bodies te selecteren, zoals te zien in figuur 31. Dit is een beperking in de functionaliteit van VBA en de SolidWorks API en kan helaas (nog) niet omzeild worden.



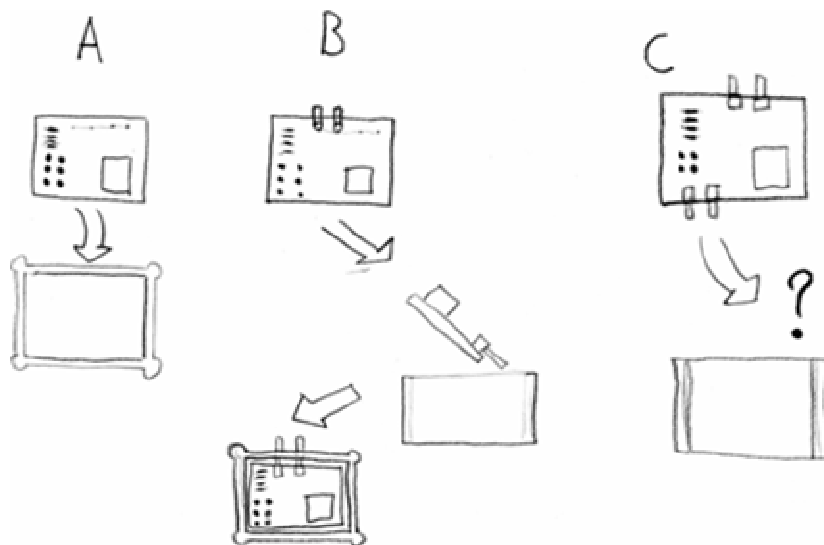
Figuur 31 Het scherm dat men te zien krijgt bij het exporteren als STL

“Lid en Box” fout

De drie optionbuttons voor het laten zien van het deksel en de doos worden bij verandering op alle drie de forms (UserForm2 t/m 4) bijgewerkt. Af en toe in het programma echter hebben alle optionbuttons de waarde “false” en is er dus geen enkele aangevinkt. De oorzaak hiervan is onbekend.

Printplaat past soms niet in behuizing

Er zijn printplaten waarop connectoren zitten die enkele centimeters uitsteken buiten de printplaat, met de bedoeling om ook de behuizing uit te steken. Stel dat de print zo ontworpen is dat er aan tegenoverliggende zijdes connectoren met die eigenschappen vastgemaakt zijn. Het voordeel van de huidige opzet van het model is dat het vrij eenvoudig is om de behuizing nauw om de printplaat te laten sluiten. Maar als er connectoren uitsteken kan dit er toe leiden dat de printplaat niet past. In feite zou er een soort simulatie moeten komen die test of de printplaat wel in de behuizing geplaatst kan worden. Een illustratie van dit probleem is te zien in figuur 32



Figuur 32 Voorbeelden van het plaatsen van een printplaat in een behuizing

Naamgeving feature

De naamgeving van een feature in SolidWorks is nu nog toereikend, maar er bestaat de kans wanneer er in de toekomst features in het programma worden toegevoegd die in SolidWorks uit meerdere features bestaan (we hebben het dus over twee verschillende soorten features, features in het model, zoals een DB9port en feature in SolidWorks zoals een cut-extrude). Wanneer het in SolidWorks twee features zijn zal er iets aan de naamgeving moeten veranderen zodat een feature niet dubbel in de lijst staat in de feature manager, maar ook nog verwijderd kan worden.

Verschuiving hoekpunten

De ronde hoekpunten, de secure features in SolidWorks worden gecreëerd met een linear sketch pattern. Deze sketch pattern is niet goed ingesteld ten opzichte van de behuizingen en heeft tot gevolg dat bij veranderen van de wanddikte de sketch heel iets verschuift, wat ongelijk hoekpunten tot gevolg heeft.

6.7.2 Features toevoegen

De procedure voor het toevoegen van een feature is de volgende:

- Stap 1: Bepaal een naam voor de feature
- Stap 2: Gebruik `UserForm3.ComboBox1.AddItem "Nieuwe naam hier"` in `UserForm3_Initialize`. Bij de rij die er al staat. Deze naam mag uitgebreid zijn
- Stap 4: Bepaal een afkorting voor de naam, zoals RectVent voor Rectangular Ventilation. De naam moet wel herleidbaar zijn uit de afkorting.
- Stap 5: Creëer een nieuwe sub in Module Partbuild, die `createNieuweNaam` heet.
- Stap 6: Bepaal hoe de feature gebouwd kan worden en kijk welke feature die al aanwezig is daar het meest op lijkt
- Stap 7: Kopieer de sub van die feature, naar je eigen feature en pas deze aan tot deze klopt. De bedachte afkorting is het eerste item bij het aanmaken van de naam. Benoem alvast een function in `InputCheck`.
- (Opmerking: Wanneer je een sketch uit meerdere delen maakt, vergeet dan het commando `Part.SetInferenceMode (False)` niet. Dit commando zorgt ervoor dat sketchdelen niet aan elkaar klitten)
- Stap 8: Maak de benoemde function in `InputCheck` en stel de regels op.

- Stap 9: Maak een sub voor je feature in FeatureCheck en kopieer wederom gegevens van de meest lijkende feature naar de nieuwe sub
- Stap 10: Verander de code zodat deze klopt voor jouw feature
- Stap 11: Voeg in de sub FeatureCheck.NameCheck de twee If...Then statements toe voor de nieuwe feature.
- Stap 12: Test de feature en los eventuele problemen op

6.7.3 *Uitbreiden van het model*

Hieronder worden verschillende aanbevelingen gedaan voor het uitbreiden van het model. Deze aanbevelingen zijn willekeurig gerangschikt.

- Meer features

Er kunnen verschillende features toegevoegd worden, de mogelijkheden zijn eindeloos. Er zou bijvoorbeeld gefocust kunnen worden op features die de mogelijkheden van SLS meer benadrukken en assemblagetijd verminderen, zoals klikvingers om printplaten vast te klikken.

- Vastmaken deksel

Er is wel gedacht over het vastmaken van het deksel, maar niet heel uitgebreid. Er is bewust gekozen voor het positioneren van de schroeven aan de buitenkant van de behuizing, zodat er aan de binnenkant geen rekening gehouden hoeft te worden met extra ruimte voor de schroeven. Nu zijn schroeven niet een mooie en handige oplossing wanneer er de beschikking is over de vormvrijheid van SLS. Daarentegen, kliksystemen worden bij deze afmetingen erg priegelig en niet stevig en er zal enig onderzoek gedaan moeten worden naar een optimaal bevestigingssysteem dat meteen mee uitgeprint kan worden.

- Hulp bij of model voor toleranties

Een elektronicaontwerper heeft beschikking over de precieze maten van zijn schakeling. Hij weet hoe groot alles moet zijn, maar moet wel rekening houden met de toleranties in het bouwproces en de ruimte om de printplaat. Hier is momenteel nog geen ondersteuning voor.

- Opslaan verbeteren

Op dit moment wordt in de code de plek van opslaan vastgelegd en worden files automatisch overschreven. Dit is niet ideaal, alleen levert VBA in tegenstelling tot bij het openen van een file, bij het opslaan van een file geen dialoog, dus dat compliceert de eventuele oplossing.

- Interactiever in SolidWorks

Op dit moment is het programma statisch. Aan de ene kant is dit goed, om de ontwerper niet teveel vrijheid te geven, aan de andere kant zou het geheel iets interactiever kunnen zijn teneinde frustratie te voorkomen en interessanter te blijven. De menu's van het programma zijn nu modal, dat wil zeggen dat er niets buiten het menu actief kan worden gemaakt (in SolidWorks). Dit betekent dat de gebruiker nu wel een stapel iconen in SolidWorks ziet maar hier niets mee kan. Verder staat het menu ook in de weg, want het zicht op SolidWorks wordt geblokkeerd. Voor de meeste elektronica ontwerpers is dit geen probleem, zij hebben bijna allemaal twee schermen (extended desktop) en kunnen de menu's naar het andere scherm slepen. Toch zou het geheel iets interactiever gemaakt kunnen worden door de menu's als toolbars in SolidWorks te introduceren. Het is wel mogelijk om in SolidWorks de overige toolbars te verbergen, maar de menu-items zoals File, View, Tools en Help niet. De items hierin kunnen overigens wel verborgen worden en er kunnen nieuwe aan toegevoegd worden.

- Klikken op het model voor de “ongeveer” plek van een feature

Wanneer men door het interactiever maken van het programma in SolidWorks het model zelf kan aanklikken, kan men de locatie voor een feature selecteren. Als er ergens op het model geklikt wordt onthoudt SolidWorks een pointer, te zien aan een groen plusje, op de plek van deze pointer kan dan een feature geïntroduceerd worden.

- Preview tijdens het maken van een feature

De gebruiker zou voordat hij de feature definitief toevoegt een preview kunnen krijgen. Het is denkbaar dat de gebruiker vaak geen idee heeft van wat hij nou precies doet, een preview zou zeer veel kunnen verduidelijken. Een preview is wel lastig te introduceren in het huidige model. Dit zou wel kunnen door de feature in feite al te maken, en daarna weer te deleten of wel te houden.

- Tekst toevoegen

Een goede en nuttige feature is het toevoegen van tekst, zodat labelen later niet meer hoeft. Tekst kan redelijk eenvoudig toegevoegd worden, al is dit een recente feature in SolidWorks en laat het oriënteren van de tekst vaak nog wat te wensen over.

- Logo's toevoegen

Een bedrijfslogo toevoegen is een eyecatcher. Dit kan gebeuren door middel van een extrude of door een cut-extrude. Een extrude heeft meer dikte nodig om er goed uit te springen (ongeveer 3x zoveel afstand, 3 mm ten opzichte van 1 mm), maar verzwakt de wand niet door materiaal weg te nemen. Het lastige is om een logo als een plaatje te laten introduceren en hier vervolgens een sketch overheen te creëren. Het zou ook kunnen om bij het leveren van het programma aan een klant elke keer als een feature het bedrijfslogo toe te voegen. Ook zou een zwart-wit plaatje ingeladen kunnen worden en bijvoorbeeld alleen het zwarte deel een (cut-)extrude kunnen krijgen.

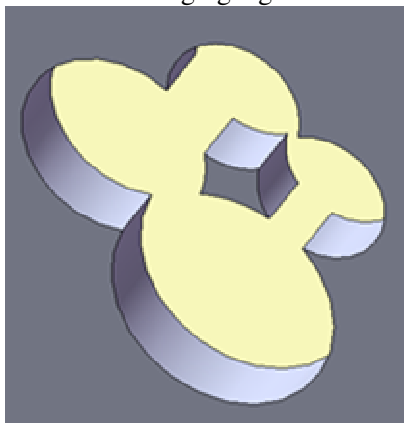
- Opslaan parameters STL

Het is nu een beetje onduidelijk met welke instellingen een STL-file word opgeslagen. Aangenomen wordt dat dit met de standaard instellingen gebeurt. De gebruiker moet echter een grove keuze kunnen maken welke instellingen hij wil. Fijnere instellingen kunnen dan ook duurder gemaakt worden.

- Sterkte van de behuizing testen

Zoals eerder gesteld kunnen heel veel gaten in de behuizing deze verzwakken. Er zou voor het exporteren naar STL een sterktest test gedaan moeten worden om de gebruiker te beschermen tegen het maken van te veel gaten waardoor de behuizing al uit elkaar valt voordat hij überhaupt gebruikt wordt.

- Beveiliging tegen zwevende delen



Figuur 33 Een stukje zwevende behuizing in SolidWorks

Het is denkbaar dat iemand in een rond patroon gaten maakt zodat er een zwevend deel ontstaat zoals te zien is in figuur 33. Dit resulteert in een multibody part van meer delen dan alleen deksel en doos. Dit kan voorkomen worden door hierop te beveiligen.

- Meerdere templates

Er is nu een standaard behuizing. Er zouden meerdere standaard behuizingen gemaakt kunnen worden. Bijvoorbeeld één die vastzit door een klikverbinding of een behuizing die waterdicht gemaakt kan worden, wat in de huidige situatie niet gegarandeerd kan worden.

- Nabewerkingeisen

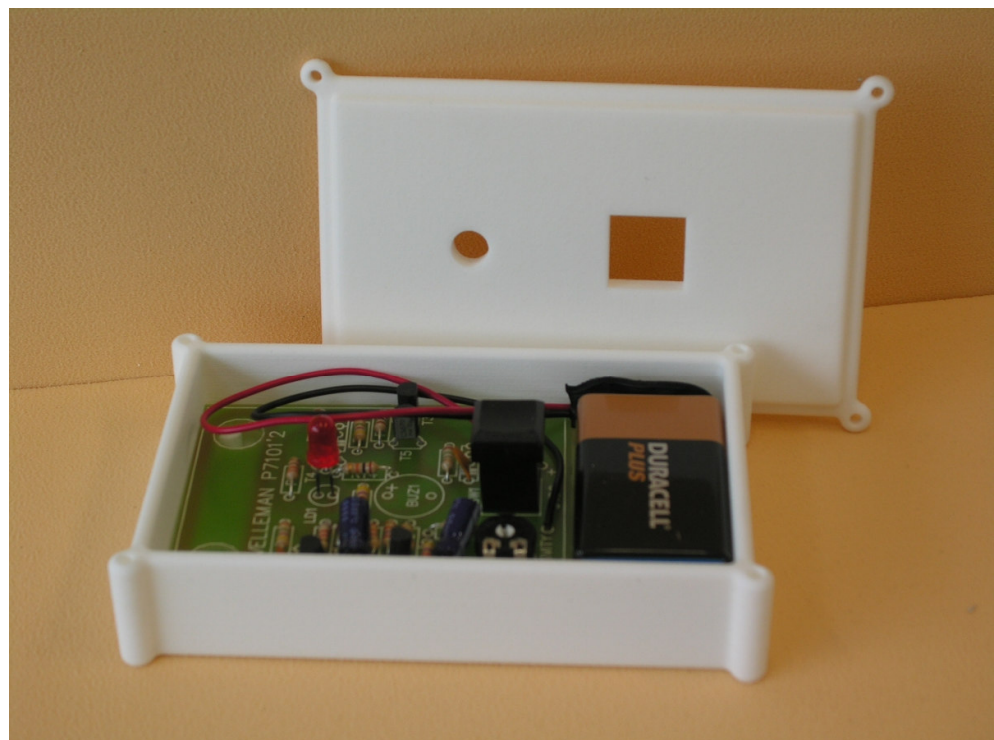
Er dienen nabewerkingeisen te komen die met de part meegestuurd kunnen worden naar de producent. Bijvoorbeeld het aflakken met een bepaald type lak of het trommelen van het product. Hier dient een extra menu voor te komen. In plaats van “opslaan als STL” kan er dan staan “klaarmaken voor productie”.

- Stijlvollere menu's

De menu's ontberen nu iedere kleur en het zijn standaard Windows menu's. VBA ondersteunt niet veel, maar er kan toch visueel veel gedaan worden aan het programma zodat het geheel er wat flitsender uitziet. Ook het introduceren van iconen kan knoppen compacter maken en het geheel wat levendiger.

6.8 Resultaat model

Het model is getest op verschillende schakelingen. Deze schakelingen, zogeheten Velleman Kits, zijn gekocht bij een lokale elektronicawinkel. Deze schakelingen zijn vervolgens in elkaar gesoldeerd en de maten zijn bepaald. Toen zijn met het programma behuizingen voor deze schakelingen gemaakt. Deze behuizingen bleken allen te werken. In figuur 34 is zo'n behuizing te zien. Meer foto's staan in bijlage C.



Figuur 34 Een voorbeeld van een behuizing gemaakt met het model

7 Interface

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt via een analyse van de gebruiker en van vergelijkbare interfaces, een interface ontwerp gemaakt. Er worden eerst drie ideeën gegenereerd en vervolgens besproken. Uiteindelijk wordt er een ontwerp uitgewerkt.

7.2 Wat is de voorkennis van elektronicaontwerpers?

Ontwerpers van elektronica hebben over het algemeen weinig tot geen kennis van SolidWorks. Bijna alle elektronici zijn bekend met CAD-systemen, maar dan vooral 2D ontwerpprogramma's waarin elektronische schakelingen ontworpen worden. Deze schakelingen hebben vaak wel meerdere lagen, dus denken in 3D is ze niet vreemd. Tegenwoordig zijn er ook plug-ins van 3D CAD programma's of features in programma's zelf waarmee schakelingen in 3D zijn te bekijken. Hierdoor hebben veel elektronici al ervaring met het bedienen en bekijken van 3D CAD programma's. Overigens is in een bedrijfsituatie is ook meer kennis van 3D CAD aanwezig dan in de situatie van een hobbyist thuis. Over het algemeen kan in ieder geval gesteld worden dat ontwerpers van elektronica om kunnen gaan met programma's die 3D functionaliteiten hebben, al is dat bijna nooit SolidWorks.

7.3 Hoe zien vergelijkbare interfaces eruit?

Om te analyseren welke functies geschikt zouden zijn voor de interface, is er gekeken naar vergelijkbare programma's en is verder aan de hand van de opgebouwde kennis bedacht welke functies nog meer geschikt zouden zijn. Ten eerste zullen de programma's die voornamelijk als referentie hebben gediend behandeld worden. Vergelijkbare programma's geven namelijk een goed idee van de toepassingen van bepaalde functies, en kunnen ideeën geven over hoe een interface wel dan juist niet in te richten.

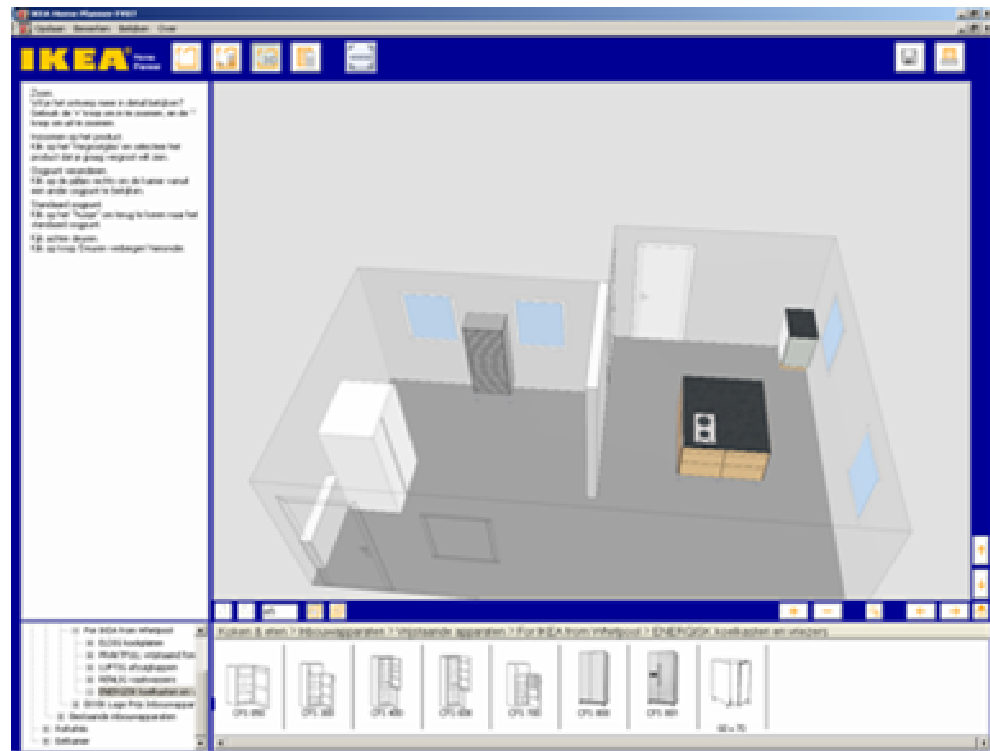
7.3.1 Ikea woonplanner: Versie 2007.1 [<http://www.ikea.nl>]

De Ikea woonplanner is het enige programma dat al eerder behandeld is in dit rapport. Er is gesteld dat de woonplanner in de buurt van direct 3D design kwam, alleen moet de klant nog wel naar de winkel om de keuken ook definitief te bestellen.

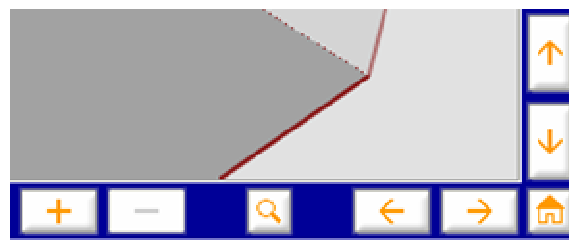
Het programma bestaat uit de volgende vier delen; het maken van de je keuken in het programma, het inrichten van je keuken, het bekijken van je (ingerichte) keuken in 3D en het berekenen van de prijs van de geplaatste onderdelen, een bill of materials. Deze zijn achtereenvolgens aangegeven door vier pictogrammen boven in het scherm (figuur 35).



Figuur 35 De vier pictogrammen bovenin het scherm



Figuur 36 Overzicht van de Ikea Woonplanner



Figuur 37 Navigatie knoppen in het 3D scherm van de Ikea Woonplanner

De interface bestaat verder uit vijf delen (figuur 36) en enkele pictogrammen daartussen. Er is een menubalk en er zijn vier vensters. Het venster links boven is het informatievenster. Hierin staan gegevens en zijn eigenschappen te veranderen. Het scherm linksonder is de onderdelenbibliotheek. Door middel van een tree view kan hieruit geselecteerd worden. Wanneer men bij een laag aankomt die componenten bevat, wordt deze weergegeven in het venster rechtsonder. Men kan ook door de vensters onder navigeren met scrollbars. Het venster rechtsboven is tot slot de viewer, hierin kan men zien wat er gebeurt. Ook kan men hier componenten van de keukens in rondslepen, of de maten van de keukens aanpassen. Het ronddraaien van de 3D view kan alleen met navigatie knoppen aan de rand van het scherm (figuur 37).

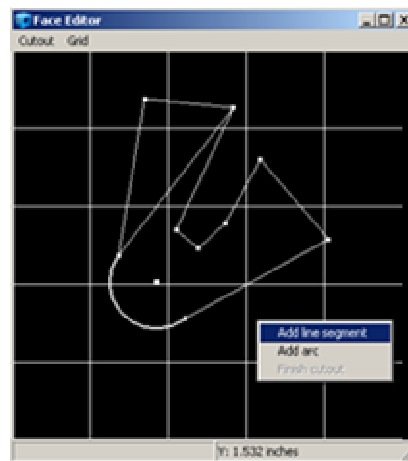
Pluspunten:

- De software geeft aan als er problemen ontstaan met bijvoorbeeld het openen van een keukenkastje omdat er een tafel voor staat.
- Het programma is duidelijk en eenvoudig te gebruiken
- Alles is zowel in 3D als in 2D aan te passen
- Er is een uitgebreide bibliotheek

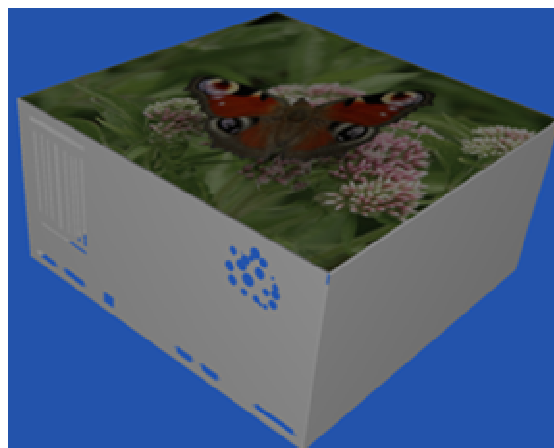
Minpunten:

- Onoverzichtelijke bibliotheek, het venster is vaak te klein voor de uitgeklapte tree view en dit venster heeft een vaste grootte. Ook zijn producten lastig terug te vinden, ook door het ontbreken van een zoekfunctie
- Niet uitbreidbare bibliotheek, je kunt alleen onderdelen van Ikea gebruiken, een eigen tafel die je al hebt staan kan je er niet bij zetten, die moet je erbij denken
- Het navigeren in 3D gaat niet snel doordat je gebruik moet maken van navigatieknoppen, met de muis kan je alleen pannen. Dit is waarschijnlijk zo gedaan omdat IKEA op een publiek mikt dat weinig tot geen ervaring heeft met 3D programma's.
- De templates van het type keuken liggen vast, heb je een andere keuken heb je pech. Er kunnen wel tussenmuren neergezet worden, maar een tussenmuur kan weer niet tegen een tussenmuur geplaatst worden
- Het programma is duidelijk, maar mocht er toch iets onduidelijk zijn is er geen helpfunctie aanwezig

7.3.2 Protocase Designer: versie 2.1 [<http://www.protocase.com>]



Figuur 38 Mogelijkheid tot maken van eigen cutout



Figuur 39 Voorbeeld van een behuizing gemaakt met Protocase Designer

Protocase Designer is een programma van Protocase Incorporated. Protocase Incorporated is een bedrijf dat customised elektronica behuizingen produceert. In Protocase Designer kan een ontwerper van elektronica dan ook zijn eigen behuizing ontwerpen. Deze behuizingen zijn van plaatmetaal. Uit dit plaatmetaal worden

uitsnijdingen gehaald en vervolgens wordt dit plaatmateriaal in de goede vorm gebogen. Het programma opent met de keuze voor een nieuwe template of men kan een bestaand project openen. Op het moment heeft men de keuze uit een U-vormige behuizing, een 19 inch inbouw behuizing of gewoon een plaat. De interface bestaat uit een menubalk en een venster. In het venster is het product te zien. Na een aanpassing wordt dit model steeds weer geupdate. De meeste aanpassingen gaan met behulp van modale vensters. Een modaal venster is een venster dat tevoorschijn komt bij bepaalde acties en dat eerst afgesloten moet worden wil men verder met de rest van de interface. Men kan verschillende uitsnijdingen maken. Er zijn twee basisvormen, een rechthoek en een cirkel. Verder zijn er verschillende standaard poorten te selecteren, waaronder DB poorten en een DVI poort. Tot slot kan een eigen uitsnijding worden ontworpen, bestaande uit rechte en gekromde lijnen. Verder kan er op de wanden gezeefdrukt worden en kan dit ook in het programma aangegeven worden door afbeeldingen te importeren. Tot slot geeft het programma de prijs nog aan en kan er direct een order geplaatst worden.

Pluspunten

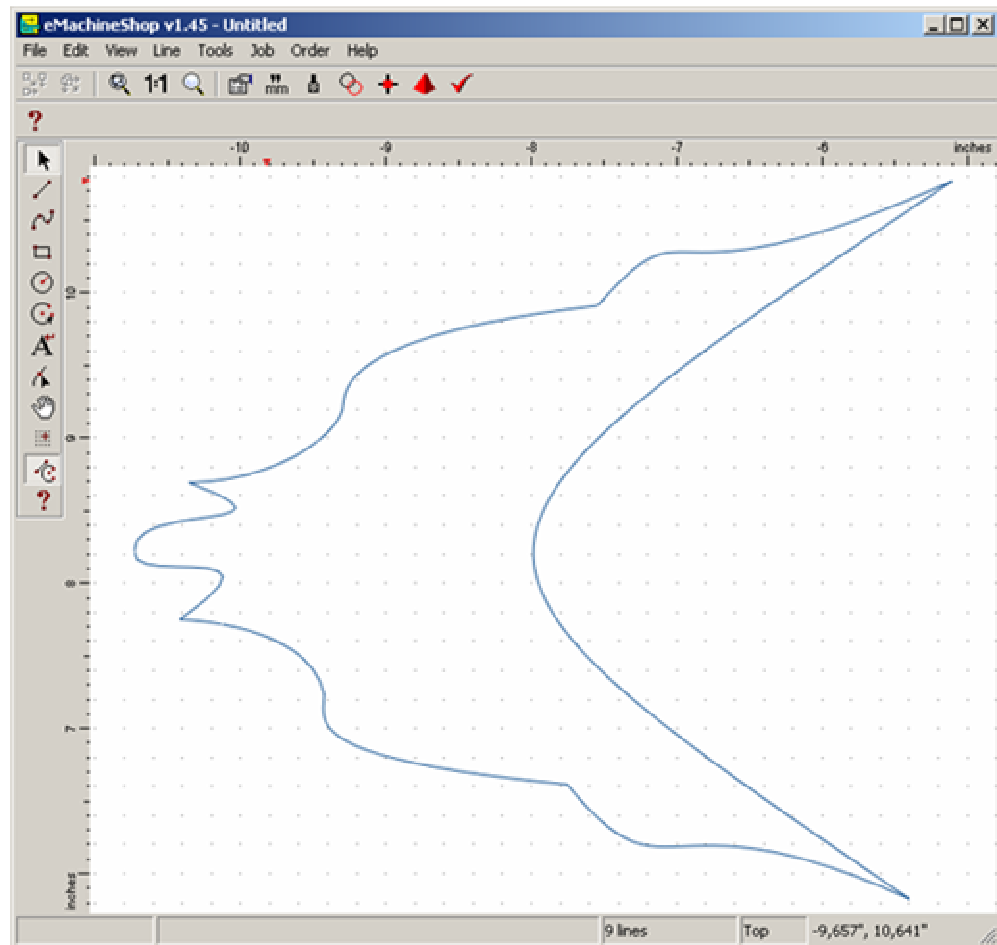
- Elke denkbare uitsnijding is te maken
- Je kunt de wanden 'bekleden' met afbeeldingen
- De productieprijs is te bepalen.

Minpunten

- Op het moment slechts keuze uit 2 types behuizingen, en een platte plaat.
- Je wordt voor verschillende opties heel de tijd door submenu's heengeleid
- Je kunt niet realtime dingen aanpassen
- Het is een heel basic programma, er zijn niet veel opties, het gebruiksgemak is nog laag. Dit heeft ook te maken met het feit dat dit een van de eerste versies van het programma is en het dus nog in ontwikkeling is

7.3.3 EMachineShop: Versie 1.45 [<http://www.emachineshop.com/>]

EMachineShop is het programma van het bedrijf EMachineShop. Dit bedrijf heeft zich gespecialiseerd in het produceren van producten die worden ontworpen via dit programma. De interface van het programma heeft een venster, een menubalk, een statusbalk en een aantal toolbars. In dit venster kan men tekenen, de mogelijkheden zijn zeer uitgebreid, maar niet onoverzichtelijk doordat alles achter menustructuren verborgen zit. Verder is dit een programma bedoeld voor technici en dat is ook duidelijk te merken aan de interface. Om hiermee te werken dient de gebruiker een goed ruimtelijk inzicht te hebben en verstand te hebben van fabricageprocessen. In principe kan elk ontwerp gemaakt worden met behulp van deze software, maar dit vereist wel enige oefening voor iemand die al bekwaam is met 3D-ontwerpprogramma's. Men dient namelijk in 2D-vensters elke kant van het product te bewerken, als men dit gedaan heeft kan men het resultaat bekijken in 3D.



Figuur 40 Het scherm van eMachineShop

Uit een tabel kan men zelf het materiaal kiezen. Ook dient men voor elke lijn die men tekent aan te geven hoe deze geproduceerd wordt. Alle denkbare gegevens kunnen eigenlijk gespecificeerd worden. Hierdoor kan men op het einde een compleet gespecificeerde prijsopgaaf verkrijgen en daarna een order versturen, er hoeft geen medewerker meer aan de pas te komen.

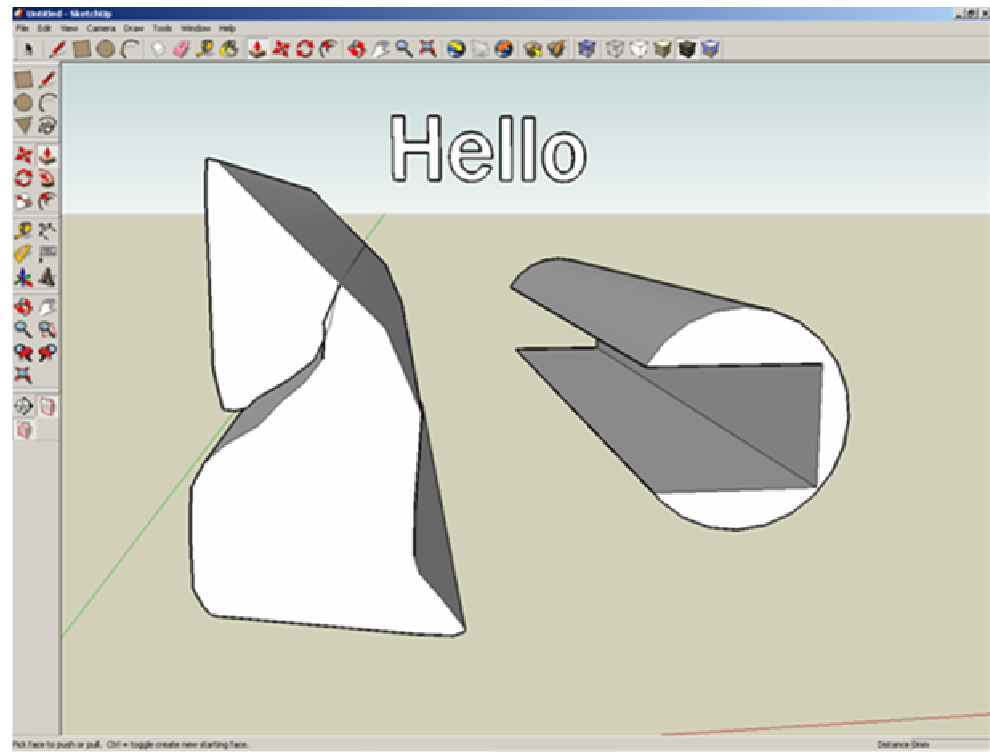
Pluspunten

- Heel uitgebreide opties
- Programma werkt, op de gestelde minpunten na, heel prettig
- Bijna alles kan eenvoudig gemaakt worden
- Er kan heel precies mee gewerkt worden

Minpunten

- Heel uitgebreide opties, het kost veel tijd voor één product
- Het programma vereist specialistische kennis
- Koppeling van 2D naar 3D is onduidelijk

7.3.4 GoogleSketchUp: Versie 6.0.515 [<http://www.sketchup.com/>]



Figuur 41 Een voorbeeld van wat gemaakt kan worden met Google SketchUp

GoogleSketchUp is een 3D schetsprogramma van het bedrijf Google. Met het programma kan snel iets in 3D geschetst worden. De interface van het programma bestaat net zoals bij EMachineShop uit een menubalk, een statusbalk, toolbars en een venster. GoogleSketchUp benadert het 3D ontwerpen op een andere manier dan normaal. Het gaat intuïtiever om met 3D ontwerpen dan bestaande programma's. Vlakken kunnen vervormd worden naar wens. De interface en de pictogrammen zijn hip gestyled om zo een breed publiek aan te spreken. Het pictogram voor een vierkant is bijvoorbeeld geen rechthoek, maar een schuinstaand vierkant met gebogen zijden. Met behulp van deze interface kan snel een ontwerp gecreëerd worden. Verder kan een ontwerp uit een omvangrijke ontwerpdata base online gehaald worden en kan men eigen ontwerpen daar ook in plaatsen. Verder heeft het programma nog een koppeling met Google Earth, en kan men het model op de digitale aarde van Google Earth plaatsen.

Pluspunten

- Zeer snel en intuïtief een model opzetten
- Veel vormen mogelijk

Minpunten

- De reproduceerbaarheid is laag
- Het is lastig om een model precies zo op te zetten als je wilt, aangezien maten achteraf lastig aan te passen zijn en het niet duidelijk is hoe maten precies aangegeven kunnen worden

7.3.5 Resultaten analyse

Doordat deze programma's geanalyseerd zijn kunnen we een lijst opstellen met functies die wellicht nuttig zouden kunnen zijn voor de interface.

Er zijn functies die elk van de computerprogramma's bevatte. Dit zijn de volgende:

- Nieuw (model) aanmaken
- (Model) openen
- (Model) opslaan
- (Model) opslaan onder andere naam
- Programma beëindigen
- Actie ongedaan maken
- Actie herhalen
- Selecteren
- Alles Selecteren
- Groeperen

Verder zijn er enkele functies die niet in alle programma's zaten

- Model bekijken
- Model draaien
- Model pannen (panorameren)
- Zoomen
- Afmetingen opmeten
- Model aanpassen (ook: knippen, plakken, kopiëren, wissen)
 - o Componenten toevoegen
 - o Geometrie veranderen
 - o Etc.
- Prijsberekening
- Exporteren (verschillende extensies)
- Screenshot maken

7.4 Welke ontwerpkeuzes moeten er gemaakt worden aan de hand van het programma van eisen en wensen?

Tabel 7.1 Programma van eisen en wensen met betrekking tot de interface

Functie	Eis / Wens
Bedienbaar zijn	De invoermogelijkheden dienen niet te uitgebreid te zijn
	De interface is intuïtief te bedienen
	Elektronici kunnen zoveel mogelijk zelfstandig het systeem leren
	Gebruikte iconen en shortcuts zijn zo duidelijk mogelijk
	De interface is logisch geordend
Informatie tonen	Opgevraagde informatie dient direct getoond te worden
	Er dient geen overdaad van informatie getoond te worden
Navigeerbaar zijn	De gebruiker dient eenvoudig te kunnen switchen tussen verschillende niveaus in het systeem

Per eis is hier opgesteld welke implicaties dit heeft voor de interface.

De invoermogelijkheden dienen niet te uitgebreid te zijn

- Functies die geïmplementeerd worden in de interface moeten daadwerkelijk bijdragen aan het ontwerpen van een elektronicabehuizing
- Er mogen maximaal 40 tot 60 eigenschappen instelbaar zijn aan de behuizing [Vink, 2003]

Elektronici kunnen zoveel mogelijk zelfstandig het systeem leren

- Bij elk pictogram dient na daar een tijd met de muis op gestaan te hebben een tekstballon met uitleg te komen
- De helpfile dient korte tutorials te bevatten, om de zelfstandigheid te vergroten

Gebruikte iconen en shortcuts zijn zo duidelijk mogelijk

- Moeten er niet onnodig anders uitzien dan iconen en shortcuts die elektronici gewend zijn
 - De gebruikte termen zijn niet onnodig onbekend voor elektronici
- De interface is logisch geordend
- De interface lijkt op andere programma's die elektronici gewend zijn
 - De interface maakt gebruik van algemene "richtlijnen"
- Opgevraagde informatie dient direct getoond te worden
- De interface dient direct na een wijziging het effect van die wijziging te tonen
 - het uiteindelijke product dient compleet te zien te zijn [Vink, 2003]
- Er dient geen overdaad van informatie getoond te worden
- Een lijst mag maximaal 40 tot 60 componenten bevatten [Vink, 2003]
 - Grotere componentenlijsten moeten onderverdeeld worden op basis van hun eigenschappen
- De gebruiker dient eenvoudig te kunnen switchen tussen verschillende niveaus in het systeem
- De interface moet het mogelijk maken dat eerdere processtappen eenvoudiger terug te roepen zijn, om daar nog aanpassingen te kunnen doen [Vink, 2003]

Tabel 7.2. Overzicht van eisen en wensen van secundaire gebruikers met betrekking tot de interface

Secundaire gebruiker	Eis / Wens
Ontwerper model	De interface dient het beoogde resultaat te kunnen bewerkstelligen
	Het ontwerpproces dient een leereffect te hebben voor de ontwerper
TNO	De interface moet leiden tot het meer toepassen van de SLS-technologie
"Software uitwerkers"	De interface dient modulair te zijn zodat dit eenvoudig aangepast en uitgebreid kan worden
Productiebedrijf	De gebruiker moet weten welk bedrijf zijn product maakt
Ontwikkelaars die het model op een andere productgroep willen toepassen	De interface dienen overzichtelijk te zijn opgebouwd
	De interface moeten een opbouw hebben die op meerdere vlakken toepasbaar is
	Er dient een goede documentatie te zijn van de processtappen die doorlopen zijn om tot het resultaat te komen

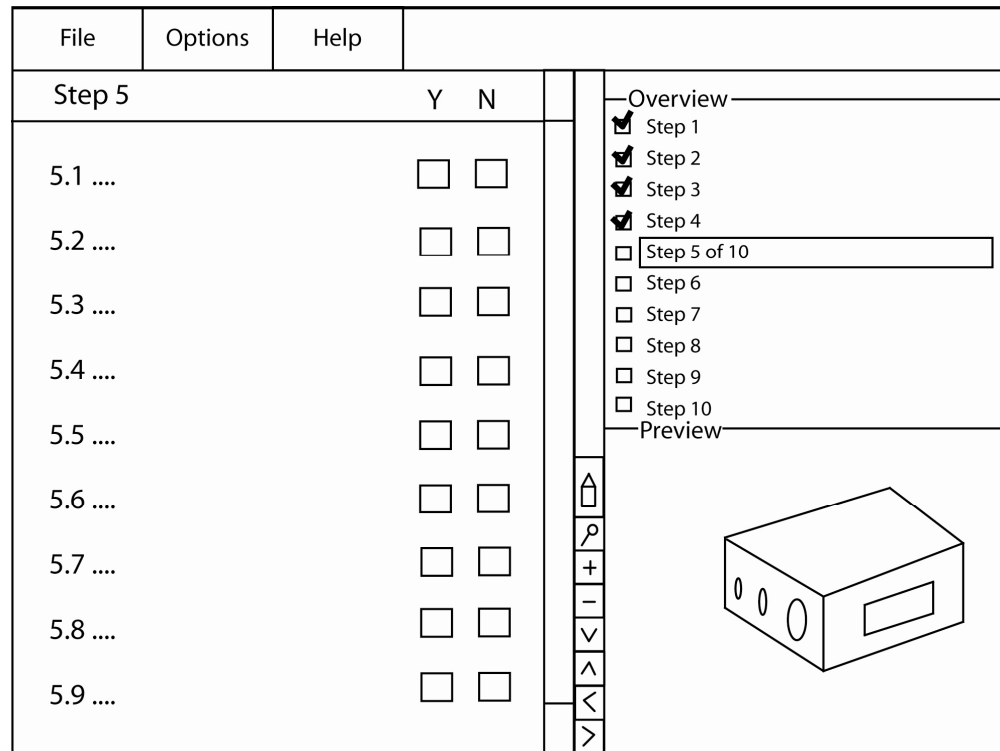
Ook aan de interface worden eisen gesteld door secundaire gebruikers. Het belangrijkste is dat de interface duidelijk en overzichtelijk wordt opgebouwd.

7.5 Wat is de werking van de interface?

7.5.1 Welke werkingen zijn er te bedenken?

De interface kan op verschillende manieren werken. De interface kan de gebruiker "bewegingsvrij" laten. Of de gebruiker wordt stapsgewijs door het programma geleid, waarbij er weinig bewegingsvrijheid is. Ook kan de interface ingericht worden zodat de gebruiker zelf alle keuzes maakt of dat het programma zoveel mogelijk taken uit handen van de gebruiker neemt. Ter illustratie van dit gegeven zullen enkele verschillende types interface uitgewerkt worden. Daarna zal er uiteindelijk één (of een mix van enkelen) compleet uitgewerkt zal worden.

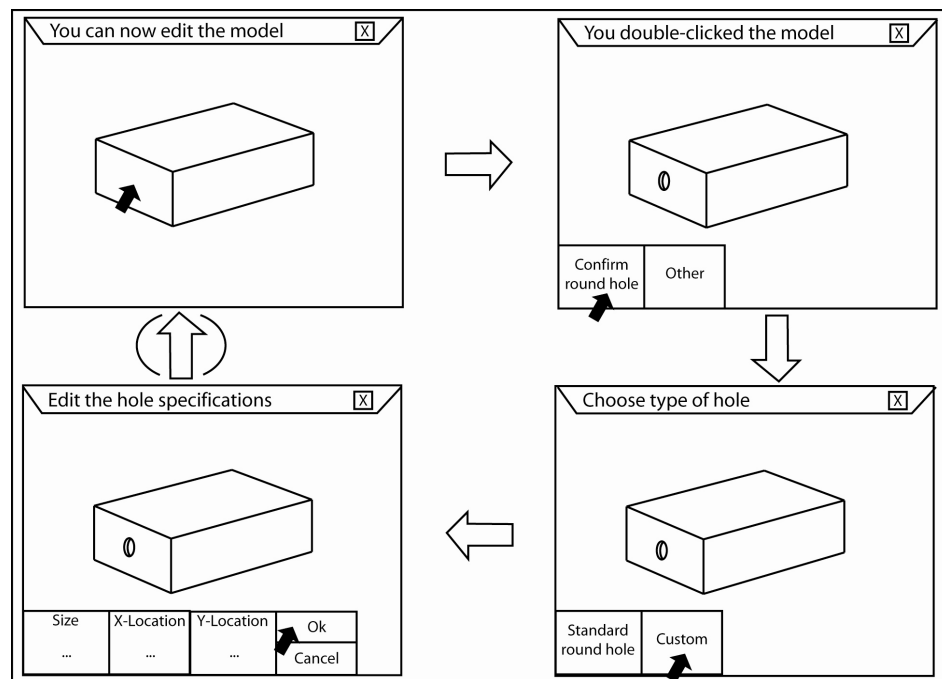
Idee 1: Weinig bewegingsvrijheid, zelf keuzes maken



Figuur 42 Idee 1

In deze interface is het duidelijk dat de gebruiker stap voor stap keuzes moet maken. Rechts onderin is wel altijd een preview van de behuizing te zien. De gebruiker moet bij elke stap een aantal keuzes maken. Hij kan terugkeren naar vorige stappen, maar is wel een strak keurslijf gepropt wat betreft het uitvoeren van het programma.

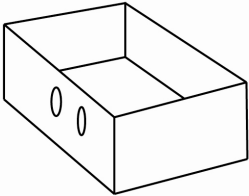
Idee 2: Veel bewegingsvrijheid, keuzes worden ingevuld



Figuur 43 Idee 2

In deze interface (figuur 43) staan (bijna) geen knoppen. In het venster linksboven is de kale behuizing te zien. Door op een bepaalde plek te dubbelklikken, wordt er meteen een feature toegevoegd. De standaard feature is een rond gat. De gebruiker klikt in het scherm rechtsboven op “Confirm Round Hole”. De gebruiker krijgt nu nog een optie, hij kan kiezen voor het standaard gat (bijvoorbeeld van 10 mm) of hij kan eigen waarden opgeven. Dit gebeurt dat in het scherm linksonder. Dan kan de keten weer opnieuw beginnen.

Idee 3: Gemiddelde bewegingsvrijheid, gemiddeld keuzes maken

File	Help							
Edit Enclosure	Add Round Hole	Add Rect Hole	Add DB-9 Port	Edit feature				
					Specifications			
					Round Hole 1 Size: ... X-Location: ... Y-Location: ... Face: ...			
Info The function round hole will add a round hole in the enclosure								

Figuur 44 Idee 3

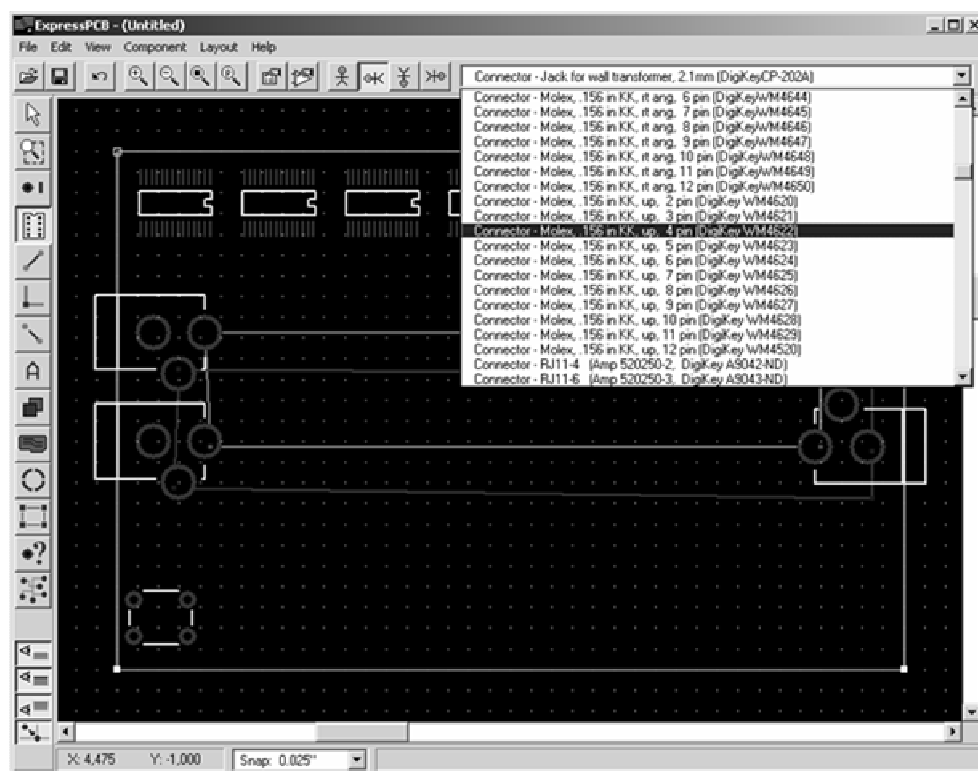
Deze interface zit tussen de andere twee in. De gebruiker heeft meer bewegingsvrijheid, hij zit niet meer vast in de stappen van de eerste interface, maar er is nog genoeg leidraad zodat er niet zoveel vrijheid is als bij de tweede interface. Verder moet de gebruiker zelf nog een aantal keuzes maken, maar niet alles wordt al zoveel mogelijk ingevuld voor de gebruiker.

7.5.2 Wat zijn de voor en nadelen van deze ideeën?

De voor en nadelen moeten vooral vanuit de gebruiker bekeken worden. Het is dus eerst belangrijk om te weten wat de karakteristieke eigenschappen met betrekking tot computergebruik van een elektronicaontwerper zijn.

Gesprekken met en observatie van elektronicaontwerpers hebben opgeleverd dat elektronicaontwerpers meestal met twee en soms wel met drie computerschermen tegelijk werken. Verder werken ze vaak met gegevens die in grote tabellen staan. Voor de rest zien schema's er vaak priegelig uit omdat meerdere lagen door elkaar worden

weergegeven. Hieruit kan geconcludeerd worden dat elektronicaontwerpers erin getraind zijn uit veel data de voor hen relevante informatie op te sporen. In figuur 45 is een printplaat ontwerpprogramma te zien. Hier is inderdaad te zien dat er een nogal omvangrijke lijst is waaruit gekozen moet worden. Tot slot blijkt dat bij het ontwerpen van de printplaat alles aangegeven moet worden. Waar komen de componenten? Waar komen gaten? Waar komen de kopersporen? Van waar tot waar lopen die? Alles moet tot in de puntjes aangegeven worden. Deze programma's kenmerken zich door een gemiddelde bewegingsvrijheid waarbij veel keuzes zelf gemaakt moeten worden.



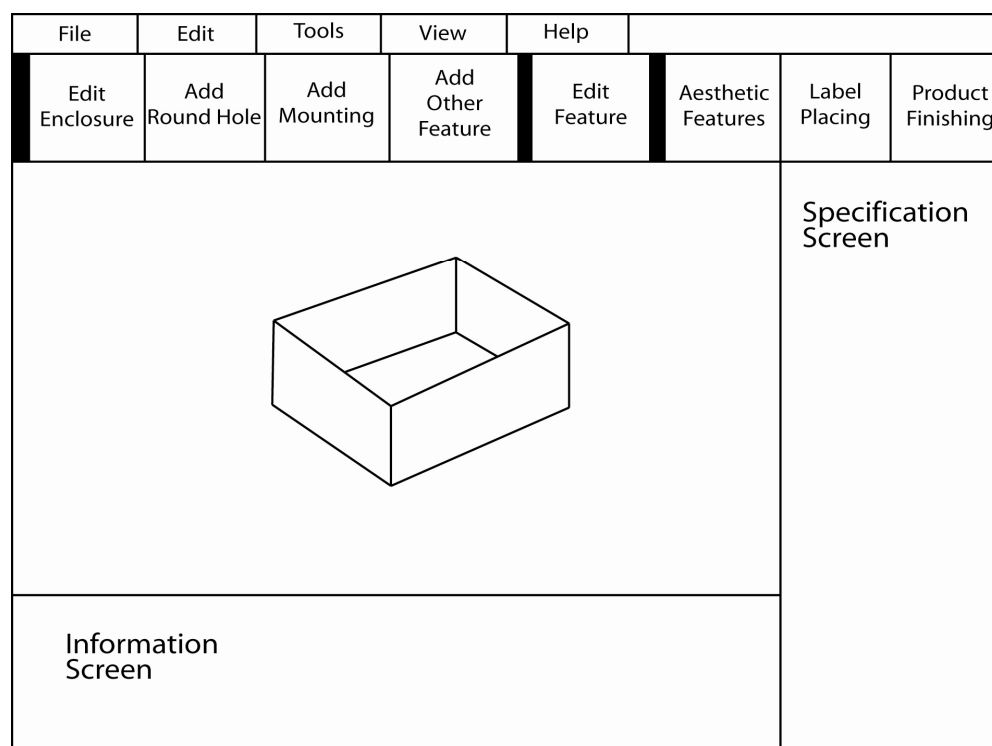
Figuur 45 Een printplaatontwerpprogramma, ExpressPCB [<http://www.expresspcb.com>]

Nu kunnen we de voor en nadelen benoemen met betrekking tot elektronicaontwerpers. Het is duidelijk dat elektronicaontwerpers gewend zijn om heel veel keuzes te maken en moeten maken. Weinig keuzevrijheid is dan waarschijnlijk frustrerend voor de elektronicaontwerper. De bewegingsvrijheid is nu van een gemiddeld niveau. Dit kan aangehouden worden, maar enige aanpassing om de interface goed te laten werken is misschien wenselijk. Het programma dat er achter ligt is anders en daarom moet de interface om goed te werken misschien iets veranderd worden ten opzichte van de bekende interfaces voor de elektronicaontwerper.

7.5.3 Uitwerking

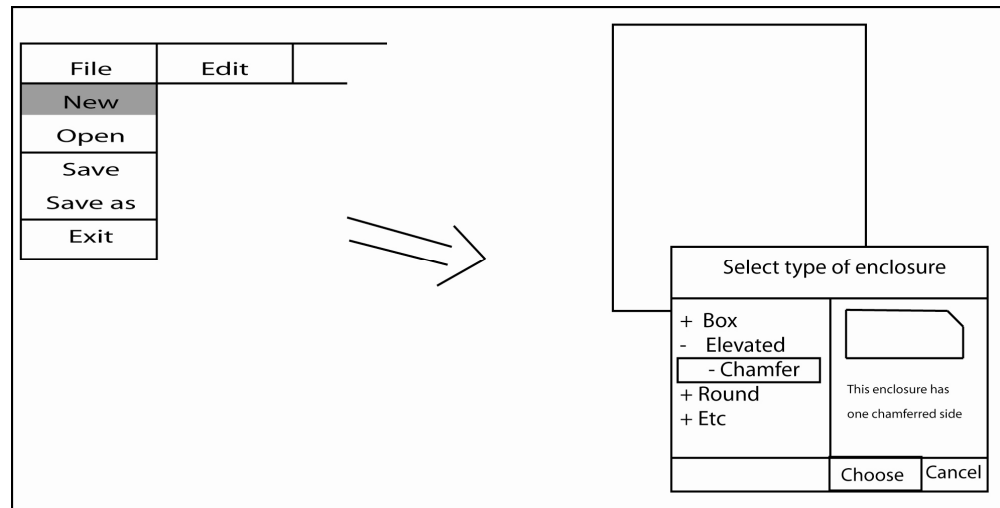
In deze paragraaf zal een interface voor het model worden uitgewerkt die geschikt is voor gebruik door elektronicaontwerpers. Deze interface zal veel keuzevrijheid bieden en gemiddelde bewegingsvrijheid.

In dit ontwerp is vooral gekeken naar functionele vormgeving en minder naar esthetiek. De eisen en wensen zijn hierbij meegenomen. In figuur 46 is het hoofdscherm te zien met de behuizing al geopend. Boven in staan net zoals als bij elk programma een menubalk en een balk met knoppen, waarmee verschillende functies van het programma aangeroepen kunnen worden. Aan de rechterkant is een scherm met specificaties. Bijvoorbeeld de afmetingen van de behuizing. Aan de onderzijde is een scherm met informatie. Dit legt uit wat er bij elke stap gebeurt en wat de volgende opties zijn. Dit is dus een altijd aanwezig help, om gebruikers snel op weg te helpen. Natuurlijk kunnen er naar eigen inzicht toolbars en schermen worden weggehaald en toegevoegd. In het middelste scherm kan men de behuizing zien. Deze kan men van alle kanten bekijken door de muis te bewegen.



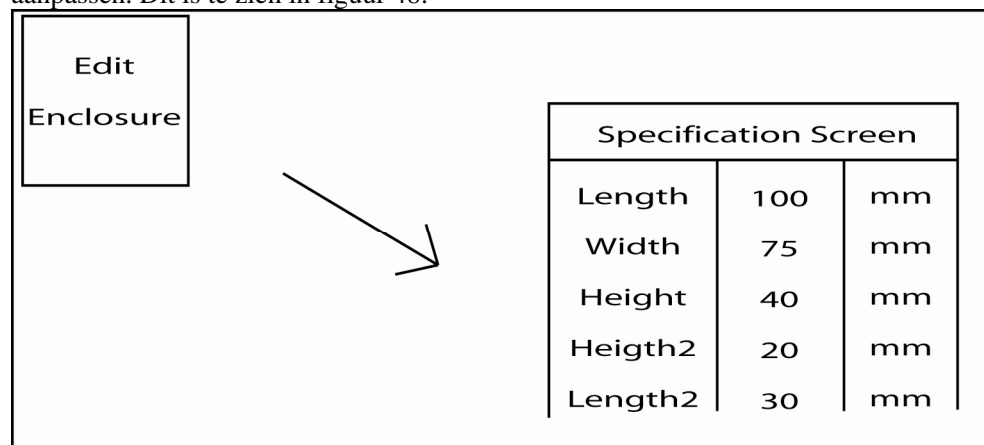
Figuur 46 Hoofdscherm van de Interface

Wanneer men het programma opstart kan men voor een nieuw “document” kiezen, zoals te zien in figuur 47. Vervolgens komt men in een menu waar men een template kan kiezen. Dit zijn dus verschillende types behuizingen, met elk een verschillende geometrie of met verschillende eigenschappen.

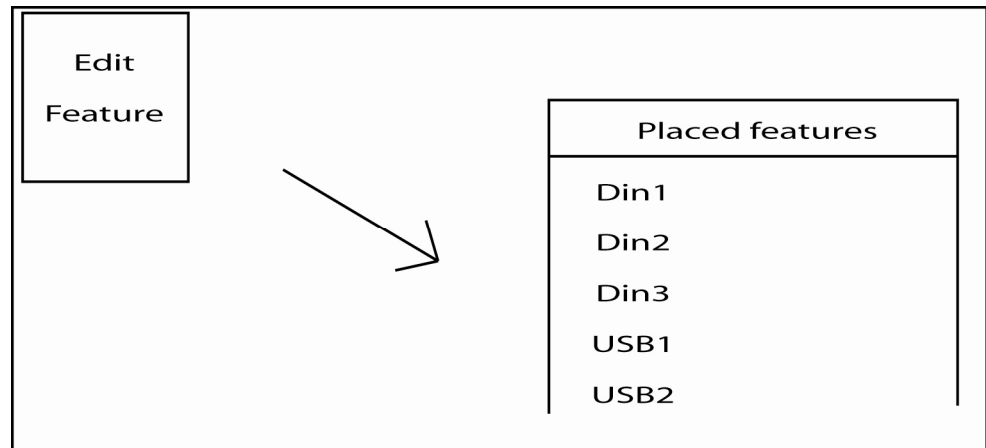


Figuur 47 Open nieuw file scherm

Vervolgens kan men de behuizing aanpassen en men krijgt dan in het specificatie scherm de gegevens van de behuizing te zien. Deze kan men naar eigen wens aanpassen. Dit is te zien in figuur 48.



Figuur 48 Overzicht van wat er gebeurt als op de “Edit Enclosure” knop wordt geklikt. Andere knoppen werken op dezelfde manier. Dat wil zeggen dat wanneer een feature geselecteerd wordt de specificaties in het specificatiescherm te zien zijn. Ook als er op bijvoorbeeld “Edit Feature” wordt geklikt (figuur 49) krijg men in het specificatiescherm een overzicht te zien van de aanwezig functies. Ten opzichte van het huidige ontwikkelde programma is het dus beter om de processtappen naast elkaar te ordenen in plaats van achter elkaar. Zo heeft de elektronicaontwerper een beter overzicht van wat hij doet.



Figuur 49 Overzicht van wat er gebeurt als men op de “Edit Feature” knop drukt

8 Handleiding voor een parametrisch model mbv RM

8.1 Inleiding

Deze handleiding geeft een overzicht van wat er komt kijken bij het opzetten van een parametrisch model en een daarbij behorende interface voor direct 3D design met behulp van rapid manufacturing. Deze handleiding is er niet op gericht om een tot in de puntjes gedetailleerd overzicht te geven maar gaat er vanuit dat er naast deze handleiding ook andere documenten worden geraadpleegd voor specifieke toepassingen. Deze handleiding is wel bedoeld als compleet overzicht en een eerste stap in de richting bij het opzetten van dit geheel.

In deze handleiding worden eerst de eigenschappen van rapid manufacturing besproken, vervolgens het ontwerpen van het direct 3D design deel. Ook wordt aangegeven hoe men een markt het beste kan analyseren en tot slot wordt de verdere uitwerking van een dergelijk programma besproken, met alles wat daar bij komt kijken.

Verder gebruikt deze handleiding af en toe een al ontwikkeld model als voorbeeld. Dit model is ontwikkeld voor elektronicabehuizingen die met behulp van SLS-technologie gemaakt worden.

Deze handleiding gaat er vanuit dat de lezer enige technische kennis en inlevingsvermogen heeft, maar is zo geschreven dat personen uit verschillende relevante vakgebieden dit zonder problemen kunnen leven

8.2 Rapid Manufacturing

In dit hoofdstuk worden richtlijnen gegeven om met Rapid Manufacturing (RM) te werken. RM is het direct vervaardigen van eindproducten met behulp van Rapid Prototyping technieken. Deze technieken omvatten onder andere SLS (Selective Laser Sintering), SLA (Stereolithographie) en FDM (Fused Deposition Modelling). Wat deze technieken gemeen hebben is dat ze een product, dat ontworpen is op de computer, laagje voor laagje opbouwen. Dit gebeurt door een 3D-model in plakjes op te delen (slicen). Dit 3D-model is een STL-file, waarbij een product uit driehoeken is opgebouwd.

8.2.1 Kenmerken RM

Rapid Manufacturing is ontstaan uit Rapid Prototyping (RP). RP is het snel bouwen van een prototype, zonder dat daar al gereedschappen (zoals een matrijs) voor gebouwd moeten worden. Langzaam begon men ook in te zien dat men met deze processen ook direct eindproducten kon maken. Op deze manier is de term Rapid Manufacturing ontstaan. De processen die er nu zijn worden steeds meer geoptimaliseerd voor RM en de focus ligt minder op RP.

Hieronder worden de belangrijkste kenmerken van RM besproken om zo een overzicht te geven van de mogelijkheden die er zijn met RM.

- Vormvrijheid

RM kenmerkt zich door een zeer grote vormvrijheid. Er hoeft niet, zoals met spuitgieten gedacht te worden aan lossinghoeken, wanddiktes en dergelijke. Er zijn wel verschijnselen bij RM waarbij vervormingen optreden bij grote verschillen in wanddiktes, maar over het algemeen is het eenvoudig om wanddiktes te variëren. Ook ingesloten holtes zijn mogelijk.

- Directe assemblage

Producten die geproduceerd worden met RM kunnen uit meerdere ten opzichte van elkaar los bewegende onderdelen bestaan. Deze kunnen door elkaar heen opgebouwd worden. Zo kunnen producten al tijdens het bouwproces geassembleerd worden. Ook zorgt RM ervoor dat in veel gevallen onderdelen uit een stuk kunnen bestaan, terwijl het in de voorgaande situatie meerdere delen waren.

- Materialen

RM kent toepassingen met allerlei soorten materialen. Kunststoffen zoals nylon, metalen en keramiek zijn op dit moment de meest geschikte om producten mee te maken.

- Huidige onderzoeksfocus

De huidige onderzoeksfocus van RM richt zicht voor al op werktuigbouwkundige (machinebouw) en biomedische (prothesen/implantaten) producten. Dit betekent dat er op dit moment nog geen focus is op gebruiksproducten.

- Grootte producten

Op dit moment zijn RM technologieën nog niet in staat om grote producten te maken. De grootte is afhankelijk van de gekozen technologie. Bij bijvoorbeeld SLS is de maximale grootte op dit moment 700 x 380 x 580 mm.

- Materiaal eigenschappen

De materiaal eigenschappen van producten die met RM gemaakt zijn, zijn erg verschillend. Dit hangt natuurlijk af van het type proces, maar ook binnen verschillende processen zijn verschillende materiaaleigenschappen te ontdekken. Dit hangt af van de bouworiëntatie. Het is voor te stellen dat een lange platte staaf minder snel breekt als deze plat (uit enkele laagjes) is opgebouwd, in plaat van rechtop staand, waardoor deze uit honderden lagen kan bestaan.

- Toleranties

Afhankelijk van het proces dient men rekening te houden met toleranties. Sommige processen, zoals SLA zijn extreem nauwkeurig en hebben daardoor minieme toleranties. Over het algemeen zijn RM producten nauwkeurig en dient er slechts rekening gehouden te worden met kleine toleranties.

- Afwerking

RM-producten worden opgebouwd uit laagjes. Dit heeft vooral bij SLS soms tot gevolg dat deze laagjesstructuur zichtbaar is op de producten, vooral bij gekromde oppervlakken. Er is onderzoek gedaan naar het verbergen van deze laagjesstructuur door middel van texturen. Ook nabewerking (lakken) is mogelijk.

8.2.2 *Keuze voor een bepaalde RM-Technologie*

Wanneer er voor een bepaald(e) product(groep) is gekozen dient er een RM-technologie gekozen te worden. Belangrijke factoren om een keuze voor een RM-technologie op te baseren zijn materiaal, productgrootte, beschikbaarheid, kosten, productietijd en mate van afwerking. Deze factoren staan gerangschikt van meest belangrijk naar minder belangrijk.

8.2.3 *Gebruik van een bepaalde RM-technologie*

Wanneer een bepaalde RM-technologie wordt gebruikt is het verstandig om hier volledig blanco in te gaan. Ontwerpers zijn er op getraind om mogelijkheden te ontdekken binnen de beperkingen die er zijn bij een technologie. Omdat er voor RM een heel ander soort beperkingen zijn is het ontwerpen voor RM ook heel anders. Een product ontworpen met RM moet niet ontworpen worden als een vervanging van een al bestaand product, het moet uitgaan van zijn eigen kwaliteiten en op deze manier een nieuwe markt kunnen aanboren. De neiging tot vergelijken met andere

productiemethoden is vaak aanwezig, maar heeft ook vaak tot gevolg dat negatieve punten er teveel uitspringen. Het probleem van vergelijken is namelijk dat punten waarop geen vergelijking mogelijk is, onderbelicht blijven. Veel positieve punten van RM blijven op die manier dus ongezien.

8.3 Onderzoek voor een bepaalde productgroep

Wanneer een product(groep) is gekozen moeten hiervan de eigenschappen worden vastgelegd. Het is in ieder geval van belang een marktonderzoek te doen en er achter te komen welke variaties hiervan bestaan. Vervolgens is het belangrijk om de potentiële gebruiker in het proces te betrekken en te kijken waar kansen liggen op de markt. Het is belangrijk om niet te denken vanuit het vervangen van bestaande producten maar RM te presenteren als een nieuw product.

Overigens is het wel belangrijk om het product dat geproduceerd gaat worden met RM te vergelijken qua prijs met al bestaande producten. Ook al wordt er niet de nadruk op gelegd, consumenten gaan toch vergelijken en prijs is het voornaamste criterium. Natuurlijk kan een RM product toegevoegde waarde hebben waardoor een hogere prijs gerechtvaardigd is, maar het is moeilijk om gebruikers daarvan te overtuigen. Bij het uiteindelijk exploiteren van een programma dient in een marketingstrategie rekening gehouden te worden met deze factoren.

Wanneer een product(groep) in kaart is gebracht dient deze gestandaardiseerd te worden. Dit ligt voor elk product anders en is van te voren lastig in te schatten. Dit is wel het moment dat het model en de interface ook al een rol gaan spelen.

8.4 Model

8.4.1 De basis

Voor het model is de basis een 3D-(CAD)-engine. Deze 3D engine is nodig om een model te kunnen maken, dit te kunnen tonen, te bewerken en uiteindelijk te exporteren. In het model dat ontwikkeld is, is gekozen voor SolidWorks. Dit is gedaan omdat er al kennis aanwezig was over SolidWorks en het een laagdrempelig en eenvoudig programma is om mee te werken. Nadeel is dat SolidWorks of een ander gerenommeerd CAD/CAM programma een duur programma is en je wel gebonden bent aan SolidWorks. Voor een 3D-engine kan ook gekozen worden voor een open-source programma, zodat men niet aan kosten voor de engine is gebonden. Ook kan zelf een 3D-engine op basis van bijvoorbeeld OpenGL opgezet worden. Het voordeel hiervan is dat er geen verbinding nodig is met een duur programma en het model een op zichzelf staande applicatie is. Het nadeel is dat er veel getest moet worden om een dergelijke 3D engine goed werkend te krijgen en er vaak geen ondersteuning voor is. Ook zijn er weer meer kosten verbonden aan het werkend krijgen van een “onbetrouwbare” 3D-engine. Soms is het beter iets goed in te kopen dan er zelf eindeloos mee aan de slag gaan. Aan de andere kant bespaart het, zeker op de langere termijn, kosten. Verder is het natuurlijk belangrijk om te weten met wat voor programmeertaal de engine aangestuurd kan worden en welke expertise op dat vlak beschikbaar is. Deze programmeertaal moet ook geschikt zijn om een programma te kunnen maken en eventueel nog externe applicaties aan te sturen.

Het is dus duidelijk dat de keuze voor een 3D-CAD-engine gebaseerd moet worden op kosten, aanwezige expertise, uiteindelijk mate van zelfstandigheid van de applicatie en beschikbare ontwikkeltijd.

8.4.2 *Templates*

Wanneer een 3D-CAD-engine is geselecteerd kan er in deze engine een standaard model worden opgezet. Dit model beschouwen we als een template. Er kunnen een of meerdere templates worden gemaakt, afhankelijk van het gekozen product. In het voorbeeld van de elektronicabehuizing is er maar een template gemaakt, ook vanwege de beschikbare tijd. Dit template was een rechthoekige doos. Een tweede template had bijvoorbeeld een ronde doos kunnen zijn. Er dient tijdens het ontwikkelen rekening gehouden worden met verschillende templates, zodat de programmacode al deze modellen op ongeveer dezelfde manier kan aansturen. Een ronde doos en een rechthoekige doos als template heeft bijvoorbeeld tot gevolg dat het plaatsen van gaten op een rechthoekig vlak heel anders is dan op een gekromd vlak. Hier zou dus al rekening mee moeten worden gehouden tijdens het programmeren.

Tot slot, RM biedt de mogelijkheid tot onbeperkte vormvrijheid. Door standaardisatie in de vorm van een template gaat deze vormvrijheid verloren. Het ultieme template is wel parametrisch, maar haalt toch het maximale uit de vormvrijheid van RM.

8.4.3 *Programmacode*

De programmacode komt al aan bod tijdens de keuze van de engine, maar tijdens het maken van de templates begint deze ook vorm aan het nemen. Het opzetten van een template en de bijbehorende code dient een simultaan proces te zijn, om zo te voorkomen dat er dingen naderhand onmogelijk blijken te zijn.

8.4.4 *Features*

De gebruiker moet de templates niet alleen kunnen aanpassen. Hij moet ook dingen kunnen toevoegen. Deze dingen noemen we features. Een feature van een elektronicabehuizing is bijvoorbeeld een rond gat. Nadat een template met de bijbehorende code is opgezet is het tijd om de features te gaan realiseren. Het makkelijkste is om er een uitbreidbare bibliotheek van te maken, zodat het model zover uitgebreid kan worden als wenselijk is. Zorg dat deze features ook van tevoren gepland worden, zodat alles mogelijk blijft.

8.5 **Interface**

8.5.1 *Opzetten van de interface*

Al tijdens het opzetten van het model moet er een interfaceontwerp zijn. Een computerprogramma bestaat uit een aantal standaard onderdelen die gewoon aangehouden kunnen worden. Het is natuurlijk een optie om er een geheel nieuw en innovatief programma van te maken, maar de toegevoegde waarde zou dit wel moeten rechtvaardigen. Het kan een idee zijn om een nieuw product ook te laten vergezellen van een nieuw soort computerprogramma, maar dit hoeft niet. Het belangrijkste is om in het oog te houden welke gebruikers met het programma gaan werken. Wat is hun voorkennis? Wat willen ze bereiken met het programma? Wat voor programma's zijn ze gewend? Welke functies willen zij graag dat het model heeft? Zorg dat je met het ontwerpen van de interface (en ook met het ontwerpen van het model!) de gebruikers bij elke fase betreft. Dit kost veel tijd, maar levert meer en betere informatie op dan elk bureauonderzoek zou kunnen. Tenslotte zijn het ook de gebruikers die met het programma moeten gaan werken, niet de ontwerper.

8.5.2 *Werking van de interface*

Er is veel onderzoek gedaan naar het opzetten van interfaces. Het aanbieden van interfaces waarbij personen een eigen product kunnen ontwerpen komt de laatste jaren ook meer in het licht te staan [Vink, 2003]. Hieruit komen verschillende richtlijnen naar voren.

- Creëer een levendige interface, om de gebruiker betrokken te houden
- Creëer een interactieve interface, om de gebruiker betrokken te houden
- Geef niet teveel keuzes in een keer, wanneer er veel keuzes gemaakt moeten worden. Deel deze dan op in stappen
- Begin met de belangrijkste keuzes, dan heeft de gebruiker meer idee van waar hij mee bezig is
- Zorg ervoor dat de gebruiker tussentijds ziet wat er met het product gebeurt, vooral na zijn aanpassingen
- Zorg dat keuzes ongedaan gemaakt kunnen worden
- Zorg er altijd voor dat het uiterlijk van het product (ook) aangepast kan worden, dit verhoogt het gebruiksgenot

8.6 **Direct 3D Design**

Direct 3D Design is een verzamelnaam voor het gehele proces. Het is natuurlijk de vraag hoe het programma, als het eenmaal gemaakt is, gebruikt moet worden en welke stappen er nodig zijn om van dit programma een echte productketen te laten ontstaan.

Gebruikers moeten het programma op een bepaalde manier gebruiken. Dit zou op verschillende manieren kunnen. Het meest voor de hand liggende is om het programma op CD te zetten en de deze CD te verkopen, of gratis weg te geven. De mensen kunnen dan thuis het programma gebruiken en zouden door help-files en tutorials wegwijs gemaakt kunnen worden in het programma. Een andere optie zou een webportal kunnen zijn. Op deze webportal is dan een online versie van het programma beschikbaar. Het gaat erom om het programma eenvoudig aan de man brengen en ervoor te zorgen dat als een gebruiker toch vastloopt met het programma dat er hulp voorhanden is. Het eenvoudig werken van het programma moet voorop staan en deze uitstraling moet het ook hebben. Wanneer uiteindelijk in de toekomst consumentenproducten door RM gemaakt worden zou er ook een winkel geopend kunnen worden, waar de klanten een half uur achter een pc plaats nemen en daar hun product ontwerpen. Aanwezige medewerkers kunnen de gebruikers dan ondersteunen en zorgen zo wellicht voor een menselijker tintje aan het programma en zouden een drempelverlagend effect kunnen hebben.

De aangemaakte STL wordt vervolgens verstuurd naar de productiefaciliteit, uitgeprint en teruggestuurd. Dit proces zou uiteindelijk volautomatisch kunnen gebeuren.

8.7 **Overig**

8.7.1 *Rapid Development*

Zoals al eerder aangegeven vereist werken met RM een denkslag qua ontwerp-vrijheid. Ook is dit het eind van de ontwerper die één oplossing creëert, hij creëert een set van oplossingen. Dit geheel wordt ook wel Rapid Development genoemd. Op dit gebied zijn op dit moment veel ontwikkelingen gaande, waar deze handleiding een voorbeeld van is. Feit is dat er een vertaalslag gemaakt moet worden naar deze manier van ontwerpen.

8.7.2 *Voorraadbeheer en Logistiek*

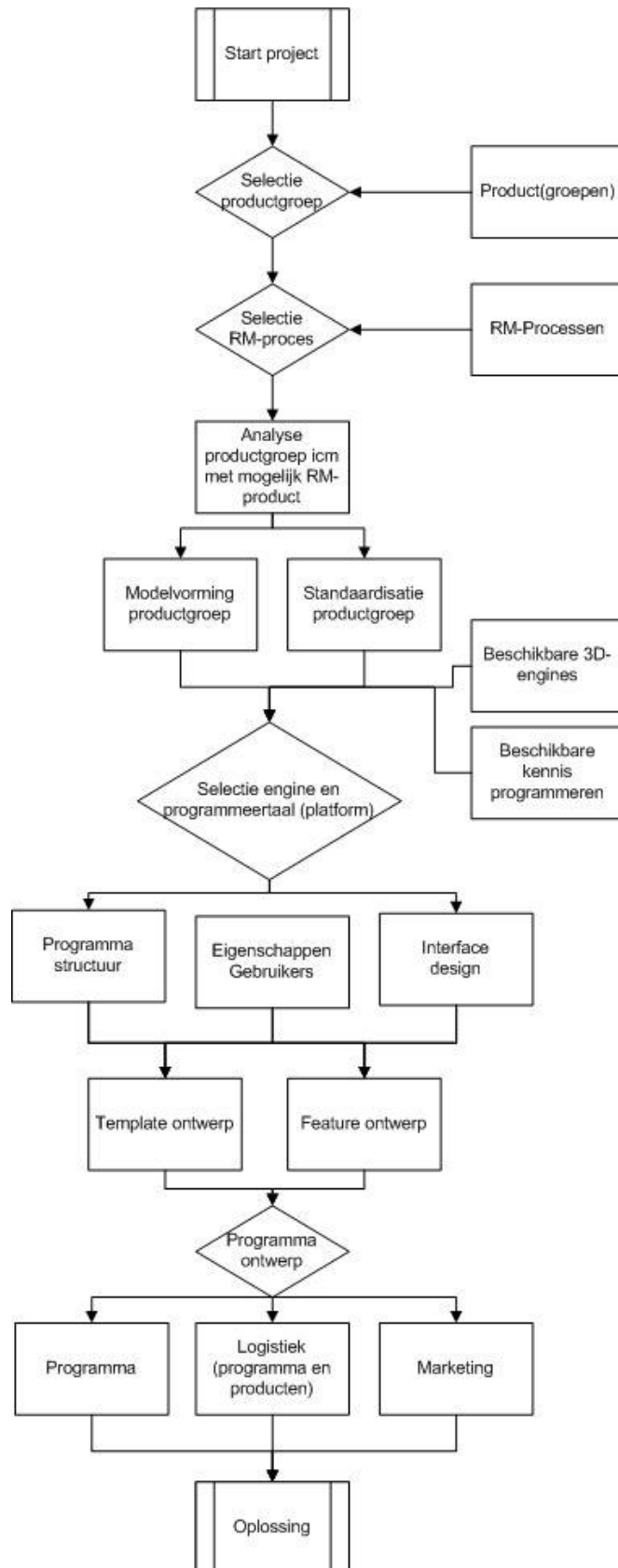
Met Rapid Manufacturing zijn grote winsten te behalen in voorraadbeheer. De voorraad hoeft namelijk niet te bestaan, deze staat in de computer. Zodra er iets nodig is wordt een product gemaakt en verstuurd. Dit heeft ook nut bij het kapot gaan van producten, er kan eenvoudigweg een nieuwe worden opgestuurd. Voor producten die uit meerdere onderdelen bestaan hoeft ook geen voorraad aangehouden te worden van reserveonderdelen. Al met al scheelt dit gigantisch in logistiek en in opslagkosten.

8.7.3 *Testen en Certificering*

Sommige producten vereisen certificering en dienen getest te worden voordat zij aan gebruikers toevertrouwd kunnen worden. Wanneer een product een miljoenenoplage heeft is dat geen probleem. Bij producten waar er telkens één van wordt gemaakt is het onmogelijk om deze producten te testen. Er zullen wellicht nieuwe tests moeten ontwikkeld die digitaal een product testen. Op deze manier kan een product toch veilig gebruikt worden terwijl het nog nooit heeft bestaan. Verder is het natuurlijk ook de vraag wie aansprakelijk is voor slecht design. Stel dat een gebruiker gewond raakt door een ontwerpfout in het product. Is de gebruiker dan aansprakelijk omdat hij het heeft ontworpen, of de maker van het programma die deze fout niet heeft ondervangen? [<http://home.att.net/>]

8.8 **Overzicht**

Om het gehele proces nog een keer duidelijk in kaart te brengen is een structuurschema van het proces ingevoegd in figuur 49.



Figuur 50 Structuurschema proces

9 Conclusies

De conclusies zullen per relevant hoofdstuk besproken worden.

Direct 3D Design en SLS

Uit het onderzoek naar direct 3D design en SLS is gebleken dat in principe op elke markt waar behoefte is aan persoonlijke aanpassing van (fysieke) producten direct 3D design met behulp van SLS worden toegepast. Om het ook succesvol toe te passen dient men zich op producten toe te leggen die in vergelijking (het product heeft door customization wel een toegevoegde waarde) niet te duur worden. Verder moeten de mogelijkheden van SLS; een zeer grote vormvrijheid, meerdere functies in één product en zeer snel productie mogelijk, goed geprofileerd worden. Direct 3D design moet dit dan ondersteunen en niet afremmen. Voor de kostprijs van een product is van belang het aantal jobs en het aantal producten per job zo hoog mogelijk te houden.

Elektronicabeuizingen

Er is gekeken naar welke types behuizingen er zijn en hoe deze geproduceerd worden. Dit zijn verschillende types behuizingen, variërend in functie en in geometrie. Het is mogelijk al deze behuizingen ook met SLS te produceren. Behuizingen die niet meer in de bouwkamer van een SLS machine passen zijn niet handig. Deze kunnen dan niet uit één stuk geproduceerd worden. Verder is veel mogelijk, alleen is een complexe geometrie moeilijk haalbaar met direct 3D design.

Enkele behuizingen zijn vergeleken qua prijs met hetzelfde model van SLS. Hierdoor is te concluderen dat elektronicabeuizingen geschikt voor direct 3D design zijn wanneer ze klein zijn en er relatief complex.

Elektronicabeuizingen zijn geschikt voor direct 3D design met behulp van SLS als er veel elektronicabeuizingen in één job passen. Ook zou er zonder de toepassing van SLS normaal gesproken een redelijke hoeveelheid nabewerkingen plaats moet vinden of de vorm wijkt net af van gangbare oplossingen.

Elektronicacomponenten

Er zijn zeer veel verschillende elektrische componenten. Niet alle van deze componenten hebben invloed op de geometrie van de behuizing. De conclusie is dan ook dat enkele componenten eigenschappen hebben die wel geometrie bepalend zijn. Verder worden de componenten op verschillende manieren bevestigd in deze behuizingen.

Model

SolidWorks geeft goede mogelijkheden om parametrische modellen te maken, vooral met Visual Basic for Applications. Het model werkt nu goed genoeg om een wijde range van elektronicaschakelingen te kunnen behuizen, al laat de user interface nog veel ruimte voor verbetering. Verder is het model overzichtelijk opgebouwd en geschikt om verder uitgebreid te worden. Tot slot maakt het model op dit moment te weinig gebruik van de mogelijkheden van SLS.

Interface

Bij het ontwerpen van de interface is er rekening gehouden met de doelgroep, en daarom sluit deze interface goed aan bij de eisen en wensen van de doelgroep. Het interface ontwerp is nog niet een geheel uitgewerkt concept, maar geeft wel globaal de richting aan waarin gedacht moet worden.

Handleiding

De handleiding is een compleet en overzichtelijk document voor de eerste stappen bij het opzetten van een parametrisch model voor een bepaalde RM-technologie. Deze handleiding gaat niet in detail op zaken in, een handleiding die dat wel zou doen is niet te maken in dit tijdsbestek. De handleiding zorgt ervoor dat de te doorlopen stappen duidelijk zijn en geeft randvoorwaarden bij die stappen.

10 Aanbevelingen

Omdat dit onderzoek vrij breed is geweest zijn er op veel verschillende punten aanbevelingen te doen. Deze zullen in chronologische verslagvolgorde worden besproken.

Gebruik maken van de mogelijkheden van SLS

In het vooronderzoek is aangetoond dat SLS grote mogelijkheden heeft qua vormvrijheid. In het huidige parametrische model wordt hier weinig gebruik gemaakt. Verder worden de printplaat en de deksel nu nog vastgeschroefd. Hier zouden klikvingers, die direct mee gemodelleerd worden, voor gebruikt kunnen worden. Echter, deze verbindingen zijn klein en daardoor niet stevig en dit moet goed getest worden voordat duidelijk is welke optie het best tot zijn recht komt. Dit is duidelijk een groot verbeterpunt aangezien het huidige model nog te weinig gebruik maakt van de mogelijkheden van SLS.

Kostenreductie

Om kosten te besparen is het duidelijk dat het aantal jobs zo hoog mogelijk dient te zijn. Maar ook het aantal producten per job moet hoog zijn. Hiervoor is het model momenteel niet geoptimaliseerd. Wanneer een doos in de virtuele bouwruimte staat neemt deze veel meer ruimte in dan er eigenlijk aan materiaal gebouwd wordt door de lege binnenruimte. Het zou een optie kunnen zijn om de behuizingen zo te ontwerpen dat ze plat gevouwen kunnen worden, of in elkaar passen door ze onder een hoek te bouwen. Er zou ook voor gekozen kunnen worden om een extra product te bouwen, dat in de dozen past, en waar de dozen mee vol gegooid kunnen worden. Natuurlijk kunnen kleine dozen altijd in grote dozen geplaatst worden. Duidelijk is in ieder geval dat er nagedacht moet worden over het zo vol mogelijk krijgen van een bouwruimte

Ander platform model

Het model zit nu vast aan SolidWorks. Dit was voor de eerste ontwikkelingsfase handig, omdat een betrouwbare engine is gebruikt, waarbij eenvoudig te programmeren viel. Helaas is SolidWorks dus nodig om het programma af te spelen en een licentie voor SolidWorks is prijzig. Voor distributie van het programma is het handig om het los te koppelen van SolidWorks en het op een andere engine te laten draaien die opensource of zelf ontwikkeld is. Een voorbeeld van een opensource 3D-(CAD)-engine is Blender [www.blender.org].

Uitbreiden en verbeteren model

Het model moet ook uitgebreid en verbeterd worden, als het op de markt gebracht worden. De aanbevelingen hiervoor zijn in feite al gedaan in paragraaf 6.7.1 en paragraaf 6.7.3.

Een andere benaderingswijze voor het programma

Aangezien elektronicaontwerpprogramma's de richting opgaan dat ze 3D aanzichten mogelijk maken en er een 3D model van de schakeling gemaakt kan worden, zou dit gegeven gebruikt kunnen worden voor een andere benaderingswijze voor het programma. De 3D-schakeling kan als uitgangspunt worden genomen en er kan hier een behuizing omheen worden gegenereerd. Zo kan de vormvrijheid van SLS ook beter benut worden.

Doelgroep programma

Dit programma moet zich in de eerste fase vooral richten op bedrijven als men er geld mee wil verdienen. Het product is op dit moment waarschijnlijk nog te duur voor de thuisgebruiker, voor wie het argument dat een niet customized behuizing hem twee uur extra werk kost niet opgaat, het is toch zijn hobby. De thuisgebruiker pakt dan liever gewoon wat hout van de plank en maakt in een paar uur een behuizing. Bedrijven zijn gevoeliger voor het argument dat het twee uur werk scheelt, aangezien medewerkers dan efficiënter ingezet kunnen worden.

Veiligheid en Certificering

Behuizingen moeten voldoen aan allerlei eisen op het gebied van veiligheid.

Behuizingen waar netspanning zijn bijvoorbeeld een risicogroep. Verder kan een behuizing afgeschermd moeten zijn voor elektromagnetische straling, dit kan in theorie opgelost worden met metallische coatings, maar hiervoor is onderzoek nodig. Voor al deze gevallen zijn keurmerken, maar er is tot op heden nog geen onderzoek gedaan naar hoe deze keurmerken toe te passen zijn op producten die niet van te voren getest kunnen worden. Ook als een behuizing bijvoorbeeld een val van een meter hoog moet kunnen weerstaan, is het niet mogelijk om dit vooraf te testen. Voor RM zal een nieuw soort test ontwikkeld moeten worden, wellicht door digitale simulaties van een product.

11 Referenties

11.1 Boeken en rapporten

1. [Maalderink et al, 2006]
TNO-Rapport: Functionele Coatings voor SLS
2. [Van de Vorst et al, 2005]
TNO- Rapport: Design for Rapid Manufacturing: SLS Loaded Parts
3. [Kamperman et al, 2002]
TNO-Rapport: Doelfinancieringsproject Rapid Manufacturing
4. [Vink, 2003]
Customization Choices, ISBN 90-9016751-X, pagina 172, 173, 176
5. [Farnell, 2007]
Farnell Catalogus 2007
6. [Tragter et al, 2003]
CAD/CAM handleiding SolidWorks deel IV, 5^e druk, Dictaat Universiteit Twente

11.2 Artikelen

7. [EOS, Jaar en Auteur onbekend]
Product information EOSINT P/PA2200-PULVER, Datasheet van EOS over het materiaal dat wordt gebruikt voor SLS
8. [SolidWorks, 2007]
SolidWorks Application Programming Interface
SolidWorks Help Files
9. [Visual Basic for Applications, 2007]
Visual Basic for Applications Help Files

11.3 Internetsites

10. [<http://www.eos.info>]
Bezocht op 14 mei 2007, <http://www.eos.info/products.html>
Bezocht op 16 mei 2007, <http://www.eos.info/products/plastic-laser-sintering/eosint-p-700.html?L=1>
11. [<http://www.3dsystems.com>]
Bezocht op 14 mei 2007
12. [<http://www.tudelft.nl>]
Bezocht op 15 mei 2007, <http://www.tudelft.nl/live/pagina.jsp?id=4753cab5-bed9-44c4-986f07405609c24&lang=nl>
13. [<http://www.kruidvat.nl>]
Bezocht op 14 mei 2007
14. [<http://www.nikeid.com>]
Bezocht op 14 mei 2007
15. [<http://www.vodafone.nl>]
Bezocht op 14 mei 2007
16. [<http://www.zizone.tv>]
Bezocht op 14 mei 2007
17. [<http://www.ikea.nl>]
Bezocht op 14 mei 2007

18. [<http://www.fbto.nl>]
Bezocht op 14 mei 2007
19. [<http://www.sofon.com>]
Bezocht op 14 mei 2007
20. [<http://www.wikipedia.org>]
Bezocht op 15 mei 2007, http://en.wikipedia.org/wiki/Mass_customization
Bezocht op 16 mei 2007, http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_component
Bezocht op 21 mei 2007;
http://en.wikipedia.org/wiki/Elements_of_graphical_user_interfaces
21. [<http://www.driveworks.co.uk>]
Bezocht op 16 mei 2007
22. [<http://www.madeforone.com>]
Bezocht op 15 mei 2007
23. [<http://www.madeforone.com>]
Bezocht op 15 mei 2007
24. [<http://www.mass-customization.de/case.htm>]
Bezocht op 15 mei 2007
25. [<http://www.cc.utah.edu/~asn8200/rapid.html>]
Bezocht op 21 mei 2007
26. [<http://factory.lego.com/>]
Bezocht op 14 mei 2007
27. [<http://www.industrial-enclosures.com/>]
Bezocht op 15 mei 2007, <http://www.industrial-enclosures.com/html/plastic-enclosures-overview.html>
28. [<http://www.reed-electronics.com/epp/>]
Bezocht op 15 mei 2007
29. [<http://www.fibox.com>]
Bezocht op 15 mei 2007, <http://www.fibox.com/default.asp?path=440;1249;1281>
30. [<http://www.comdes.nl>]
Bezocht op 15 mei 2007, <http://www.comdes.nl/behuizingen/kunststof-maatwerk.htm>
31. [<http://www.weber-ned.nl>]
Bezocht op 15 mei 2007, <http://www.weber-ned.nl/index.php?scr=1024&id=56>
32. [<http://www.conrad.nl>]
Bezocht op 15 mei 2007
33. [<http://www.pmkomponenten.nl>]
Bezocht op 15 mei 2007, <http://www.pmkomponenten.nl/producten/bopla/index.php>
34. [<http://www.hammondcfg.com>]
Bezocht op 15 mei 2007
35. [<http://www.connectronics.com>]
Bezocht op 16 mei 2007, http://www.connectronics.com/custom_enclosure.htm
36. [<http://www.dustshield.com/custom.asp>]
Bezocht op 16 mei 2007
37. [<http://www.protocase.com>]
Bezocht op 18 mei 2007, <http://www.protocase.com/www/designer/download.asp>
38. [<http://www.toolless.com>]
Bezocht op 18 mei 2007, <http://www.toolless.com/design-howwe.htm>
39. [<http://www.formit.nl>]
Bezocht op 18 mei 2007
40. [<http://www.maaselectro.nl>]
Bezocht op 23 mei 2007, <http://www.maaselectro.nl/nedparts/m345.HTM>
41. [<http://www.sparkfun.com>]

Bezocht op 23 mei 2007,

http://www.sparkfun.com/commerce/hdr.php?p=custom_plastic_cutting

42. [<http://www.protomold.co.uk>]

Bezocht op 23 mei 2007, <http://www.protomold.co.uk/ProtomoldProcess.aspx>

43. [<http://www.onderzoekinformatie.nl>]

Bezocht op 16 mei 2007,

<http://www.onderzoekinformatie.nl/nl/oi/nod/onderzoek/OND1281154/>

44. [3D Modellen van Elektronische componenten]

Bezocht op 1 juni:

www.partserver.com

www.traceparts.com

<http://www.tycoelectronics.com/default.asp>

Bezocht op 4 juni:

<http://www.3dcontentcentral.com/3DContentCentral/browse/Connectors.aspx>

<http://www.cbliss.com/inventor/Parts/Enclosures/index.htm>

<http://www.3dmodelsharing.com/free.php?cval=12&platform=solidworks>

[http://www.tracepartsonline.net/\(xz4ootf0vajkag2tmvwx4vr2\)/global/index.aspx](http://www.tracepartsonline.net/(xz4ootf0vajkag2tmvwx4vr2)/global/index.aspx)

http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/electronics/home/productsandservices/products/interconnectsolutions/3DModels/

<http://www.3dcadbrowser.com/browse.aspx?category=4>

<http://www.zxys.com/swparts/> (Misc models)

<http://cad.thomasnet.com/>

<https://sdp-si.com/eStore/>

45. [<http://www.dustshield.com/custom.asp>]

Bezocht op 16 mei 2007: <http://www.circuitsonline.net/circuits/>

46. [<http://www.emachineshop.com/>]

Bezocht op 18 mei 2007

47. [<http://www.sketchup.com/>]

Bezocht op 18 mei 2007

48. [<http://home.att.net/>]

Bezocht op 18 mei 2007: http://home.att.net/~castleisland/rm_12.htm

49. [<http://www.buildfm.com>]

Bezocht op 21 augustus 2007

50. [<http://www.expresspcb.com>]

Bezocht op 20 augustus 2007

A Plan van aanpak

Inleiding

Dit is het plan van aanpak geschreven voor mijn bacheloropdracht bij TNO

Opdrachtsomschrijving

De opdrachtgever, TNO, is een instituut waarbij technologie en innovatieve toepassingen verder worden ontwikkeld.

Vanuit TNO is gesignaleerd dat ontwerpers van elektronische schakelingen vaak niet (geheel) tevreden zijn over behuizingen die er op de markt zijn voor elektronische schakelingen. TNO denkt dat het ontwikkelen van een programma, dat elektronici in staat stelt via een interface eenvoudig een customised behuizing, die voldoet aan zijn of haar wensen, samen te stellen, hier goed op kan inspringen. Deze behuizing dient dan vanuit dit programma direct geprint te worden door middel van SLS (Selective Laser Syntering, een manier van 3D printen).

Ten eerste is het de vraag welke markten er voor dit soort type programma zijn. Hiermee wordt bedoeld een product ontwerpen via een interface in een CAD-programma, waarna deze meteen uitgeprint kan worden door middel van SLS. Door dit marktonderzoek kan het uiteindelijke product wellicht in de toekomst op meerdere vlakken toepasbaar zijn en kan een impuls gegeven worden aan verder onderzoek (beide niet binnen deze opdracht).

Verder is het doel van TNO om een product te ontwikkelen dat specifiek toepassing heeft op customised elektronica behuizingen. Hiervoor dienen dan de markt van de elektronica-componenten en schakelingen geanalyseerd en afgebakend te worden en de eisen en wensen van uiteindelijke gebruikers opgesteld te worden. Verder dienen er een parametrisch model en een interface te worden opgezet. Elektronici dienen zonder al te veel kennis van CAD-systemen, door middel van dit model en de interface eenvoudig hun gewenste behuizing kunnen samen stellen.

Tot slot dient dit onderzoek en de toepassing ervan als handleiding te dienen bij het ontwikkelen van nieuwe toepassingen van deze techniek, waarbij het ontwikkelde elektronicamodel als voorbeeldcase gebruikt kan worden.

Conceptueel ontwerp

Actoranalyse

De actor is TNO, kerngebied Industrie en Techniek, afdeling Rapid Manufacturing. De missie van TNO is de volgende: “TNO maakt wetenschappelijke kennis toepasbaar om het innovatief vermogen van bedrijfsleven en overheid te versterken”¹. “TNO

¹ http://www.tno.nl/content.cfm?context=overtno&content=overtno&item_id=30

ontwikkelt kennis, en maakt die samen met het bedrijfsleven praktisch toepasbaar”. Het doel van TNO is dus wetenschappelijke kennis een praktische toepassing te geven, om zo het bedrijfsleven en de overheid te steunen op het gebied van innovatie. TNO heeft verder ook activiteiten op het gebied van testen, certificeren, advisering en contractonderzoek. Binnen de afdeling Rapid Manufacturing wordt voornamelijk aan contractonderzoek gedaan. Contractonderzoek houdt in dat TNO de opdracht tot onderzoek van bedrijven krijgt en ook door deze bedrijven gefinancierd wordt.

TNO is een toonaangevend instituut op het gebied van onderzoek en techniek en heeft goede contacten en samenwerkingsverbanden met vele bedrijven. Hieronder vallen ook bedrijven zoals EMDES, een elektronica ontwikkelaar. Binnen de doelgroep waarin het product uit de case uiteindelijk terecht zal komen neemt TNO een belangrijke, doch passieve rol in. TNO staat hier alleen bekend als innovator, als bedrijf dat nieuwe technieken introduceert. Aangezien TNO dit bijna altijd in combinatie met een ander bedrijf doet blijft de rol van TNO redelijk passief.

TNO heeft als belang bij dit probleem het handhaven van hun innovatieve rol op de markt, het bekend maken van de stagiair met het bedrijf, en het exploiteren van een eventueel succesvol product. Verder ziet TNO in de opdracht vooral een mogelijkheid voor het toepassen van de SLS-technologie (Selective Laser Syntering). TNO is altijd op zoek naar toepassingen voor technologie en op het moment dat het idee ontstaat dat een techniek op een nieuwe manier toepasbaar is, wordt deze vaak onderzocht.

Projectkader

Vaak zijn producten net niet op maat voor de klant. De klant heeft weliswaar keuze uit duizenden verschillende modellen, maar net niet een die geheel aan zijn wensen voldoet. Vaak accepteert de klant na veel zoekwerk een tussenoplossing en schaft deze aan. Als dit product vervolgens ontvangen is, dient de klant zelf nog aanpassingen te doen aan het product, zodat deze iets meer aan zijn eisen voldoet.

Bij elektronische schakelingen is dit ook vaak het geval. Veel onderdelen en behuizingen zijn gestandaardiseerd en passen daarom prima in elkaar, te meer ook omdat producten daar om heen, weer afgesteld zijn op deze behuizingen. Denk bijvoorbeeld aan “19-inch racks”, waar printplaten in zitten die precies in de behuizingen passen die weer precies in de rekken passen. Soms heeft men echter een schakeling niet volgens de geldende standaarden ontworpen en is een behuizing lastig te vinden. Uiteindelijk wordt een product gekozen dat net te ruim is, waardoor onderdelen met extra moeite bevestigd moeten worden, er moeten nog gaten worden geboord, sommige stukken moeten worden verstevigd, er dienen groeven te worden uitgefreesd en labels met tekst dienen er op te worden geplakt. Uiteindelijk is het resultaat niet helemaal mooi aansluitend en zit het nog een beetje rammelend aan elkaar. Met een extra dag werk zouden die twintig presentatiemodellen er helemaal gelikt uit zien, maar die tijd en dus geld is er niet meer. Dit miniscenario geeft aan dat er wel problemen liggen bij het voorbeeld van elektronische schakelingen. Een elektronicus kan op het moment geen precieze eisen stellen aan een behuizing wanneer hij niet zoveel schakelingen produceert. Bij meer dan 10.000 producten kunnen de kosten van het ontwerp van het product er wel uit gehaald worden, maar bij kleinere series niet.

TNO wil dit probleem oplossen door SLS te gebruiken voor het produceren van kleine hoeveelheden producten. SLS is op het moment een schijnbaar dure techniek, maar doordat dit systeem veel sneller moet werken en uiteindelijk een mooier resultaat moet

opleveren en de tijdsbesparing ook een besparing van arbeidskosten oplevert, is dit wellicht een oplossing voor het probleem.

Doelstelling

Doel van de opdracht is het onderzoeken van de markt voor mogelijkheden om een product te ontwerpen waarmee een gebruiker geholpen wordt een 3D ontwerp te maken dat direct uitgeprint kan worden. Dit wordt uitgewerkt op het gebied van behuizingen voor elektronische schakelingen. Hier wordt vervolgens een model voor opgesteld met behulp van SolidWorks (een 3D CAD/CAM programma), met hierbij een interface, zodat SolidWorks-leken met dit model kunnen omgaan. Het uiteindelijke product kan dan worden uitgeprint met behulp van SLS, een techniek die TNO, de opdrachtgever, graag uitgebreider wil toepassen. Tot slot is er het doel het geheel zo te presenteren, dat dit kan worden gebruikt als handleiding voor de ontwikkeling van nieuwe toepassingen, waarbij het gemaakte model als voorbeeldcase kan worden gebruikt.

Dit kan gerealiseerd worden door te onderzoeken of, en welke, markten er zijn voor direct consumer 3D design met behulp van SLS. Vervolgens dient deze marktanalyse uitgebreid uitgevoerd te worden op het gebied van electronica, om daar de markt goed af te bakenen. Tegelijkertijd dienen de componenten van elektronische schakelingen en de eisen en wensen van ontwerpers van elektronische schakelingen in kaart gebracht te worden. Aan de hand hiervan kan een parametrisch model ontworpen worden met daarbij een interface. Dit geheel kan zo gepresenteerd worden dat dit tegelijkertijd ook een handleiding is voor nieuwe praktische toepassingen. Bij TNO is adequate kennis binnen handbereik (door contacten met bedrijven en kennis binnen de organisatie). De tijd die voor dit project staat is drie maanden. Ook is er de mogelijkheid om te experimenteren met SLS.

Vraagstelling

Om gestructureerd het onderzoek uit te kunnen voeren en het probleem te kunnen oplossen, dienen er onderzoeksvragen opgesteld te worden. Deze vallen uiteen in zeven centrale vragen en per centrale vraag zijn deelvragen opgesteld die helpen de centrale vraag te beantwoorden.

1. Op welke markten liggen er kansen om direct 3D design met behulp van SLS succesvol toe te passen?
 - 1.1. Wat zijn de mogelijkheden van het gebruik van SLS?
 - 1.2. Wat zijn de beperkingen in het gebruik van SLS?
 - 1.3. Welke toepassingsmogelijkheden heeft direct 3D design met behulp van SLS?
 - 1.4. Op welke markten is er behoefte aan producten die consumenten zelf op maat kunnen maken met behulp van direct 3D design?
 - 1.5. Wat zijn de kosten van direct 3D design met SLS?
 - 1.6. Wat zijn de kosten van de huidige oplossingen op de potentiële markten?
 - 1.7. Op welke manier kan SLS via direct 3D design een specifieke markt succesvol benaderen?
2. Wanneer zijn elektronicabehuizingen geschikt voor direct 3D design met behulp van SLS?
 - 2.1. Wat zijn de huidige oplossingen op het gebied van elektronicabehuizingen?
 - 2.2. Wat zijn de specifieke kosten voor de huidige oplossingen op het gebied van elektronicabehuizingen?
 - 2.3. Wat voor elektronicabehuizingen kunnen met behulp van SLS gemaakt worden?
 - 2.4. Wat zijn de specifieke kosten voor het gebruik van direct 3D design met SLS in combinatie met elektronicabehuizingen?
 - 2.5. Waar zit binnen de huidige oplossingen een afzetmarkt voor direct 3D design?
3. Wat zijn de eigenschappen van componenten uit elektronische schakelingen die worden verwerkt in elektronicabehuizingen die geschikt zijn voor direct 3D design met behulp van SLS?
 - 3.1. Welke componenten worden gebruikt in deze behuizingen?
 - 3.2. Wat zijn de afmetingen van deze componenten?
 - 3.3. Hoe worden deze elektrische componenten bevestigd in deze behuizingen?
4. Wat is het programma van eisen en wensen van ontwerpers van elektronica met betrekking tot direct 3D design van elektronicabehuizingen?
 - 4.1. Welke eisen stellen ontwerpers van elektronica aan een behuizing?
 - 4.2. Welke wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een behuizing?
 - 4.3. Welke eisen stellen ontwerpers van elektronica aan een parametrisch model?
 - 4.4. Welke wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een parametrisch model?

- 4.5. Welke eisen stellen ontwerpers van elektronica aan een interface van een parametrisch model?
- 4.6. Welke wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een interface van een parametrisch model?
- 4.7. Welke eisen hebben secundaire gebruikers met betrekking tot direct 3D design van elektronica-behuizingen?
- 4.8. Welke wensen hebben secundaire gebruikers met betrekking tot direct 3D design van elektronica-behuizingen?
5. Tot welk ontwerp van een parametrisch model in SolidWorks voor direct 3D design van elektronica-behuizingen met behulp van SLS dient gekomen te worden?
 - 5.1. Welke mogelijkheden geeft SolidWorks om parametrische modellen te maken?
 - 5.2. Welke elektrische componenten dienen er geselecteerd te worden voor het model?
 - 5.3. Hoe dienen deze elektrische componenten gestandaardiseerd te worden?
 - 5.4. Welke ontwerpkeuzes moeten er gemaakt worden aan de hand van het programma van eisen en wensen?
 - 5.5. Wat is de werking van het parametrisch model?
 - 5.6. Hoe ziet het parametrisch model er in detail uit?
6. Tot welk ontwerp van een interface voor een parametrisch model in SolidWorks dat voor direct 3D design met behulp van SLS wordt gebruikt dient gekomen te worden?
 - 6.1. Welke kennis is aanwezig bij de ontwerpers van elektronica wat betreft SolidWorks?
 - 6.2. Hoe dient de interface te communiceren met het parametrisch model?
 - 6.3. Welke functies zouden nuttig kunnen zijn voor de interface?
 - 6.4. Welke ontwerpkeuzes moeten er gemaakt worden aan de hand van het programma van eisen en wensen?
 - 6.5. Wat is de werking van de interface?
 - 6.6. Hoe ziet de interface er in detail uit?
7. Tot welk ontwerp van een handleiding die beschrijft, hoe men een parametrisch model en daarbij een interface voor direct 3D design met behulp van SLS en SolidWorks op kan zetten voor een bepaalde productgroep, dient gekomen te worden?
 - 7.1. Wat is de voorkennis van de persoon die met de handleiding gaat werken?
 - 7.2. Welke onderdelen dienen te worden beschreven in de handleiding?
 - 7.3. Op welke manier dient de handleiding gepresenteerd te worden?
 - 7.4. Hoe werkt de handleiding?
 - 7.5. Hoe ziet de handleiding er in detail uit?

Begripsbepaling

Parametrisch model

Een model waarbij maten, onderdelen en andere zaken niet vast staan. Ze kunnen gevarieerd worden met behulp van parameters, wat niet vaststaande getallen zijn.

Direct 3D Design

Met Direct 3D Design wordt bedoeld het door een consument zelf met behulp van een interface ontwerpen van een 3D ontwerp dat vervolgens meteen klaar is om te produceren doordat er een parametrisch model achter zit. Dit is een nog niet bestaande term, maar geïntroduceerd om het geheel leesbaarder te houden.

Onderzoektechnisch ontwerp

Onderzoeksmateriaal

1. Op welke markten liggen er kansen om direct 3D design met behulp van SLS succesvol toe te passen?			
	Bron	Specificatie	Ontsluiting
1.1. Wat zijn de mogelijkheden van het gebruik van SLS?			
	Personen Documenten	Medewerkers TNO Documenten SLS	Persoonlijk interview Inhoudsanalyse
1.2. Wat zijn de beperkingen in het gebruik van SLS?			
	Personen Documenten	Medewerkers TNO Documenten SLS	Persoonlijk interview Inhoudsanalyse
1.3. Welke toepassingsmogelijkheden heeft direct 3D design met behulp van SLS?			
	Documenten Werkelijkheid Personen	Documenten SLS Markten Medewerkers TNO	Inhoudsanalyse Observatie Persoonlijk interview
1.4. Op welke markten is er behoefte aan producten die consumenten zelf op maat kunnen maken met behulp van direct 3D design?			
	Werkelijkheid Personen Media	Markten Medewerkers TNO Vertegenwoordigers Markten Internet, Kranten etc.	Observatie Persoonlijk interview Persoonlijk interview Zoeksysteem / Inhoudsanalyse
1.5. Wat zijn de kosten van direct 3D design met SLS?			
	Personen Documenten	Medewerkers TNO Handleidingen SLS	Persoonlijk interview Inhoudsanalyse
1.6. Wat zijn de kosten van de huidige oplossingen op de potentiële markten?			
	Documenten Werkelijkheid Personen	Brochures, Informatiefolders Markten Vertegenwoordigers Markten	Inhoudsanalyse Observatie Persoonlijk interview

2. Wanneer zijn elektronicabeuizingen geschikt voor direct 3D design met behulp van SLS?			
	Bron	Specificatie	Ontsluiting
2.1. Wat zijn de huidige oplossingen op het gebied van elektronicabeuizingen?			
	Personen Documenten	Medewerkers TNO Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Brochures Fabrikanten	Persoonlijk interview Persoonlijk interview Persoonlijk interview Inhoudsanalyse
2.2. Wat zijn de specifieke kosten voor de huidige oplossingen op het gebied van elektronicabeuizingen?			
	Personen	Medewerkers TNO Medewerkers EMDES	Persoonlijk interview Persoonlijk interview

	Documenten	Wisse Heitinga (Elektuur) Brochures Fabrikanten	Persoonlijk interview Inhoudsanalyse
	2.3. Wat voor elektronica-behuizingen kunnen met behulp van SLS gemaakt worden?		
	Personen Documenten	Medewerkers TNO Documenten SLS	Persoonlijk interview Inhoudsanalyse
	2.4. Wat zijn de specifieke kosten voor het gebruik van direct 3D design met SLS in combinatie met elektronica-behuizingen?		
	Personen Documenten	Medewerkers TNO Documenten SLS	Persoonlijk interview Inhoudsanalyse
	2.5. Waar zit binnen de huidige oplossingen een afzetmarkt voor direct 3D design?		
	Personen Werkelijkheid Documenten	Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Markten Eigen: Elektronica-behuizingen	Persoonlijk interview Persoonlijk interview Observatie Inhoudsanalyse

	3. Wat zijn de eigenschappen van componenten uit elektronische schakelingen die worden verwerkt in elektronica-behuizingen die geschikt zijn voor direct 3D design met behulp van SLS?		
	Bron	Specificatie	Ontsluiting
	3.1. Welke componenten worden gebruikt in deze behuizingen?		
	Personen Documenten Literatuur	Medewerkers TNO Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Elektronica-ontwerpers (5) Brochures Producenten Online/Fysiek	Persoonlijk interview Persoonlijk interview Persoonlijk interview Telefonisch Interview / Persoonlijk Interview Inhoudsanalyse Inhoudsanalyse
	3.2. Wat zijn de afmetingen van deze componenten?		
	Documenten Literatuur	Brochures Producenten Online/Fysiek	Inhoudsanalyse Inhoudsanalyse
	3.3. Hoe worden deze elektrische componenten bevestigd in deze behuizingen?		
	Personen Documenten Literatuur	Medewerkers EMDES Elektronica-ontwerpers (5) Brochures Producenten Online/Fysiek	Persoonlijk interview Telefonisch Interview / Persoonlijk Interview Inhoudsanalyse Inhoudsanalyse

	4. Wat is het programma van eisen en wensen van ontwerpers van elektronica met betrekking tot direct 3D design van elektronica-behuizingen?		
	Bron	Specificatie	Ontsluiting
	4.1. Welke eisen stellen ontwerpers van elektronica aan een behuizing?		
	Personen	Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Elektronica-ontwerpers (5)	Persoonlijk interview Persoonlijk interview Telefonisch Interview / Persoonlijk Interview
	4.2. Welke wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een behuizing?		
	Personen	Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Elektronica-ontwerpers (5)	Persoonlijk interview Persoonlijk interview Telefonisch Interview / Persoonlijk Interview

	4.3. Welke eisen stellen ontwerpers van elektronica aan een parametrisch model?		
	Personen	Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Elektronicaontwerpers (5)	Persoonlijk interview Persoonlijk interview Telefonisch Interview / Persoonlijk Interview
	4.4. Welke wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een parametrisch model?		
	Personen	Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Elektronicaontwerpers (5)	Persoonlijk interview Persoonlijk interview Telefonisch Interview / Persoonlijk Interview
	4.5. Welke eisen stellen ontwerpers van elektronica aan een interface van een parametrisch model?		
	Personen	Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Elektronicaontwerpers (5)	Persoonlijk interview Persoonlijk interview Telefonisch Interview / Persoonlijk Interview
	4.6. Welke wensen hebben ontwerpers van elektronica voor een interface van een parametrisch model?		
	Personen	Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Elektronicaontwerpers (5)	Persoonlijk interview Persoonlijk interview Telefonisch Interview / Persoonlijk Interview
	4.7. Welke eisen hebben secundaire gebruikers met betrekking tot direct 3D design van elektronica behuizingen?		
	Personen	Medewerkers TNO Overige gebruikers	Persoonlijk interview Persoonlijk interview
	4.8. Welke wensen hebben secundaire gebruikers met betrekking tot direct 3D design van elektronica behuizingen?		
	Personen	Medewerkers TNO Overige gebruikers	Persoonlijk interview Persoonlijk interview

5. Tot welk ontwerp van een parametrisch model in SolidWorks voor direct 3D design van elektronica behuizingen met behulp van SLS dient gekomen te worden?			
	Bron	Specificatie	Ontsluiting
	5.1. Welke mogelijkheden geeft SolidWorks om parametrische modellen te maken?		
	Personen Documenten	Peter Ruis (Design Solutions) Handleidingen SolidWorks	Persoonlijk interview Inhoudsanalyse
	5.2. Welke elektrische componenten dienen er geselecteerd te worden voor het model?		
	Werkelijkheid Literatuur	Elektrische Componenten Online/Fysiek	Observatie Inhoudsanalyse
	5.3. Hoe dienen deze elektrische componenten gestandaardiseerd te worden?		
	Werkelijkheid Literatuur	Online/Fysiek	Observatie Inhoudsanalyse
	5.4. Welke ontwerpkeuzes moeten er gemaakt worden aan de hand van het programma van eisen en wensen?		
	Documenten	Eigen: programma van eisen en wensen	Inhoudsanalyse
	5.5. Wat is de werking van het parametrisch model?		
	Werkelijkheid	Model	Observatie

	5.6.	Hoe ziet het parametrisch model er in detail uit?
	Werkelijkheid	Model
		Observatie

6.	Tot welk ontwerp van een interface voor een parametrisch model in SolidWorks dat voor direct 3D design met behulp van SLS wordt gebruikt dient gekomen te worden?	
	Bron	Specificatie
		Ontsluiting
	6.1.	Welke kennis is aanwezig bij de ontwerpers van elektronica wat betreft SolidWorks?
	Personen	Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Elektronicaontwerpers (5)
		Persoonlijk interview Persoonlijk interview Telefonisch Interview / Persoonlijk Interview
	6.2.	Hoe dient de interface te communiceren met het parametrisch model?
	Documenten	Eigen documenten: model
		Inhoudsanalyse
	6.3.	Welke functies zouden nuttig kunnen zijn voor de interface?
	Werkelijkheid	Mogelijkheden
		Observatie
	6.4.	Welke ontwerpkeuzes moeten er gemaakt worden aan de hand van het programma van eisen en wensen?
	Documenten	Eigen documenten: programma van eisen en wensen
		Inhoudsanalyse
	6.5.	Wat is de werking van de interface?
	Werkelijkheid	Interface
		Observatie
	6.6.	Hoe ziet de interface er in detail uit?
	Werkelijkheid	Interface
		Observatie

7.	Tot welk ontwerp van een handleiding die beschrijft, hoe men een parametrisch model en daarbij een interface voor direct 3D design met behulp van SLS en SolidWorks op kan zetten voor een bepaalde productgroep, dient gekomen te worden?	
	Bron	Specificatie
		Ontsluiting
	7.1.	Wat is de voorkennis van de persoon die met de handleiding gaat werken?
	Personen	Medewerkers EMDES Wisse Heitinga (Elektuur) Elektronicaontwerpers (5)
		Persoonlijk interview Persoonlijk interview Telefonisch Interview / Persoonlijk Interview
	7.2.	Welke onderdelen dienen te worden beschreven in de handleiding?
	Werkelijkheid	Mogelijke Onderdelen
		Observatie
	7.3.	Op welke manier dient de handleiding gepresenteerd te worden?
	Werkelijkheid	Mogelijke Presentatievormen
		Observatie
	7.4.	Hoe werkt de handleiding?
	Werkelijkheid	Handleiding
		Observatie
	7.5.	Hoe ziet de handleiding er in detail uit?
	Werkelijkheid	Handleiding
		Observatie

Ontwerpstrategie

De opdracht valt uiteen in verschillende delen, en bestaat daarom ook niet uit één strategie. Er wordt een bureauonderzoek gedaan naar de markten die er zijn voor direct 3D design. Er wordt verder bureauonderzoek gedaan naar elektronicabehuizingen en elektrische componenten. Verder worden ook de eisen en wensen van ontwerpers van elektronica vastgesteld door middel van een bureauonderzoek. Het opzetten van het parametrisch model en de interface is een experiment, aangezien er ook getest gaat worden. Er is documentatie verzameld en dit geeft aan hoe het model en de interface

eruit moeten zien. In het experiment wordt dit gecontroleerd en uitgevoerd. Tot slot wordt er nog bureauonderzoek gedaan naar hoe een handleiding eruit moet zien.

Ontwerpplanning

Zie bijlage B.

Knelpunten

De bronnen zijn goed beschikbaar binnen het netwerk van TNO dus op dit gebied worden niet al te veel problemen verwacht.

De opdracht lijkt redelijk omvangrijk en het is dus voor te stellen dat niet alles uitgevoerd kan worden binnen de gestelde tijd. Hier zal dus goed in de gaten gehouden moeten worden of de planning gehaald wordt of niet. Als dit niet zo is, zal evenredig gesneden moeten in werkzaamheden.

Verder is het nu nog niet goed voor te stellen of het model en de interface geheel werkend kunnen worden uitgewerkt. Het is denkbaar dat er geen geheel computerprogramma kan worden ontwikkeld, aangezien een team van gespecialiseerde informatici daar ook jaren over kan doen. Hier dient dus gekeken te worden hoever er gekomen wordt en moet er op een zeker punt een compromis gesloten worden en worden gestopt met het doorontwikkelen.

Verder is het de bedoeling dat er uiteindelijk een verslag komt te liggen, maar ook een soort van handleiding. Dit werk dient zo goed mogelijk gecombineerd worden

En rapportage en handleiding apart schrijven zou heel veel tijd kosten.

Gesprek met begeleider

Dit is een samenvoeging van het eerste kennismakingsgesprek, en het tweede “kennismakingsgesprek” dat op de eerste werkdag plaatsvond, dit omdat dit een meer compleet beeld geeft op welke basis dit plan van aanpak is geschreven.

Vrijdag 30 maart 2007 om 11:00, TNO Eindhoven

Aanwezig; Henk Buining, Steven Haveman

Kennismaking:

Henk Buining heeft zich voorgesteld en zijn activiteiten uitgelegd. Verder heeft hij verteld over wat TNO allemaal doet in Eindhoven. Hij liep al een tijdje met het idee rond dat direct 3D design van elektronicabeuizingen een goede toepassing van SLS kon zijn en toen hij mijn verzoek om een stage onder ogen kreeg leek hem dit een geschikte opdracht voor mij. Ik had telefonisch al aangegeven dit een leuke opdracht te vinden en heb dit wederom bevestigd. Verder heb ik mijzelf voorgesteld en over mijn studie, competenties en interesses verteld. Ook heb ik uitgelegd wat de bacheloropdracht precies inhield en wat er van TNO verwacht werd ten tijde van deze opdracht.

Rondleiding:

Vervolgens heb ik een rondleiding gehad door de werkplaats van TNO. Hier stonden verschillende soorten 3D-printers. Deze berustten alle op verschillende principes. Er stond een poeder met laser printer, een metaal printer, een printer die alles opbouwde vanuit één draad, een stereo lithografie printer die met een laser een vloeistof tot vaste stof verhitte met zeer veel precisie. Ook heeft hij mij enkele experimentele opstellingen laten zien en de een printer die kleur kan printen op glasplaten. Dit concept is ook gebruikt op de gevel van het Nederlands Instituut voor Beeld en Geluid. Verder heb ik enkele andere medewerkers ontmoet en mijn eventuele werkplek gezien.

Lunch:

Tijdens de lunch hebben we nog een persoonlijk gesprek gevoerd en heb ik nog wat vragen gesteld over TNO.

Afspraken:

Ik heb alvast enkele administratieve formulieren ingevuld, zodat dat in ieder geval geregeld is. We houden verder contact via de mail en telefoon. Ik ga eerst de opdracht bespreken met mijn begeleider vanuit de Universiteit Twente.

Donderdag 10 mei 2007, om 9:00m TNO Eindhoven (Ochtend eerste werkdag)

Aanwezig: Steven Haveman, Henk Buining, Theo Gobbels (gedeeltelijk)

Verdere kennismaking:

Dit was mijn eerste werkdag. Ik kon me installeren op mijn werkplek te zien en heb kennisgemaakt met mijn collega's, ik kreeg te horen waar zij mee bezig waren en Henk Buining vertelde aan wie ik welke vragen kon stellen. Verder hebben we enkele administratieve dingen geregeld, zoals het verkrijgen van een computer. Ook zijn we het gebouw nog even rondgelopen en zijn uiteindelijk even aan het bespreken van de opdracht toegekomen. Ik heb de wijzigingen die vanuit de UT voorgesteld waren aan Henk Buining voorgelegd. Hij zou hier even over nadenken.

Emdes:

Om 11:00 hadden we een afspraak met Theo Gobbels van Emdes, een ontwerpbureau dat elektronische schakelingen en systemen ontwerpt. Emdes zit in hetzelfde gebouw als TNO, aangezien zij ooit een afdeling van TNO hebben overgenomen. Theo Gobbels heeft ons verschillende van hun projecten laten zien en de behuizingen die zij daarvoor gebruikten. Hij heeft daarbij al enkele knelpunten aangegeven.

Bronnen

Internetsites

Op <http://teletop.utwente.nl>, acces at 9 mei 2007

<http://teletopa.utwente.nl/06280320.nsf>, de site van het vak Inleiding Technologisch Onderzoek

Op <http://www.tno.nl>, accesed at 10 mei 2007:

http://www.tno.nl/content.cfm?context=overtno&content=overtno&item_id=30

Expertise Personen

Henk Buining - TNO

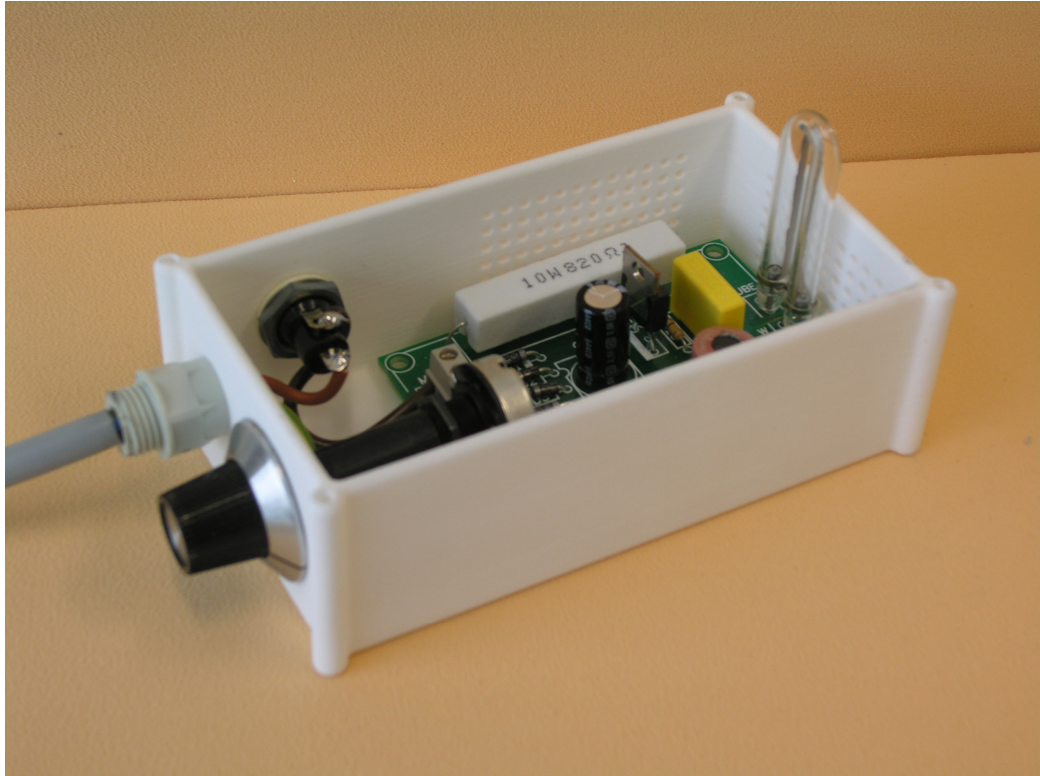
Theo Gobbels - Emdes

B Planning

Taak	Week	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Uitvoering Vraag 1																
1.1																Uitloop
1.2																
1.3																
1.4																
1.5																
1.6																
Uitvoering Vraag 2																
2.1																Uitloop
2.2																
2.3																
2.4																
2.5																
Uitvoering Vraag 3																
3.1																Uitloop
3.2																
3.3																
Uitvoering Vraag 4																
4.1																Uitloop
4.2																
4.3																
4.4																
4.5																
4.6																
4.7																
4.8																
Uitvoering Vraag 5																
5.1																Uitloop
5.2																
5.3																
5.4																
5.5																
5.6																
Uitvoering Vraag 6																
6.1																Uitloop
6.2																
6.3																
6.4																
6.5																
6.6																
Uitvoering Vraag 7																
7.1																Uitloop
7.2																
7.3																
7.4																
7.5																
Rapportage																Uitloop

C Foto's resultaten

In deze bijlage staan foto's van behuizing die gemaakt zijn met het parametrisch model.





D Broncode

In deze bijlage staat de broncode van het programma en het design van de userforms.
Eerst staan hier de userforms, vervolgens de broncode.

The image displays three screenshots of user forms, labeled UserForm1, UserForm2, and UserForm3, arranged in a grid-like fashion.

UserForm1: This form contains a vertical stack of seven buttons labeled CommandButton1, CommandButton4, CommandButton2, CommandButton7, CommandButton3, CommandButton6, and CommandButton5 from top to bottom.

UserForm2: This form features a complex layout. It includes three labels (Label1, Label2, Label3) each followed by a text input field. Below these is a frame labeled Frame1 containing three radio buttons: OptionButton1, OptionButton2, and OptionButton3. To the right of Frame1 is another frame labeled Frame2 containing a 2x2 grid of buttons (CommandButt1, CommandButt2, CommandButt3, CommandButt4), a single CommandButt5 button below them, a set of four directional arrow buttons (<, ^, >, v), and three radio buttons (OptionButton4, OptionButton5, OptionButton6). At the bottom of the form are three buttons: CommandButton1, CommandButton3, and CommandButton2.

UserForm3: This form has a large frame labeled Frame2 at the top containing six labels (Label1 through Label6) and a large empty text area below them. Below this frame is a section with a label (Label9) and a dropdown menu. At the bottom of the form are four buttons: CommandButton3, CommandButton4, CommandButton1, and CommandButton2.

UserForm5

Welcome to the Enclosure Generator v1.0!

With this program, you can create an enclosure for the electronic circuit you designed, in a fast and easy way.

Please note the following:

- Units in this program are millimeters, unless specified otherwise.
- It is best to drag the program window to a second screen. You will not block your view of SolidWorks this way.
- This is still an early version of the program, so complete functionality is not yet guaranteed.
- Etc...

Press any key to continue!

UserForm6

This SolidWorks Macro was created by:
Steven Haveman
August 2007
Courtesy of TNO, the Netherlands
Thank you for using this macro!

Press any key to continue...

UserForm4

Attention: the location of the feature on a face is calculated by the standard view of that face.

Label1

Label2

Label3

Label4

Label5

CommandButton1

CommandButton2

Frame1

CommandButt	CommandButt
CommandButt	CommandButt
CommandButt	CommandButt

CommandButt

< ^ >

W

☐ OptionButton4
☐ OptionButton5
☐ OptionButton6

Module Main

Option Explicit

```
Dim ID      As Integer
Dim Part    As Object
Dim swApp   As SldWorks.SldWorks
Dim fileerror As Long
Dim filewarning As Long
```

Sub Main()

'Hier start het programma op

'Hier zetten we Solidworks als de actieve applicatie
Set swApp = Application.SldWorks
swApp.Visible = True

'Hier laden we het beginformulier en laten we het zien
Load UserForm5
UserForm5.Show

End Sub

Public Sub UserForm1_Initialize()

Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc

'Het initialiseren van de forms gebeurt via hier
Load UserForm1
UserForm1.Caption = "Enclosure Configurator"
UserForm1.CommandButton1.Caption = "Open File"
UserForm1.CommandButton2.Caption = "Save File as STL"
UserForm1.CommandButton3.Caption = "Save File"
UserForm1.CommandButton4.Caption = "Edit File"
UserForm1.CommandButton5.Caption = "Exit Program"
UserForm1.CommandButton6.Caption = "Close File"
UserForm1.CommandButton7.Caption = "Save File as"

'In het geval dat er een part actief is, wordt hier de view juist gezet
If Part Is Nothing Then
Else
Part.ShowNamedView2 "*Trimetric", 8
Part.ViewZoomtofit2
End If

UserForm1.Show

End Sub

Public Sub UserForm2_Initialize()

Set Part = swApp.ActiveDoc

'Het initialiseren van de forms gebeurt via hier
Load UserForm2
UserForm2.Caption = "Edit File"
UserForm2.CommandButton1.Caption = "Update part"
UserForm2.CommandButton2.Caption = "Close"
UserForm2.CommandButton3.Caption = "Feature Manager"

UserForm2.Label1.Caption = "Length (Between 10 and 260)"
UserForm2.Label2.Caption = "Width (Between 10 and 260)"
UserForm2.Label3.Caption = "Height (Between 10 and 380)"
UserForm2.Frame1.Caption = "Choose Wall Thickness"
UserForm2.OptionButton1.Caption = "Normal (3mm)"
UserForm2.OptionButton2.Caption = "Thick (4mm)"
UserForm2.OptionButton3.Caption = "Strong (5mm)"

'Hier vullen we de textboxes met de actieve configuratie
UserForm2.TextBox1.Text =
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue * 1000
UserForm2.TextBox2.Text =
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue * 1000
UserForm2.TextBox3.Text =
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue * 1000

UserForm2.Frame2.Caption = "Select a view"
UserForm2.CommandButton5.Caption = "Top"
UserForm2.CommandButton6.Caption = "Bottom"
UserForm2.CommandButton7.Caption = "Left"
UserForm2.CommandButton8.Caption = "Right"
UserForm2.CommandButton9.Caption = "Front"
UserForm2.CommandButton10.Caption = "Back"
UserForm2.CommandButton11.Caption = "3D Front"
UserForm2.CommandButton12.Caption = "^"
UserForm2.CommandButton13.Caption = "V"
UserForm2.CommandButton14.Caption = "<"
UserForm2.CommandButton15.Caption = ">"
UserForm2.OptionButton4.Caption = "Show lid and box"
UserForm2.OptionButton5.Caption = "Show box"
UserForm2.OptionButton6.Caption = "Show lid"

'Hier stellen we in dat Lid en Box beiden zichtbaar zijn, door ID 1 mee te geven
PartBuild.LidBox 1

'En hier zetten we de wallthickness ook goed voor de actieve configuratie
If Part.Parameter("D1@box2").SystemValue = 0.003 Then
UserForm2.OptionButton1.value = True
Else
If Part.Parameter("D1@box2").SystemValue = 0.004 Then
UserForm2.OptionButton2.value = True
Else
UserForm2.OptionButton3.value = True
End If
End If

UserForm2.Show

End Sub

Public Sub UserForm3_Initialize()

'Het initialiseren van de forms gebeurt via hier
Load UserForm3

UserForm3.Caption = "Feature Manager"
UserForm3.Label9.Caption = "Select New Feature"

```
UserForm3.Frame2.Caption = "Existing Features"  
UserForm3.CommandButton1.Caption = "Add  
Feature"  
UserForm3.CommandButton2.Caption = "Close"  
UserForm3.CommandButton3.Caption = "Edit  
Feature"  
UserForm3.CommandButton4.Caption = "Delete  
Feature"
```

```
UserForm3.ComboBox1.AddItem "Round hole"  
UserForm3.ComboBox1.AddItem "Rectangle hole"  
UserForm3.ComboBox1.AddItem "Rectangular  
ventilation"  
UserForm3.ComboBox1.AddItem "Mounting"  
UserForm3.ComboBox1.AddItem "DB25 port"  
UserForm3.ComboBox1.AddItem "DB9 port"  
UserForm3.ComboBox1.AddItem "DB15 port"  
UserForm3.ComboBox1.Style =  
fmStyleDropDownList  
UserForm3.ComboBox1.BoundsColumn = 0  
UserForm3.ComboBox1.ListIndex = 0
```

```
'De eerste kolom (met de naam van de feature) blijft  
verborgen: een breedte van 0  
UserForm3.ListBox1.ColumnCount = 7  
UserForm3.ListBox1.ColumnWidths =  
"0;70;70;70;70;70;70"  
PartBuild.PopulateListBox
```

```
UserForm3.Label3.Caption = "Feature Type"  
UserForm3.Label4.Caption = "Face"  
UserForm3.Label5.Caption = "X-Location"  
UserForm3.Label6.Caption = "Y-Location"  
UserForm3.Label7.Caption = "Radius/Lenght"  
UserForm3.Label8.Caption = "Width"
```

```
UserForm3.Frame3.Caption = "Select a view"  
UserForm3.CommandButton5.Caption = "Top"  
UserForm3.CommandButton6.Caption = "Bottom"  
UserForm3.CommandButton7.Caption = "Left"  
UserForm3.CommandButton8.Caption = "Right"  
UserForm3.CommandButton9.Caption = "Front"  
UserForm3.CommandButton10.Caption = "Back"  
UserForm3.CommandButton11.Caption = "3D  
Front"  
UserForm3.CommandButton12.Caption = "^"  
UserForm3.CommandButton13.Caption = "V"  
UserForm3.CommandButton14.Caption = "<"  
UserForm3.CommandButton15.Caption = ">"  
UserForm3.OptionButton4.Caption = "Show lid  
and box"  
UserForm3.OptionButton5.Caption = "Show box"  
UserForm3.OptionButton6.Caption = "Show lid"
```

```
UserForm3.Show
```

```
End Sub
```

```
Public Sub UserForm4_Initialize(ByRef ID2 As  
Boolean)
```

```
Dim View As String
```

```
'Het initialiseren van de forms gebeurt via hier  
Load UserForm4
```

```
UserForm4.Label1.Caption = "Select side to place  
feature"  
UserForm4.ComboBox1.AddItem "Front"  
UserForm4.ComboBox1.AddItem "Back"  
UserForm4.ComboBox1.AddItem "Left"  
UserForm4.ComboBox1.AddItem "Right"  
UserForm4.ComboBox1.AddItem "Top"
```

```
UserForm4.ComboBox1.AddItem "Bottom"  
UserForm4.ComboBox1.Style =  
fmStyleDropDownList  
UserForm4.ComboBox1.BoundsColumn = 0  
UserForm4.CommandButton2.Caption = "Close  
without applying"
```

```
UserForm4.Frame1.Caption = "Select a view"  
UserForm4.CommandButton5.Caption = "Top"  
UserForm4.CommandButton6.Caption = "Bottom"  
UserForm4.CommandButton7.Caption = "Left"  
UserForm4.CommandButton8.Caption = "Right"  
UserForm4.CommandButton9.Caption = "Front"  
UserForm4.CommandButton10.Caption = "Back"  
UserForm4.CommandButton11.Caption = "3D  
Front"  
UserForm4.CommandButton12.Caption = "^"  
UserForm4.CommandButton13.Caption = "V"  
UserForm4.CommandButton14.Caption = "<"  
UserForm4.CommandButton15.Caption = ">"  
UserForm4.OptionButton4.Caption = "Show lid  
and box"  
UserForm4.OptionButton5.Caption = "Show box"  
UserForm4.OptionButton6.Caption = "Show lid"
```

```
'We moeten weten of UserForm4 gebruikt gaat  
worden voor het creëren of het editen van een part  
'Hierbij helpt ID2, als deze true is dan wordt  
namecheck aangeroepen met ID = 3  
If ID2 Then  
FeatureCheck.NameCheck 3  
Else  
UserForm4.ComboBox1.ListIndex = 0  
FeatureCheck.NameCheck 0  
End If
```

```
'Zet hem op de juiste view  
View = UserForm4.ComboBox1.Text  
BuildSupport.SetView View
```

```
UserForm4.Show
```

```
End Sub
```

```
Sub FormChange()
```

```
Unload UserForm4  
UserForm3.Show
```

```
End Sub
```

Module FeatureCheck

```
Public Sub NameCheck(ID As Integer)
```

```
'Identifier  
'ID = 0 -> Initialize Form for Create Feature  
'ID = 1 -> Call Create Feature  
'ID = 2 -> Edit Feature  
'ID = 3 -> Initialize Form for Edit Feature  
'ID = 4 -> Call Create Feature and Delete Existing  
feature  
'ID = 5 -> Creating Feature failed
```

```
'Hier wordt gekeken welke feature het betreft en de  
ID wordt daar dan heengestuurd
```

```
If ID = 0 Or ID = 1 Then  
If UserForm3.ComboBox1.Text = "Round hole"  
Then  
RoundHole ID  
Exit Sub  
End If
```



```
'Populate UserForm4 met de correcte gegevens van  
de feature  
If ID = 2 Then
```

```
Dim swModelDocExt As  
SldWorks.ModelDocExtension
```

```
Set swApp = Application.SldWorks  
Set Part = swApp.ActiveDoc  
Set swModelDocExt = Part.Extension
```

```
UserForm4.ComboBox1.Text =  
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis  
tIndex, 2)  
UserForm4.TextBox1.value =  
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis  
tIndex, 3)  
UserForm4.TextBox2.value =  
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis  
tIndex, 4)  
UserForm4.TextBox3.value =  
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis  
tIndex, 5)
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Public Sub RectHole(ID As Integer)
```

```
'Initialize van de form voor de specifieke feature  
If ID = 0 Or ID = 3 Then  
UserForm4.Label2.Caption = "Distance from origin  
in x-direction of closest corner of the rectangle"  
UserForm4.Label3.Caption = "Distance from origin  
in y-direction of closest corner of the rectangle"  
UserForm4.Label4.Caption = "Length"  
UserForm4.Label5.Caption = "Width"  
UserForm4.Label5.Visible = True  
UserForm4.TextBox4.Visible = True  
End If
```

```
'Initialize van de form voor de specifieke feature bij  
create  
If ID = 0 Then  
UserForm4.Caption = "Add Rectangle Hole"  
UserForm4.CommandButton1.Caption = "Apply"  
End If
```

```
'Initialize van de form voor de specifieke feature bij  
edit  
If ID = 3 Then  
UserForm4.Caption = "Edit Rectangle Hole"  
UserForm4.CommandButton1.Caption = "Edit and  
Save"  
End If
```

```
'Maak de nieuwe feature  
If ID = 1 Or ID = 4 Then  
Dim Face As String  
Dim Xloc As Double  
Dim YLoc As Double  
Dim Width As Double  
Dim Length As Double
```

```
Face = UserForm4.ComboBox1.Text  
If IsNumeric(UserForm4.TextBox1) Then  
Xloc = UserForm4.TextBox1.value  
Else  
MsgBox UserForm4.Label2.Caption & " has not  
a correct value, please enter a number"  
UserForm4.TextBox1.SetFocus  
Exit Sub
```

```
End If  
If IsNumeric(UserForm4.TextBox2) Then  
YLoc = UserForm4.TextBox2.value  
Else  
MsgBox UserForm4.Label3.Caption & " has not  
a correct value, please enter a number"  
UserForm4.TextBox2.SetFocus  
Exit Sub  
End If  
If IsNumeric(UserForm4.TextBox3) Then  
Length = UserForm4.TextBox3.value  
Else  
MsgBox UserForm4.Label4.Caption & " has not  
a correct value, please enter a number"  
UserForm4.TextBox3.SetFocus  
Exit Sub  
End If  
If IsNumeric(UserForm4.TextBox4) Then  
Width = UserForm4.TextBox4.value  
Else  
MsgBox UserForm4.Label5.Caption & " has not  
a correct value, please enter a number"  
UserForm4.TextBox4.SetFocus  
Exit Sub  
End If
```

```
PartBuild.CreateRectHole Face, Xloc, YLoc,  
Length, Width, ID
```

```
End If
```

```
'Populate UserForm4 met de correcte gegevens van  
de feature  
If ID = 2 Then
```

```
Dim swModelDocExt As  
SldWorks.ModelDocExtension
```

```
Set swApp = Application.SldWorks  
Set Part = swApp.ActiveDoc  
Set swModelDocExt = Part.Extension
```

```
UserForm4.ComboBox1.Text =  
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis  
tIndex, 2)  
UserForm4.TextBox1.value =  
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis  
tIndex, 3)  
UserForm4.TextBox2.value =  
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis  
tIndex, 4)  
UserForm4.TextBox3.value =  
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis  
tIndex, 5)  
UserForm4.TextBox4.value =  
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis  
tIndex, 6)
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Public Sub RectVent(ID As Integer)
```

```
'Initialize van de form voor de specifieke feature  
If ID = 0 Or ID = 3 Then  
UserForm4.Label2.Caption = "Distance from origin  
in x-direction of closest hole of ventilation"  
UserForm4.Label3.Caption = "Distance from origin  
in y-direction of closest hole of ventilation"  
UserForm4.Label4.Caption = "Length"  
UserForm4.Label5.Caption = "Width"  
UserForm4.Label5.Visible = True  
UserForm4.TextBox4.Visible = True
```

```
End If

'Initialize van de form voor de specifieke feature bij
create
If ID = 0 Then
UserForm4.Caption = "Add Rectangular
Ventilation"
UserForm4.CommandButton1.Caption = "Apply"
End If

'Initialize van de form voor de specifieke feature bij
edit
If ID = 3 Then
UserForm4.Caption = "Edit Rectangular
Ventilation"
UserForm4.CommandButton1.Caption = "Edit and
Save"
End If

'Maak de nieuwe feature
If ID = 1 Or ID = 4 Then
Dim Face As String
Dim Xloc As Double
Dim YLoc As Double
Dim Width As Double
Dim Length As Double

Face = UserForm4.ComboBox1.Text
If IsNumeric(UserForm4.TextBox1) Then
Xloc = UserForm4.TextBox1.value
Else
MsgBox UserForm4.Label2.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
UserForm4.TextBox1.SetFocus
Exit Sub
End If
If IsNumeric(UserForm4.TextBox2) Then
YLoc = UserForm4.TextBox2.value
Else
MsgBox UserForm4.Label3.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
UserForm4.TextBox2.SetFocus
Exit Sub
End If
If IsNumeric(UserForm4.TextBox3) Then
Length = UserForm4.TextBox3.value
Else
MsgBox UserForm4.Label4.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
UserForm4.TextBox3.SetFocus
Exit Sub
End If
If IsNumeric(UserForm4.TextBox4) Then
Width = UserForm4.TextBox4.value
Else
MsgBox UserForm4.Label5.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
UserForm4.TextBox4.SetFocus
Exit Sub
End If

PartBuild.CreateRectVent Face, Xloc, YLoc,
Length, Width, ID

End If

'Populate UserForm4 met de correcte gegevens van
de feature
If ID = 2 Then

Dim swModelDocExt As
SldWorks.ModelDocExtension

Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
Set swModelDocExt = Part.Extension

UserForm4.ComboBox1.Text =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 2)
UserForm4.TextBox1.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 3)
UserForm4.TextBox2.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 4)
UserForm4.TextBox3.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 5)
UserForm4.TextBox4.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 6)

End If

End Sub

Sub Mount(ID As Integer)

'Initialize van de form voor de specifieke feature
If ID = 0 Or ID = 3 Then
UserForm4.Label2.Caption = "Distance from origin
in x-direction"
UserForm4.Label3.Caption = "Distance from origin
in y-direction"
UserForm4.Label4.Caption = "Type of screw
(M3=3, M4=4)"
UserForm4.Label5.Caption = "Height of mount
(Standard = 5 mm)"
UserForm4.Label5.Visible = True
UserForm4.TextBox4.Visible = True
End If

'Initialize van de form voor de specifieke feature bij
create
If ID = 0 Then
UserForm4.Caption = "Add Mounting"
UserForm4.CommandButton1.Caption = "Apply"
End If

'Initialize van de form voor de specifieke feature bij
edit
If ID = 3 Then
UserForm4.Caption = "Edit Mounting"
UserForm4.CommandButton1.Caption = "Edit and
Save"
End If

'Maak de nieuwe feature
If ID = 1 Or ID = 4 Then
Dim Face As String
Dim Xloc As Double
Dim YLoc As Double
Dim Screwtype As Integer
Dim Height As Double

Face = UserForm4.ComboBox1.Text
If IsNumeric(UserForm4.TextBox1) Then
Xloc = UserForm4.TextBox1.value
Else
MsgBox UserForm4.Label2.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
UserForm4.TextBox1.SetFocus
Exit Sub
End If
If IsNumeric(UserForm4.TextBox2) Then
```

```
YLoc = UserForm4.TextBox2.value
Else
    MsgBox UserForm4.Label3.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    Exit Sub
End If
If IsNumeric(UserForm4.TextBox3) Then
    Screwtype = UserForm4.TextBox3.value
Else
    MsgBox UserForm4.Label4.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
    UserForm4.TextBox3.SetFocus
    Exit Sub
End If
If UserForm4.TextBox4.value = "" Then
    Height = 5
Else
    If IsNumeric(UserForm4.TextBox4) Then
        Height = UserForm4.TextBox4.value
    Else
        MsgBox UserForm4.Label5.Caption & " has
not a correct value, please enter a number"
        UserForm4.TextBox4.SetFocus
        Exit Sub
    End If
End If

PartBuild.CreateMount Face, Xloc, YLoc,
Screwtype, Height, ID
```

End If

'Populate UserForm4 met de correcte gegevens van
de feature
If ID = 2 Then

```
Dim swModelDocExt As
SldWorks.ModelDocExtension
```

```
Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
Set swModelDocExt = Part.Extension
```

```
UserForm4.ComboBox1.Text =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 2)
UserForm4.TextBox1.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 3)
UserForm4.TextBox2.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 4)
UserForm4.TextBox3.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 5)
UserForm4.TextBox4.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 6)
```

End If

End Sub

Public Sub DB25(ID As Integer)

```
'Initialize van de form voor de specifieke feature
If ID = 0 Or ID = 3 Then
    UserForm4.Label2.Caption = "Distance from origin
in x-direction"
    UserForm4.Label3.Caption = "Distance from origin
in y-direction"
    UserForm4.Label4.Visible = False
```

```
UserForm4.TextBox3.Visible = False
UserForm4.Label5.Visible = False
UserForm4.TextBox4.Visible = False
End If
```

'Initialize van de form voor de specifieke feature bij
create

```
If ID = 0 Then
    UserForm4.Caption = "Add DB25 Port"
    UserForm4.CommandButton1.Caption = "Apply"
End If
```

'Initialize van de form voor de specifieke feature bij
edit

```
If ID = 3 Then
    UserForm4.Caption = "Edit DB25 Port"
    UserForm4.CommandButton1.Caption = "Edit and
Save"
End If
```

```
'Maak de nieuwe feature
If ID = 1 Or ID = 4 Then
    Dim Face As String
    Dim Xloc As Double
    Dim YLoc As Double
    Dim PortType As String
```

```
Face = UserForm4.ComboBox1.Text
If IsNumeric(UserForm4.TextBox1) Then
    Xloc = UserForm4.TextBox1.value
Else
    MsgBox UserForm4.Label2.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
    UserForm4.TextBox1.SetFocus
    Exit Sub
End If
```

```
If IsNumeric(UserForm4.TextBox2) Then
    YLoc = UserForm4.TextBox2.value
Else
    MsgBox UserForm4.Label3.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    Exit Sub
End If
PortType = "DB25Port"
```

```
PartBuild.CreateDport Face, Xloc, YLoc, PortType,
ID
```

End If

'Populate UserForm4 met de correcte gegevens van
de feature
If ID = 2 Then

```
Dim swModelDocExt As
SldWorks.ModelDocExtension
```

```
Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
Set swModelDocExt = Part.Extension
```

```
UserForm4.ComboBox1.Text =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 2)
UserForm4.TextBox1.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 3)
UserForm4.TextBox2.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 4)
```

End If

End Sub

Public Sub DB9(ID As Integer)

'Initialize van de form voor de specifieke feature
If ID = 0 Or ID = 3 Then
UserForm4.Label2.Caption = "Distance from origin
in x-direction"
UserForm4.Label3.Caption = "Distance from origin
in y-direction"
UserForm4.Label4.Visible = False
UserForm4.TextBox3.Visible = False
UserForm4.Label5.Visible = False
UserForm4.TextBox4.Visible = False
End If

'Initialize van de form voor de specifieke feature bij
create
If ID = 0 Then
UserForm4.Caption = "Add DB9 Port"
UserForm4.CommandButton1.Caption = "Apply"
End If

'Initialize van de form voor de specifieke feature bij
edit
If ID = 3 Then
UserForm4.Caption = "Edit DB9 Port"
UserForm4.CommandButton1.Caption = "Edit and
Save"
End If

'Maak de nieuwe feature
If ID = 1 Or ID = 4 Then
Dim Face As String
Dim Xloc As Double
Dim YLoc As Double
Dim PortType As String

Face = UserForm4.ComboBox1.Text
If IsNumeric(UserForm4.TextBox1) Then
Xloc = UserForm4.TextBox1.value
Else
MsgBox UserForm4.Label2.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
UserForm4.TextBox1.SetFocus
Exit Sub
End If
If IsNumeric(UserForm4.TextBox2) Then
YLoc = UserForm4.TextBox2.value
Else
MsgBox UserForm4.Label3.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
UserForm4.TextBox2.SetFocus
Exit Sub
End If
PortType = "DB9Port"

PartBuild.CreateDport Face, Xloc, YLoc, PortType,
ID

End If

'Populate UserForm4 met de correcte gegevens van
de feature
If ID = 2 Then

Dim swModelDocExt As
SldWorks.ModelDocExtension

Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
Set swModelDocExt = Part.Extension

UserForm4.ComboBox1.Text =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 2)
UserForm4.TextBox1.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 3)
UserForm4.TextBox2.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 4)

End If

End Sub

Public Sub DB15(ID As Integer)

'Initialize van de form voor de specifieke feature
If ID = 0 Or ID = 3 Then
UserForm4.Label2.Caption = "Distance from origin
in x-direction"
UserForm4.Label3.Caption = "Distance from origin
in y-direction"
UserForm4.Label4.Visible = False
UserForm4.TextBox3.Visible = False
UserForm4.Label5.Visible = False
UserForm4.TextBox4.Visible = False
End If

'Initialize van de form voor de specifieke feature bij
create
If ID = 0 Then
UserForm4.Caption = "Add DB15 Port"
UserForm4.CommandButton1.Caption = "Apply"
End If

'Initialize van de form voor de specifieke feature bij
edit
If ID = 3 Then
UserForm4.Caption = "Edit DB15 Port"
UserForm4.CommandButton1.Caption = "Edit and
Save"
End If

'Maak de nieuwe feature
If ID = 1 Or ID = 4 Then
Dim Face As String
Dim Xloc As Double
Dim YLoc As Double
Dim PortType As String

Face = UserForm4.ComboBox1.Text
If IsNumeric(UserForm4.TextBox1) Then
Xloc = UserForm4.TextBox1.value
Else
MsgBox UserForm4.Label2.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
UserForm4.TextBox1.SetFocus
Exit Sub

End If
If IsNumeric(UserForm4.TextBox2) Then
YLoc = UserForm4.TextBox2.value

Else
MsgBox UserForm4.Label3.Caption & " has not
a correct value, please enter a number"
UserForm4.TextBox2.SetFocus
Exit Sub

End If
PortType = "DB15Port"

PartBuild.CreateDport Face, Xloc, YLoc, PortType,
ID

End If

'Populate UserForm4 met de correcte gegevens van de feature
If ID = 2 Then

Dim swModelDocExt As
SldWorks.ModelDocExtension

Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
Set swModelDocExt = Part.Extension

UserForm4.ComboBox1.Text =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.ListIndex, 2)
UserForm4.TextBox1.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.ListIndex, 3)
UserForm4.TextBox2.value =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.ListIndex, 4)

End If

End Sub

Module PartBuild

'In deze module word het part geupdate, dit gebeurt op een plek voor de overzichtelijkheid

Option Explicit
Dim Part As Object
Dim feature As Object
Dim swApp As SldWorks.SldWorks
Dim boolstatus As Boolean
Dim topOnly As Boolean
Dim swModExt As
SldWorks.ModelDocExtension
Dim swSketchMgr As
SldWorks.SketchManager
Dim swFeatMgr As
SldWorks.FeatureManager
Dim swSelMgr As SldWorks.SelectionMgr

'GENERAL DIMENSIONS

Public Sub ChangeDimensions(ByRef InnerLength As Double, ByRef InnerWidth As Double, ByRef InnerHeight As Double, ByRef WallThickness As Integer)

Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc

Dim old1 As Double
Dim old2 As Double
Dim old3 As Double
Dim old4 As Double

'Opslaan van oude variabelen in geval van fout
'Bij de height wordt er 2,5 mm extra gerekend voor het deel van het deksel
'dat binnen de box valt
old1 =
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue
old2 =
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue
old3 = Part.Parameter("D1@box1").SystemValue - 0.0025
old4 = Part.Parameter("D1@box2").SystemValue

'Aanpassen van het standaard blokje

Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue =
InnerLength / 1000
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue =
InnerWidth / 1000
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue =
InnerHeight / 1000 + 0.0025
Part.Parameter("D1@box2").SystemValue =
WallThickness / 1000
Part.Parameter("D1@Deksel1").SystemValue =
WallThickness / 1000
'Ook de planes worden mee verzet
Part.Parameter("D1@BackPlane").SystemValue =
InnerLength / 1000
Part.Parameter("D1@RightPlane").SystemValue =
InnerWidth / 1000
Part.Parameter("D1@TopPlane").SystemValue =
InnerHeight / 1000 + 0.0025
'Ook de fillets worden mee verzet
Part.Parameter("D1@FilletBox").SystemValue =
WallThickness / 2000
Part.Parameter("D1@FilletLidLarge").SystemValue =
WallThickness / 2000
'Ook de schroefplaatsen worden veranderd
Part.Parameter("D1@Secure1").SystemValue =
WallThickness / 500
Part.Parameter("D1@Secure2").SystemValue =
WallThickness / 500
Part.Parameter("D1@Secure3").SystemValue =
WallThickness / 1000 - 0.0005
Part.Parameter("D3@Secure1").SystemValue =
InnerWidth / 1000 + WallThickness / 500
Part.Parameter("D3@Secure2").SystemValue =
InnerWidth / 1000 + WallThickness / 500
Part.Parameter("D3@Secure3").SystemValue =
InnerWidth / 1000 + WallThickness / 500
Part.Parameter("D2@Secure1").SystemValue =
InnerLength / 1000 + WallThickness / 500
Part.Parameter("D2@Secure2").SystemValue =
InnerLength / 1000 + WallThickness / 500
Part.Parameter("D2@Secure3").SystemValue =
InnerLength / 1000 + WallThickness / 500

If Part.ForceRebuild3(topOnly) Then
MsgBox "Updating the part was succesful!"
Else
MsgBox "Updating the part was not succesful, old values will be restored" & vbCrLf _
& vbCrLf & "The most likely cause is that features are positioned outside the box with these settings"

'terugzetten in geval van fout
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue =
old1
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue =
old2
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue =
old3 + 0.0025
Part.Parameter("D1@box2").SystemValue =
old4
Part.Parameter("D1@Deksel1").SystemValue =
old4
Part.Parameter("D1@BackPlane").SystemValue =
old1
Part.Parameter("D1@RightPlane").SystemValue =
old2
Part.Parameter("D1@TopPlane").SystemValue =
old3 + 0.0025

Part.Parameter("D1@FilletLidLarge").SystemValue =
old4
Part.Parameter("D1@FilletBox").SystemValue =
old4

```
Part.Parameter("D1@Secure1").SystemValue =  
old4 * 2  
Part.Parameter("D1@Secure2").SystemValue =  
old4 * 2  
Part.Parameter("D1@Secure3").SystemValue =  
old4 - 0.0005  
Part.Parameter("D3@Secure1").SystemValue =  
old2 + old4 * 2  
Part.Parameter("D3@Secure2").SystemValue =  
old2 + old4 * 2  
Part.Parameter("D3@Secure3").SystemValue =  
old2 + old4 * 2  
Part.Parameter("D2@Secure1").SystemValue =  
old1 + old4 * 2  
Part.Parameter("D2@Secure2").SystemValue =  
old1 + old4 * 2  
Part.Parameter("D2@Secure3").SystemValue =  
old1 + old4 * 2  
UserForm2.TextBox1.value = old1 * 1000  
UserForm2.TextBox2.value = old2 * 1000  
UserForm2.TextBox3.value = old3 * 1000  
If old4 = 3 / 1000 Then  
    UserForm2.OptionButton1.value = True  
Else  
    If old4 = 4 / 1000 Then  
        UserForm2.OptionButton2.value = True  
    Else  
        UserForm2.OptionButton3.value = True  
    End If  
End If  
Part.ForceRebuild3 (topOnly)  
End If  
  
End Sub
```

```
'ROUND HOLE  
Public Sub CreateRoundHole(ByRef Face As  
String, ByRef Xloc As Double, ByRef YLoc As  
Double, ByRef Diameter As Double, ID As Integer)
```

```
Dim x As Double  
Dim y As Double  
Dim radius As Double  
Dim Extrudlength As Double
```

```
Set swApp = Application.SldWorks  
Set Part = swApp.ActiveDoc  
Set swSketchMgr = Part.SketchManager  
Set swFeatMgr = Part.FeatureManager  
Set swModExt = Part.Extension  
Set swSelMgr = Part.SelectionManager
```

```
'Omzetten van de invoer  
Extrudlength =  
Part.Parameter("D1@box2").SystemValue  
x = Xloc / 1000  
y = YLoc / 1000  
radius = Diameter / 2000
```

```
'Kijk of de feature wel binnen de enclosure valt  
If InputCheck.CheckRoundHole(x, y, radius, Face)  
= False Then  
Exit Sub  
End If
```

```
'Als ID=4, dan zijn we aan het editen. De oude  
feature wordt gedelete, en er wordt een geheel  
'nieuwe aangemaakt. Dit is makkelijker dan  
proberen de feature te wijzigen  
If ID = 4 Then  
DeleteFeature  
End If
```

```
'Maak een schets aan  
swSketchMgr.InsertSketch True
```

```
'Selectie van de face  
BuildSupport.FaceSelection Face
```

```
'Zet de coördinaten goed zodat x en y altijd ten  
opzichte van de origin zijn,  
'alleen bij Top gaat dit fout  
If Face = "Top" Then  
x = -x  
y = -y  
End If
```

```
'Maak een cirkel  
Part.CreateCircleByRadius2 x, y, 0, radius
```

```
'Selecteer de juist gemaakte sketch  
boolstatus = swModExt.SelectByID2("",  
"SKETCHSEGMENT", 0, 0, 0, False, 0, Nothing,  
0)
```

```
'Voor de verschillende planes moeten er  
verschillende richting van de cut extrude staan, voor  
de top plane zelfs twee  
If Face = "Right" Or Face = "Front" Then  
swFeatMgr.FeatureCut True, False, True, 0, 0,  
Extrudlength, Extrudlength, False, False, False,  
False, 0.01745329251994, 0.01745329251994,  
False, False, False, False, 0, 1, 1  
End If
```

```
If Face = "Back" Or Face = "Left" Or Face =  
"Bottom" Then  
swFeatMgr.FeatureCut True, False, False, 0, 0,  
Extrudlength, Extrudlength, False, False, False,  
False, 0.01745329251994, 0.01745329251994,  
False, False, False, False, 0, 1, 1  
End If  
If Face = "Top" Then  
swFeatMgr.FeatureCut False, False, False, 0, 0,  
0.0025, Extrudlength, False, False, False, False,  
0.01745329251994, 0.01745329251994, False,  
False, False, False, 0, 1, 1  
End If
```

```
Set feature = swSelMgr.GetSelectedObject6(1, 0)
```

```
'Hier krijgt de feature een naam  
feature.Name = "RoundHole" + "-" + Face + "-" +  
CStr(Xloc) + "-" + CStr(YLoc) + "-" +  
CStr(Diameter) + "-" + "0"
```

```
'Eerst werd de feature toegevoegd, nu word de lijst  
gewoon gerepopulate  
PopulateListBox
```

```
'Verander de forms  
Main.FormChange
```

```
End Sub
```

```
'RECT HOLE  
Public Sub CreateRectHole(ByRef Face As String,  
ByRef Xloc As Double, ByRef YLoc As Double,  
ByRef Length As Double, ByRef Width As Double,  
ID As Integer)
```

```
Dim x As Double  
Dim y As Double  
Dim x2 As Double  
Dim y2 As Double  
Dim Extrudlength As Double
```

```
Set swApp = Application.SldWorks
```

```

Set Part = swApp.ActiveDoc
Set swSketchMgr = Part.SketchManager
Set swFeatMgr = Part.FeatureManager
Set swModExt = Part.Extension
Set swSelMgr = Part.SelectionManager

Extrudelength =
Part.Parameter("D1@box2").SystemValue
x = XLoc / 1000
y = YLoc / 1000
x2 = Width / 1000
y2 = Length / 1000

If InputCheck.CheckRectHole(x, y, x2, y2, Face) =
False Then
Exit Sub
End If

If ID = 4 Then
DeleteFeature
End If

swSketchMgr.InsertSketch True

'Selectie van de face
BuildSupport.FaceSelection Face

'Zet de coördinaten goed zodat x en y altijd ten
opzichte van de origin zijn,
'alleen bij Top gaat dit fout
If Face = "Top" Then
x = -x
y = -y
x2 = -x2
y2 = -y2
End If

Part.SketchRectangle x, y, 0, x + x2, y + y2, 0, 1

'Selecteer de juist gemaakte sketch
boolstatus = swModExt.SelectByID2("",
"SKETCHSEGMENT", 0, 0, 0, False, 0, Nothing,
0)
'Voor de verschillende planes moeten er
verschillende richting van de cut extrude staan, voor
de top plane zelfs twee
If Face = "Right" Or Face = "Front" Then
swFeatMgr.FeatureCut True, False, True, 0, 0,
Extrudelength, Extrudelength, False, False, False,
False, 0.01745329251994, 0.01745329251994,
False, False, False, False, 0, 1, 1
End If
If Face = "Back" Or Face = "Left" Or Face =
"Bottom" Then
swFeatMgr.FeatureCut True, False, False, 0, 0,
Extrudelength, Extrudelength, False, False, False,
False, 0.01745329251994, 0.01745329251994,
False, False, False, False, 0, 1, 1
End If
If Face = "Top" Then
swFeatMgr.FeatureCut False, False, False, 0, 0,
0.0025, Extrudelength, False, False, False, False,
0.01745329251994, 0.01745329251994, False,
False, False, False, 0, 1, 1
End If

Set feature = swSelMgr.GetSelectedObject6(1, 0)

'Hier krijgt de feature een naam
feature.Name = "RectangleHole" + "-" + Face + "-"
+ CStr(XLoc) + "-" + CStr(YLoc) + "-" +
CStr(Length) + "-" + CStr(Width)

```

```

'Eerst werd de feature toegevoegd (zie hieronder),
nu word de lijst gewoon gerepopulate
PopulateListBox

'Verander de forms
Main.FormChange

End Sub
'Create RECTANGULAR VENTILATION
Public Sub CreateRectVent(ByRef Face As String,
ByRef XLoc As Double, ByRef YLoc As Double,
ByRef Length As Double, ByRef Width As Double,
ID As Integer)

Dim x As Double
Dim y As Double
Dim x2 As Double
Dim y2 As Double
Dim radius As Double
Dim Extrudelength As Double

Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
Set swSketchMgr = Part.SketchManager
Set swFeatMgr = Part.FeatureManager
Set swModExt = Part.Extension
Set swSelMgr = Part.SelectionManager

Extrudelength =
Part.Parameter("D1@box2").SystemValue
radius = 0.001
x = XLoc / 1000
y = YLoc / 1000
x2 = Round((Width / (4000 * radius)) - 0.5)
y2 = Round((Length / (4000 * radius)) - 0.5)

If InputCheck.CheckRectVent(x, y, Width / 1000,
Length / 1000, Face) = False Then
Exit Sub
End If

If ID = 4 Then
DeleteFeature
End If

swSketchMgr.InsertSketch True

'Selectie van de face
BuildSupport.FaceSelection Face

'Zet de coördinaten goed zodat x en y altijd ten
opzichte van de origin zijn,
'alleen bij Top gaat dit fout, ook de richting van de
sketch and repeat is anders
If Face = "Top" Then
x = -x
y = -y
Part.CreateCircleByRadius2 x, y, 0, radius
Part.CreateLinearSketchStepAndRepeat x2, y2,
radius * 4, radius * 4, 3.14159265359,
4.712388980385, ""
Else
Part.CreateCircleByRadius2 x, y, 0, radius
Part.CreateLinearSketchStepAndRepeat x2, y2,
radius * 4, radius * 4, 0, 1.570796326795, ""
End If

'Selecteer de juist gemaakte sketch
boolstatus = swModExt.SelectByID2("",
"SKETCHSEGMENT", 0, 0, 0, False, 0, Nothing,
0)

```

```
'Voor de verschillende planes moeten er  
verschillende richting van de cut extrude staan, voor  
de top plane zelfs twee  
If Face = "Right" Or Face = "Front" Then  
swFeatMgr.FeatureCut True, False, True, 0, 0,  
Extrudlength, Extrudlength, False, False, False,  
False, 0.01745329251994, 0.01745329251994,  
False, False, False, False, 0, 1, 1  
End If  
If Face = "Back" Or Face = "Left" Or Face =  
"Bottom" Then  
swFeatMgr.FeatureCut True, False, False, 0, 0,  
Extrudlength, Extrudlength, False, False, False,  
False, 0.01745329251994, 0.01745329251994,  
False, False, False, False, 0, 1, 1  
End If  
If Face = "Top" Then  
swFeatMgr.FeatureCut False, False, False, 0, 0,  
0.0025, Extrudlength, False, False, False, False,  
0.01745329251994, 0.01745329251994, False,  
False, False, False, 0, 1, 1  
End If
```

```
Set feature = swSelMgr.GetSelectedObject6(1, 0)
```

```
'Hier krijgt de feature een naam  
feature.Name = "RectVent" + "-" + Face + "-" +  
CStr(Xloc) + "-" + CStr(YLoc) + "-" +  
CStr(Length) + "-" + CStr(Width)
```

```
'Eerst werd de feature toegevoegd, nu word de lijst  
gewoon gerepopulate  
PopulateListBox
```

```
'Verander de forms  
Main.FormChange
```

```
End Sub  
'Create MOUNTING  
Public Sub CreateMount(ByRef Face As String,  
ByRef Xloc As Double, ByRef YLoc As Double,  
ByRef Screwtype As Integer, ByRef Height As  
Double, ID As Integer)
```

```
'Declare enkele lokale variabelen  
Dim x As Double  
Dim y As Double  
Dim innerradius As Double  
Dim outerradius As Double  
Dim Extrudlength As Double  
Dim boolstatus As Boolean
```

```
Set swApp = Application.SldWorks  
Set Part = swApp.ActiveDoc  
Set swSketchMgr = Part.SketchManager  
Set swFeatMgr = Part.FeatureManager  
Set swModExt = Part.Extension  
Set swSelMgr = Part.SelectionManager
```

```
Extrudlength = Height / 1000  
x = Xloc / 1000  
y = YLoc / 1000  
'We gaan er hier van uit dat het gat altijd 0.5 mm  
kleiner is dan de schroefmaat. Dit is waarschijnlijk  
'niet geheel correct, maar testen wijzen uit dat dit  
voor m3 in ieder geval werkt.  
innerradius = (Screwtype - 0.5) / 2000  
'De buitenradius is nu altijd 4,5 mm dikker dan het  
gat zelf, tot m8 zal dit wel goed gaan en  
'veel dikker komt niet (vaak) voor in elektronische  
schakelingen  
outerradius = (Screwtype + 4.0001) / 2000
```

```
If InputCheck.CheckMount(x, y, innerradius +  
0.0015, Face, Extrudlength, Screwtype) = False  
Then  
Exit Sub  
End If
```

```
If ID = 4 Then  
DeleteFeature  
End If
```

```
swSketchMgr.InsertSketch True
```

```
'Selectie van de face  
BuildSupport.FaceSelection Face
```

```
'Zet de coördinaten goed zodat x en y altijd ten  
opzichte van de origin zijn,  
'alleen bij Top gaat dit fout  
If Face = "Top" Then  
x = -x  
y = -y  
End If
```

```
Part.CreateCircleByRadius2 x, y, 0, innerradius
```

```
'Selecteer de juist gemaakte sketch  
boolstatus = swModExt.SelectByID2("",  
"SKETCHSEGMENT", 0, 0, 0, False, 0, Nothing,  
0)
```

```
'Voor de verschillende planes moeten er  
verschillende richting van de cut extrude staan, voor  
de top plane zelfs twee  
If Face = "Right" Or Face = "Front" Then  
Part.FeatureManager.FeatureExtrusionThin True,  
False, True, 0, 0, Extrudlength, Extrudlength,  
False, False, False, False, 0.01745329251994,  
0.01745329251994, False, False, False, False, 1,  
outerradius - innerradius, 0.01, 0.01, 0, 0, 0.005,  
1, 1  
End If  
If Face = "Back" Or Face = "Left" Or Face =  
"Bottom" Then  
Part.FeatureManager.FeatureExtrusionThin True,  
False, False, 0, 0, Extrudlength, Extrudlength,  
False, False, False, False, 0.01745329251994,  
0.01745329251994, False, False, False, False, 1,  
outerradius - innerradius, 0.01, 0.01, 0, 0, 0.005,  
1, 1  
End If  
If Face = "Top" Then  
Part.FeatureManager.FeatureExtrusionThin True,  
False, True, 0, 0, Extrudlength + 0.0025,  
Extrudlength, False, False, False, False,  
0.01745329251994, 0.01745329251994, False,  
False, False, False, 1, outerradius - innerradius,  
0.01, 0.01, 0, 0, 0.005, 1, 1  
End If
```

```
Set feature = swSelMgr.GetSelectedObject6(1, 0)
```

```
'Hier krijgt de feature een naam
```

```
feature.Name = "Mount" + "-" + Face + "-" +  
CStr(Xloc) + "-" + CStr(YLoc) + "-" +  
CStr(Screwtype) + "-" + CStr(Height)
```

```
'Eerst werd de feature toegevoegd, nu word de lijst  
gewoon gerepopulate  
PopulateListBox
```

```
Main.FormChange
```

```
End Sub
```

```
'DB-PORT
Public Sub CreateDport(ByRef Face As String,
ByRef Xloc As Double, ByRef YLoc As Double,
ByRef PortType As String, ByRef ID As Integer)
```

```
Dim x As Double
Dim y As Double
'HP = Half port, HH = half hole
Dim HPlength As Double
Dim HPHeight As Double
Dim HHlength As Double
Dim holeradius As Double
Dim Extrudelength As Double
```

```
Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
Set swSketchMgr = Part.SketchManager
Set swFeatMgr = Part.FeatureManager
Set swModExt = Part.Extension
Set swSelMgr = Part.SelectionManager
```

```
Extrudelength =
Part.Parameter("D1@box2").SystemValue
x = Xloc / 1000
y = YLoc / 1000
```

```
'Deze data zijn exact, naar boven afgerond en
verhoogd met 1 mm,
'zodat er een speling is van een 0,5mm aan beide
kanten
```

```
'Bij holeradius is voor 6 gekozen zodat
afstandsbussen ook door de gaten passen
```

```
If PortType = "DB25Port" Then
HPlength = 40 / 2000
HPHeight = 9.4 / 2000
HHlength = 48.5 / 2000
holeradius = 6 / 2000
End If
```

```
If PortType = "DB9Port" Then
HPlength = 18 / 2000
HPHeight = 9.4 / 2000
HHlength = 26 / 2000
holeradius = 6 / 2000
End If
```

```
If PortType = "DB15Port" Then
HPlength = 27 / 2000
HPHeight = 9.4 / 2000
HHlength = 34.4 / 2000
holeradius = 6 / 2000
End If
```

```
If InputCheck.CheckDBport(x, y, HHlength,
holeradius, HPHeight, Face) = False Then
Exit Sub
End If
```

```
If ID = 4 Then
DeleteFeature
End If
```

```
swSketchMgr.InsertSketch True
```

```
'Selectie van de face
BuildSupport.FaceSelection Face
```

```
'Zet de coördinaten goed zodat x en y altijd ten
opzichte van de origin zijn,
'alleen bij Top gaat dit fout
If Face = "Top" Then
x = -x
y = -y
```

```
End If
```

```
'Dit command is heel belangrijk, want anders gaan
sketchdelen aan elkaar klitten
Part.SetInferenceMode (False)
```

```
'Create de sketch
Part.CreateCircleByRadius2 x - HHlength, y, 0,
holeradius
Part.CreateCircleByRadius2 x + HHlength, y, 0,
holeradius
Part.SketchRectangle x - HPlength, y + HPHeight,
0, x + HPlength, y - HPHeight, 0, 1
```

```
'Selecteer de juist gemaakte sketch
boolstatus = swModExt.SelectByID2("",
"SKETCHSEGMENT", 0, 0, 0, False, 0, Nothing,
0)
'Voor de verschillende planes moeten er
verschillende richting van de cut extrude staan, voor
de top plane zelfs twee
```

```
If Face = "Right" Or Face = "Front" Then
swFeatMgr.FeatureCut True, False, True, 0, 0,
Extrudelength, Extrudelength, False, False, False,
False, 0.01745329251994, 0.01745329251994,
False, False, False, 0, 1, 1
```

```
End If
If Face = "Back" Or Face = "Left" Or Face =
"Bottom" Then
```

```
swFeatMgr.FeatureCut True, False, False, 0, 0,
Extrudelength, Extrudelength, False, False, False,
False, 0.01745329251994, 0.01745329251994,
False, False, False, 0, 1, 1
```

```
End If
```

```
If Face = "Top" Then
swFeatMgr.FeatureCut False, False, False, 0, 0,
0.0025, Extrudelength, False, False, False, False,
0.01745329251994, 0.01745329251994, False,
False, False, 0, 1, 1
```

```
End If
```

```
Set feature = swSelMgr.GetSelectedObject6(1, 0)
```

```
'Hier krijgt de feature een naam
feature.Name = PortType + "-" + Face + "-" +
CStr(Xloc) + "-" + CStr(YLoc) + "-" + "0" + "-" +
"0"
```

```
'Eerst werd de feature toegevoegd, nu word de lijst
gewoon gerepopulate
PopulateListBox
```

```
Main.FormChange
```

```
End Sub
'DELETE
```

```
Public Sub DeleteFeature()
```

```
'Declare enkele lokale variabelen
Dim featName As String
Dim deleteOption As Long
Dim longstatus As Long
```

```
Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
Set swModExt = Part.Extension
```

```
featName =
UserForm3.ListBox1.List(UserForm3.ListBox1.Lis
tIndex, 0)
boolstatus = swModExt.SelectByID2(featName,
"BODYFEATURE", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
```

```
deleteOption = SwConst.swDelete_Absorbed
longstatus =
swModExt.DeleteSelection2(deleteOption)
```

```
PopulateListBox
```

```
End Sub
```

```
'POPULATE
Public Sub PopulateListBox()
```

```
'Declare enkele lokale variabelen
```

```
Dim feature As Object
Dim featName As String
Dim lngResult As Long
Dim NameBreak As Variant
Dim ListItems As Integer
```

```
Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
Set feature = Part.FirstFeature
```

```
'Eerst maken we de listbox leeg
UserForm3.ListBox1.Clear
```

```
'Vervolgens worden alle features van de part
onderzocht
'Alle features met het "-" teken in de naam worden
aan de lijst toegevoegd
'door deze op te breken op de plaatsen van het
streepje
```

```
Do While Not feature Is Nothing
Let featName = feature.Name
lngResult = InStr(featName, "-")
If lngResult <> 0 Then
    NameBreak = Split(featName, "-")
    ListItems = UserForm3.ListBox1.ListCount
    UserForm3.ListBox1.AddItem featName
    UserForm3.ListBox1.List(ListItems, 1) =
NameBreak(0)
    UserForm3.ListBox1.List(ListItems, 2) =
NameBreak(1)
    UserForm3.ListBox1.List(ListItems, 3) =
NameBreak(2)
    UserForm3.ListBox1.List(ListItems, 4) =
NameBreak(3)
    If NameBreak(4) = 0 Then
        UserForm3.ListBox1.List(ListItems, 5) = "-"
    Else
        UserForm3.ListBox1.List(ListItems, 5) =
NameBreak(4)
    End If
    If NameBreak(5) = 0 Then
        UserForm3.ListBox1.List(ListItems, 6) = "-"
    Else
        UserForm3.ListBox1.List(ListItems, 6) =
NameBreak(5)
    End If
End If
```

```
Set feature = feature.NextFeature() ' Get the
next feature
Loop ' Continue until no more features exist
```

```
End Sub
```

```
'HIDE LID OR BOX OR NOT
Public Sub LidBox(ID)
```

```
'ID = 1 : Show Lid and Box
'ID = 2 : Show Box
```

```
'ID = 3 : Show Lid
```

```
Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
```

```
If ID = 1 Then
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Lid",
"SOLIDBODY", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Part.FeatureManager.ShowBodies
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Box",
"SOLIDBODY", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Part.FeatureManager.ShowBodies
'Hier zorgen we ervoor dat de waarde klopt in alle
forms waar dit zichtbaar is
UserForm2.OptionButton4.value = True
UserForm3.OptionButton4.value = True
UserForm4.OptionButton4.value = True
End If
```

```
If ID = 2 Then
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Lid",
"SOLIDBODY", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Part.FeatureManager.HideBodies
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Box",
"SOLIDBODY", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Part.FeatureManager.ShowBodies
UserForm2.OptionButton5.value = True
UserForm3.OptionButton5.value = True
UserForm4.OptionButton5.value = True
End If
```

```
If ID = 3 Then
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Lid",
"SOLIDBODY", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Part.FeatureManager.ShowBodies
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Box",
"SOLIDBODY", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
Part.FeatureManager.HideBodies
UserForm2.OptionButton6.value = True
UserForm3.OptionButton6.value = True
UserForm4.OptionButton6.value = True
End If
```

```
End Sub
```

Module Buildsupport

```
Sub FaceSelection(ByRef Face As String)
```

```
'In deze sub wordt de face geselecteerd
'Dit is puur buiten partbuild gehaald om de subs
daar overzichtelijker te houden
```

```
Dim swModExt As
SldWorks.ModelDocExtension
Dim Part As Object
Dim swApp As SldWorks.SldWorks
Dim boolstatus As Boolean
```

```
Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc
Set swModExt = Part.Extension
```

```
If Face = "Right" Then
boolstatus = swModExt.SelectByID2("RightPlane",
"PLANE", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
End If
If Face = "Left" Then
boolstatus = swModExt.SelectByID2("LeftPlane",
"PLANE", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)
End If
If Face = "Front" Then
```

```
boolstatus = swModExt.SelectByID2("FrontPlane",  
"PLANE", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)  
End If  
If Face = "Back" Then  
boolstatus = swModExt.SelectByID2("BackPlane",  
"PLANE", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)  
End If  
If Face = "Bottom" Then  
boolstatus =  
swModExt.SelectByID2("BottomPlane",  
"PLANE", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)  
End If  
If Face = "Top" Then  
boolstatus = swModExt.SelectByID2("TopPlane",  
"PLANE", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)  
End If
```

End Sub

Sub SetView(ByRef View As String)

'In deze sub wordt de view veranderd, het spreekt
wel voor zich

```
Dim Part      As Object  
Dim swApp     As SldWorks.SldWorks
```

```
Set swApp = Application.SldWorks  
Set Part = swApp.ActiveDoc
```

```
If View = "Up" Then  
Part.ViewRotateplusx  
End If
```

```
If View = "Down" Then  
Part.ViewRotateminusx  
End If
```

```
If View = "Right2" Then  
Part.ViewRotateplusy  
End If
```

```
If View = "Left2" Then  
Part.ViewRotateminusy  
End If
```

```
If View = "Front" Then  
Part.ShowNamedView2 "*Front", 1  
Part.ViewZoomtofit2  
End If
```

```
If View = "Back" Then  
Part.ShowNamedView2 "*Back", 2  
Part.ViewZoomtofit2  
End If
```

```
If View = "Left" Then  
Part.ShowNamedView2 "*Left", 3  
Part.ViewZoomtofit2  
End If
```

```
If View = "Right" Then  
Part.ShowNamedView2 "*Right", 4  
Part.ViewZoomtofit2  
End If
```

```
If View = "Top" Then  
Part.ShowNamedView2 "*Top", 5  
Part.ViewZoomtofit2  
End If
```

```
If View = "Bottom" Then  
Part.ShowNamedView2 "*Bottom", 6
```

```
Part.ViewZoomtofit2  
End If
```

```
If View = "3D Front" Then  
Part.ShowNamedView2 "*Trimetric", 8  
Part.ViewZoomtofit2  
End If
```

End Sub

Module InputCheck

'In deze module wordt alle input gecheckt voordat
er mee gebuild gaat worden
'Dit zijn functions en geen subs, omdat ze zo een
waarde (True or False) kunnen terugsturen

```
Dim Part      As Object  
Dim swApp     As SldWorks.SldWorks
```

Function UserForm2Check() As Boolean

```
If UserForm2.TextBox1.value < 10 Or  
UserForm2.TextBox1.value > 260 Then  
    MsgBox "Length does not have a correct value,  
    enter a number between 10 and 260"  
    UserForm2.TextBox1.SetFocus  
    UserForm2Check = False  
    Exit Function  
End If
```

```
If UserForm2.TextBox2.value < 10 Or  
UserForm2.TextBox2.value > 260 Then  
    MsgBox "Width does not have a correct value,  
    enter a number between 10 and 260"  
    UserForm2.TextBox2.SetFocus  
    UserForm2Check = False  
    Exit Function  
End If
```

```
If UserForm2.TextBox3.value < 10 Or  
UserForm2.TextBox3.value > 380 Then  
    MsgBox "Height does not have a correct value,  
    enter a number between 10 and 380"  
    UserForm2.TextBox3.SetFocus  
    UserForm2Check = False  
    Exit Function  
End If
```

```
UserForm2Check = True  
End Function
```

Function CheckRoundHole(x As Double, y As
Double, radius As Double, Face As String) As
Boolean

```
Set swApp = Application.SldWorks  
Set Part = swApp.ActiveDoc
```

'Per 2 faces moet er gecheckt worden omdat de
lengtes en breedtes van de vlakken verschillen
'part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue
Length
'part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue
Width
'part.Parameter("D1@box1").SystemValue
Height
'De warning kies een getal tussen 0 en "lengte"
klopt niet, want de diameter wordt
'hierbij niet in acht genomen, maar het geeft de
gebruiker wel een idee van de richting

```
If Face = "Front" Or Face = "Back" Then
```

```
If x - radius <= 0.001 Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
    UserForm4.TextBox1.SetFocus
    CheckRoundHole = False
    Exit Function
End If
If x + radius >=
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
    UserForm4.TextBox1.SetFocus
    CheckRoundHole = False
    Exit Function
End If
If y - radius <= 0.001 Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    CheckRoundHole = False
    Exit Function
End If
If y + radius >=
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue - 0.001
Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    CheckRoundHole = False
    Exit Function
End If
End If
If Face = "Bottom" Or Face = "Top" Then
    If x - radius <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckRoundHole = False
        Exit Function
    End If
    If x + radius >=
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckRoundHole = False
        Exit Function
    End If
    If y - radius <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
```

```
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckRoundHole = False
        Exit Function
    End If
    If y + radius >=
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckRoundHole = False
        Exit Function
    End If
End If
If Face = "Left" Or Face = "Right" Then
    If x - radius <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckRoundHole = False
        Exit Function
    End If
    If x + radius >=
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckRoundHole = False
        Exit Function
    End If
    If y - radius <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckRoundHole = False
        Exit Function
    End If
    If y + radius >=
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue - 0.001
Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckRoundHole = False
        Exit Function
    End If
End If
CheckRoundHole = True
End Function
```

Function CheckRectHole(x As Double, y As Double, x2 As Double, y2 As Double, Face As String) As Boolean

Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc

'Per 2 faces moet er gecheckt worden omdat de lengtes en breedtes van de vlakken verschillen
' part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue
Length
' part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue
Width
' part.Parameter("D1@box1").SystemValue
Height
' De warning kies een getal tussen 0 en "lengte"
klopt niet, want de diameter wordt
' hierbij niet in acht genomen, maar het geeft de gebruiker wel een idee van de richting

If Face = "Front" Or Face = "Back" Then
If x <= 0.001 Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
UserForm4.TextBox1.SetFocus
CheckRectHole = False
Exit Function
End If

If x + x2 >=
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
UserForm4.TextBox1.SetFocus
CheckRectHole = False
Exit Function
End If

If y <= 0.001 Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
UserForm4.TextBox2.SetFocus
CheckRectHole = False
Exit Function
End If

If y + y2 >=
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue - 0.001
Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
UserForm4.TextBox2.SetFocus
CheckRectHole = False
Exit Function
End If
End If

If Face = "Bottom" Or Face = "Top" Then
If x <= 0.001 Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _

"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
UserForm4.TextBox1.SetFocus
CheckRectHole = False
Exit Function
End If
If x + x2 >=
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"

UserForm4.TextBox1.SetFocus
CheckRectHole = False
Exit Function
End If
If y <= 0.001 Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"

UserForm4.TextBox2.SetFocus
CheckRectHole = False
Exit Function
End If

If y + y2 >=
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
UserForm4.TextBox2.SetFocus
CheckRectHole = False
Exit Function
End If
End If

If Face = "Left" Or Face = "Right" Then
If x <= 0.001 Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
UserForm4.TextBox1.SetFocus
CheckRectHole = False
Exit Function
End If

If x + x2 >=
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
UserForm4.TextBox1.SetFocus
CheckRectHole = False
Exit Function
End If

If y <= 0.001 Then
MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
UserForm4.TextBox2.SetFocus
CheckRectHole = False

```
Exit Function
End If
If y + y2 >=
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue - 0.001
Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    CheckRectHole = False
    Exit Function
End If
End If
```

```
CheckRectHole = True
```

```
End Function
```

```
Function CheckRectVent(x As Double, y As  
Double, x2 As Double, y2 As Double, Face As  
String) As Boolean
```

```
Set swApp = Application.SldWorks
```

```
Set Part = swApp.ActiveDoc
```

```
'Per 2 faces moet er gecheckt worden omdat de
lengtes en breedtes van de vlakken verschillen
' part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue
Length
' part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue
Width
' part.Parameter("D1@box1").SystemValue
Height
' De warning kies een getal tussen 0 en "lengte"
klopt niet, want de diameter wordt
' hierbij niet in acht genomen, maar het geeft de
gebruiker wel een idee van de richting
```

```
If Face = "Front" Or Face = "Back" Then
    If x <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckRectVent = False
        Exit Function
    End If
    If x + x2 >=
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckRectVent = False
        Exit Function
    End If
    If y <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckRectVent = False
        Exit Function
    End If
```

```
End If
If y + y2 >=
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue - 0.001
Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    CheckRectVent = False
    Exit Function
End If
End If
```

```
If Face = "Bottom" Or Face = "Top" Then
    If x <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckRectVent = False
        Exit Function
    End If
    If x + x2 >=
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckRectVent = False
        Exit Function
    End If
    If y <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckRectVent = False
        Exit Function
    End If
    If y + y2 >=
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckRectVent = False
        Exit Function
    End If
End If

If Face = "Left" Or Face = "Right" Then
    If x <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckRectVent = False
        Exit Function
    End If
```

```

    If x + x2 >=
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
    UserForm4.TextBox1.SetFocus
    CheckRectVent = False
    Exit Function
End If
    If y <= 0.001 Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    CheckRectVent = False
    Exit Function
End If
    If y + y2 >=
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue - 0.001
Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label5.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    CheckRectVent = False
    Exit Function
End If
End If

```

CheckRectVent = True

End Function

Function CheckMount(x As Double, y As Double,
radius As Double, Face As String, Extrudelength
As Double, Screwtype As Integer) As Boolean

Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc

'Per 2 faces moet er gecheckt worden omdat de
lengtes en breedtes van de vlakken verschillen
' part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue
Length
' part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue
Width
' part.Parameter("D1@box1").SystemValue
Height
' De warning kies een getal tussen 0 en "lengte"
klopt niet, want de diameter wordt
' hierbij niet in acht genomen, maar het geeft de
gebruiker wel een idee van de richting

```

If Extrudelength <= 0 Or Extrudelength > 0.02
Then
    MsgBox "You have chosen an invalid value for
height, please enter a number between 0 and 20"
    UserForm4.TextBox4.SetFocus
    CheckMount = False
    Exit Function
End If

```

```

If Screwtype <= 0 Or Screwtype > 10 Then
    MsgBox "You have chosen an invalid value for
screwtype, please enter a number between 0 and
10"

```

```

UserForm4.TextBox3.SetFocus
CheckMount = False
Exit Function
End If

```

```

If Face = "Front" Or Face = "Back" Then
    If x - radius <= -
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckMount = False
        Exit Function
    End If
    If x + radius >=
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue +
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckMount = False
        Exit Function
    End If
    If y - radius <= -
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckMount = False
        Exit Function
    End If
    If y + radius >=
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue +
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckMount = False
        Exit Function
    End If
End If

```

```

If Face = "Bottom" Or Face = "Top" Then
    If x - radius <= -
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckMount = False
        Exit Function
    End If
    If x + radius >=
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue +
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _

```

```
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
UserForm4.TextBox1.SetFocus
CheckMount = False
Exit Function
End If
If y - radius <= -
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    CheckMount = False
    Exit Function
End If
If y + radius >=
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue +
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    CheckMount = False
    Exit Function
End If
End If

If Face = "Left" Or Face = "Right" Then
    If x - radius <= -
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
    UserForm4.TextBox1.SetFocus
    CheckMount = False
    Exit Function
End If
    If x + radius >=
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue +
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
    UserForm4.TextBox1.SetFocus
    CheckMount = False
    Exit Function
End If
    If y - radius <= -
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
    UserForm4.TextBox2.SetFocus
    CheckMount = False
    Exit Function
End If
    If y + radius >=
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue +
Part.Parameter("D1@Box2").SystemValue Then
    MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "' or '" &
UserForm4.Label4.Caption & "'" & vbCrLf & _
```

```
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
UserForm4.TextBox2.SetFocus
CheckMount = False
Exit Function
End If
End If

CheckMount = True

End Function

Function CheckDBport(x As Double, y As Double,
HHlength As Double, radius As Double, HPHeight,
Face As String) As Boolean

Set swApp = Application.SldWorks
Set Part = swApp.ActiveDoc

'Per 2 faces moet er gecheckt worden omdat de
lengtes en breedtes van de vlakken verschillen
' part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue
Length
' part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue
Width
' part.Parameter("D1@box1").SystemValue
Height

If Face = "Front" Or Face = "Back" Then
    If x - HHlength - radius <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
    If x + HHlength + radius >=
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
    If y - HPHeight <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
    If y + HPHeight >=
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue - 0.001
Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
End If

If Face = "Bottom" Or Face = "Top" Then
    If x - HHlength - radius <= 0.001 Then
```

```

        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
    If x + HHlength + radius >=
Part.Parameter("D1@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
    If y - HPHeight <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
    If y + HPHeight >=
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
End If

If Face = "Left" Or Face = "Right" Then
    If x - HHlength - radius <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
    If x + HHlength + radius >=
Part.Parameter("D2@Sketch1").SystemValue -
0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label2.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the x-direction"
        UserForm4.TextBox1.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
    If y - HPHeight <= 0.001 Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or before
the edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
End If

```

```

    If y + HPHeight >=
Part.Parameter("D1@box1").SystemValue - 0.001
Then
        MsgBox "Please change the input for '" &
UserForm4.Label3.Caption & "'" & vbCrLf & _
"The feature might be too close to, or over the
edge in the y-direction"
        UserForm4.TextBox2.SetFocus
        CheckDBport = False
        Exit Function
    End If
End If

```

CheckDBport = True

End Function

UserForm1

Option Explicit

Dim Part As Object

Dim PartTitle As String

Dim swApp As SldWorks.SldWorks

Private Sub CommandButton1_Click()

'Open File

Dim Filter As String

Dim fileName As String

Dim fileConfig As String

Dim fileDispName As String

Dim fileOptions As Long

Dim fileerror As Long

Dim filewarning As Long

Dim feature As Object

Dim featName As String

Dim counter As Integer

Set swApp = Application.SldWorks

Set Part = swApp.ActiveDoc

If Part Is Nothing Then

Filter = "SolidWorks Files (*.sldprt; *.sldasm;
.slddrw)|.sldprt;*.sldasm;*.slddrw|Filter name
(*.*|*.fil)|*.fillAll Files (*.*)|*.*"

fileName = swApp.GetOpenFileName("File to
Attach", "", Filter, fileOptions, fileConfig,
fileDispName)

swApp.OpenDoc6 fileName, swDocPART,
swOpenDocOptions_Silent, "", fileerror,
filewarning

Else

MsgBox "There is already a part active, please
close it first"

Exit Sub

End If

'Hier zetten we de view fatsoenlijk

Set Part = swApp.ActiveDoc

If Part Is Nothing Then

Exit Sub

End If

'Hier bekijken we of de file geschikt is voor het
programma

Set Part = swApp.ActiveDoc

Set feature = Part.FirstFeature

counter = 0

Do While Not feature Is Nothing

Let featName = feature.Name

```
'We checken of de namen van de standaard features  
voorkomen  
If featName = "Deksel1" Or featName = "Deksel2"  
Or featName = "Box1" Or featName = "Box2"  
Then  
counter = counter + 1  
End If  
Set feature = feature.NextFeature() ' Get the  
next feature  
Loop ' Continue until no more features exist  
  
If counter = 4 Then  
    Part.ShowNamedView2 "*Trimetric", 8  
    Part.ViewZoomtofit2  
Else  
    MsgBox "This is not a correct file for this  
application, the file will be closed"  
    PartTitle = Part.GetTitle  
    swApp.CloseDoc PartTitle  
End If
```

End Sub

Private Sub CommandButton2_Click()

```
Dim Message, Title, Default, MyValue  
Dim SelMgr As Object  
Dim boolstatus As Boolean
```

'Save As STL

```
Set swApp =  
CreateObject("SldWorks.Application")  
Set Part = swApp.ActiveDoc
```

```
If Part Is Nothing Then  
MsgBox "No part active"  
Exit Sub  
End If
```

Set SelMgr = Part.SelectionManager

```
Message = "Choose a filename" & vbCrLf &  
"Please note that two STL-files will be created" & _  
vbCrLf & "One for the box and one for the  
lid" & vbCrLf & "When you click OK, please select  
'Selected Bodies' twice"  
Title = "Save as STL" ' Set title.  
Default = "Type your filename here" ' Set default  
entry.  
' Display message, title, and default value.  
MyValue = InputBox(Message, Title, Default)
```

```
If MyValue = "" Then  
Exit Sub  
End If
```

```
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Lid",  
"SOLIDBODY", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)  
swApp.SetUserPreferenceToggle 26, 1  
Part.SaveAs2 "M:\VBA\" & MyValue & "-  
Lid.STL", 0, True, False
```

```
boolstatus = Part.Extension.SelectByID2("Box",  
"SOLIDBODY", 0, 0, 0, False, 0, Nothing, 0)  
swApp.SetUserPreferenceToggle 26, 1  
Part.SaveAs2 "M:\VBA\" & MyValue & "-  
Box.STL", 0, True, False
```

Part.ClearSelection2 True

```
MsgBox "Your part has been saved as " &  
MyValue & "-Lid.STL and as " & MyValue & "-  
Box.STL"
```

End Sub

Private Sub CommandButton3_Click()

```
'Save  
Dim Message, Title, Default, MyValue  
Dim fileerror As Long  
Dim filewarning As Long  
Dim SaveCheck As Boolean
```

```
Set swApp =  
CreateObject("SldWorks.Application")  
Set Part = swApp.ActiveDoc
```

```
If Part Is Nothing Then  
MsgBox "No part active"  
Else
```

PartTitle = Part.GetTitle

```
If PartTitle = "Blok" Then  
Feed:  
Message = "Choose a filename" & vbCrLf &  
"Please note that this option will only save your file  
and not convert it to STL-format"  
Title = "Save" ' Set title.  
Default = "Type your filename here" ' Set default  
entry.  
' Display message, title, and default value.  
MyValue = InputBox(Message, Title, Default)
```

```
If MyValue = "" Then  
Exit Sub  
End If
```

```
If MyValue = "Blok" Or MyValue = "Type your  
filename here" Then  
MsgBox MyValue & " is not a valid filename, this  
would overwrite the template, please choose  
another filename"  
GoTo Feed  
End If
```

```
Part.SaveAs2 "M:\VBA\" & MyValue &  
".SLDPRT", 0, False, False
```

```
Else  
MyValue = PartTitle  
Part.SaveAs2 "M:\VBA\" & MyValue &  
".SLDPRT", 0, False, False  
End If
```

```
MsgBox "Your part has been saved as " &  
MyValue & ".SLDPRT"
```

End If

End Sub

Private Sub CommandButton4_Click()

```
'Edit part  
Set swApp =  
CreateObject("SldWorks.Application")  
Set Part = swApp.ActiveDoc  
If Part Is Nothing Then  
MsgBox "No part active"  
Else
```

```
UserForm1.Hide
Main.UserForm2_Initialize
End If
End Sub
```

Private Sub CommandButton5_Click()

```
'Exit Application
Set swApp =
CreateObject("SldWorks.Application")
Set Part = swApp.ActiveDoc

If Part Is Nothing Then
    Unload UserForm1
    Load UserForm6
    UserForm6.Show
Else
    Dim Msg, Style, Title, Response
    Msg = "Do you want to continue? There are still
files open" & vbCrLf & "The files will be closed
automatically" ' Define message.
    Style = vbYesNo + vbExclamation +
vbDefaultButton2
    Title = "Exit Program" ' Define title.
    Response = MsgBox(Msg, Style, Title)
    If Response = vbYes Then
        If Part Is Nothing Then
            Else
                PartTitle = Part.GetTitle
                swApp.CloseDoc PartTitle
            End If
            Unload UserForm1
            Load UserForm6
            UserForm6.Show
        Else
            Exit Sub
        End If
    End If
```

End If

End Sub

Private Sub CommandButton6_Click()

'Close File

```
Set swApp =
CreateObject("SldWorks.Application")
Set Part = swApp.ActiveDoc
```

```
If Part Is Nothing Then
    Unload Me
Else
    Dim Msg, Style, Title, Response
    Msg = "Do you want to continue? You are now
closing the current file" ' Define message.
    Style = vbYesNo + vbExclamation +
vbDefaultButton2
    Title = "Close File" ' Define title.
    Response = MsgBox(Msg, Style, Title)
    If Response = vbYes Then
        PartTitle = Part.GetTitle
        swApp.CloseDoc PartTitle
    End If
End If
```

End If

End Sub

Private Sub CommandButton7_Click()

```
'Save File As
Dim Message, Title, Default, MyValue
```

```
Dim fileerror As Long
Dim filewarning As Long
Dim SaveCheck As Boolean
```

```
Set swApp =
CreateObject("SldWorks.Application")
Set Part = swApp.ActiveDoc
```

```
If Part Is Nothing Then
MsgBox "No part active"
Else
```

```
Feed:
Message = "Choose a filename" & vbCrLf &
"Please note that this option will only save your file
and not convert it to STL-format"
Title = "Save" ' Set title.
Default = "Type your filename here" ' Set default
entry.
' Display message, title, and default value.
MyValue = InputBox(Message, Title, Default)
```

```
If MyValue = "" Then
Exit Sub
End If
```

```
If MyValue = "Blok" Or MyValue = "Type your
filename here" Then
MsgBox MyValue & " is not a valid filename, this
would overwrite the template, please choose
another filename"
GoTo Feed
End If
```

```
Part.SaveAs2 "M:\VBA\" & MyValue &
".SLDPRT", 0, False, False
```

```
MsgBox "Your part has been saved as " &
MyValue & ".SLDPRT"
```

End If

End Sub

UserForm2

Private Sub CommandButton1_Click()

```
'Update part
Dim InnerLength As Double
Dim InnerWidth As Double
Dim InnerHeight As Double
Dim WallThickness As Integer
```

```
If InputCheck.UserForm2Check = False Then
Exit Sub
End If
```

```
InnerLength = TextBox1.value
InnerWidth = TextBox2.value
InnerHeight = TextBox3.value
```

```
If OptionButton1.value = True Then
    WallThickness = 3
```

```
Else
    If OptionButton2.value = True Then
        WallThickness = 4
```

```
Else
    WallThickness = 5
End If
```

End If

```
PartBuild.ChangeDimensions InnerLength,  
InnerWidth, InnerHeight, WallThickness
```

```
End Sub  
'Open Feature Manager  
Private Sub CommandButton3_Click()
```

```
UserForm2.Hide  
Main.UserForm3_Initialize
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CommandButton2_Click()
```

```
'Sluit form af  
Unload Me  
UserForm1.Show  
End Sub  
'Vanaf hier is het allemaal voor de view  
Private Sub CommandButton5_Click()  
Dim View As String  
View = CommandButton5.Caption  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton6_Click()  
Dim View As String  
View = CommandButton6.Caption  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton7_Click()  
Dim View As String  
View = CommandButton7.Caption  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton8_Click()  
Dim View As String  
View = CommandButton8.Caption  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton9_Click()  
Dim View As String  
View = CommandButton9.Caption  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton10_Click()  
Dim View As String  
View = CommandButton10.Caption  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton11_Click()  
Dim View As String  
View = CommandButton11.Caption  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton12_Click()  
Dim View As String  
View = "Up"  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton13_Click()  
Dim View As String  
View = "Down"  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton14_Click()  
Dim View As String  
View = "Left2"  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton15_Click()  
Dim View As String  
View = "Right2"  
BuildSupport.SetView View
```

```
End Sub  
Private Sub OptionButton4_Change()  
If OptionButton4.value = True Then  
PartBuild.LidBox (1)  
End If  
End Sub  
Private Sub OptionButton5_Change()  
If OptionButton5.value = True Then  
PartBuild.LidBox (2)  
End If  
End Sub  
Private Sub OptionButton6_Change()  
If OptionButton6.value = True Then  
PartBuild.LidBox (3)  
End If  
End Sub
```

UserForm3

```
Private Sub CommandButton1_Click()
```

```
'Update part  
Dim InnerLength As Double  
Dim InnerWidth As Double  
Dim InnerHeight As Double  
Dim WallThickness As Integer
```

```
If InputCheck.UserForm2Check = False Then  
Exit Sub  
End If
```

```
InnerLength = TextBox1.value  
InnerWidth = TextBox2.value  
InnerHeight = TextBox3.value
```

```
If OptionButton1.value = True Then  
WallThickness = 3  
Else  
If OptionButton2.value = True Then  
WallThickness = 4  
Else  
WallThickness = 5  
End If  
End If
```

```
PartBuild.ChangeDimensions InnerLength,  
InnerWidth, InnerHeight, WallThickness
```

```
End Sub
```

```
'Open Feature Manager  
Private Sub CommandButton3_Click()
```

```
UserForm2.Hide  
Main.UserForm3_Initialize
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CommandButton2_Click()
```

```
'Sluit form af  
Unload Me  
UserForm1.Show  
End Sub  
'Vanaf hier is het allemaal voor de view  
Private Sub CommandButton5_Click()  
Dim View As String  
View = CommandButton5.Caption  
BuildSupport.SetView View  
End Sub  
Private Sub CommandButton6_Click()  
Dim View As String  
View = CommandButton6.Caption
```

```
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton7_Click()
Dim View As String
View = CommandButton7.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton8_Click()
Dim View As String
View = CommandButton8.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton9_Click()
Dim View As String
View = CommandButton9.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton10_Click()
Dim View As String
View = CommandButton10.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton11_Click()
Dim View As String
View = CommandButton11.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton12_Click()
Dim View As String
View = "Up"
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton13_Click()
Dim View As String
View = "Down"
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton14_Click()
Dim View As String
View = "Left2"
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton15_Click()
Dim View As String
View = "Right2"
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub OptionButton4_Change()
If OptionButton4.value = True Then
PartBuild.LidBox (1)
End If
End Sub
Private Sub OptionButton5_Change()
If OptionButton5.value = True Then
PartBuild.LidBox (2)
End If
End Sub
Private Sub OptionButton6_Change()
If OptionButton6.value = True Then
PartBuild.LidBox (3)
End If
End Sub
```

UserForm4

```
Private Sub ComboBox1_Change()
If UserForm4.Visible = True Then
Dim View As String
View = ComboBox1.Text
BuildSupport.SetView View
End If
End Sub
```

```
'Apply of Edit
Private Sub CommandButton1_Click()
If CommandButton1.Caption = "Apply" Then
FeatureCheck.NameCheck 1
Else
FeatureCheck.NameCheck 4
End If

End Sub
'Exit without applying
Private Sub CommandButton2_Click()
Unload Me
UserForm3.Show
End Sub
'Vanaf hier is het allemaal het veranderen van de
view
Private Sub CommandButton5_Click()
Dim View As String
View = CommandButton5.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton6_Click()
Dim View As String
View = CommandButton6.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton7_Click()
Dim View As String
View = CommandButton7.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton8_Click()
Dim View As String
View = CommandButton8.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton9_Click()
Dim View As String
View = CommandButton9.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton10_Click()
Dim View As String
View = CommandButton10.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton11_Click()
Dim View As String
View = CommandButton11.Caption
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton12_Click()
Dim View As String
View = "Up"
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton13_Click()
Dim View As String
View = "Down"
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton14_Click()
Dim View As String
View = "Left2"
BuildSupport.SetView View
End Sub
Private Sub CommandButton15_Click()
Dim View As String
View = "Right2"
BuildSupport.SetView View
End Sub

Private Sub OptionButton4_Change()
```

```
If OptionButton4.value = True Then
PartBuild.LidBox (1)
End If
End Sub
Private Sub OptionButton5_Change()
If OptionButton5.value = True Then
PartBuild.LidBox (2)
End If
End Sub
Private Sub OptionButton6_Change()
If OptionButton6.value = True Then
PartBuild.LidBox (3)
End If
End Sub
```

UserForm5

'Maakt niet uit waar men op klikt of wat men doet,
het hoofdmenu wordt altijd geladen

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Unload Me
Main.UserForm1_Initialize
End Sub
```

```
Private Sub UserForm5_KeyPress()
Unload Me
Main.UserForm1_Initialize
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()
Unload Me
Main.UserForm1_Initialize
End Sub
```

```
Private Sub Label2_Click()
```

```
Unload Me
Main.UserForm1_Initialize
End Sub
```

```
Private Sub Label3_Click()
Unload Me
Main.UserForm1_Initialize
End Sub
```

```
Private Sub UserForm_Click()
Unload Me
Main.UserForm1_Initialize
End Sub
```

UserForm6

'Maak niet uit waar men op klikt of wat men typt,
het scherm verdwijnt altijd

```
Private Sub UserForm6_KeyPress()
Unload Me
End Sub
```

```
Private Sub CommandButton1_Click()
Unload Me
End Sub
```

```
Private Sub Label1_Click()
Unload Me
End Sub
```

```
Private Sub UserForm_Click()
Unload Me
End Sub
```

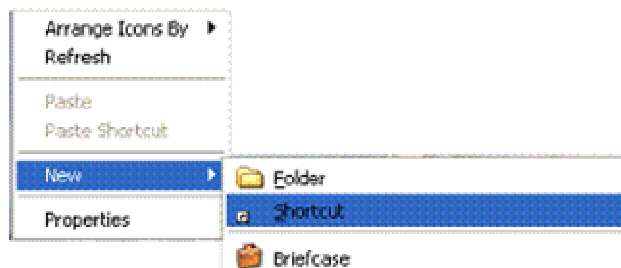
E Starten van Macro's met SolidWorks

[Van: http://www.solidworktips.com/api_pages/05_using_notifications.htm]

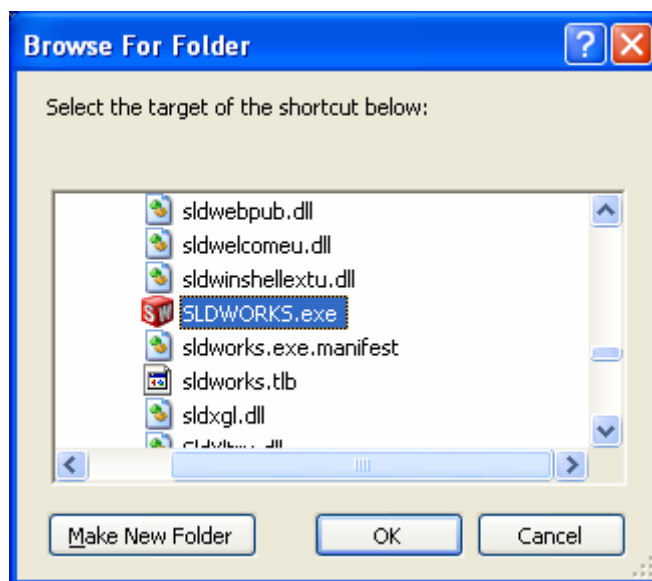
[Bezocht op 2-8-2007] Aangepast naar eigen gebruik.

For macro's to work immediately, they usually need to run at the start of your SolidWorks session. To start a macro with a SolidWorks session you must create a shortcut to the SolidWorks executable, adding the "/m" command line argument. Follow the steps below to launch a macro with your SolidWorks session.

1. Create a new shortcut on your Desktop by right-clicking and selecting **New, Shortcut**.



2. Browse to the SolidWorks executable, typically found in "C:\Program Files\SolidWorks\SLDWORKS.exe", and click OK.



3. Click **Next** and name the shortcut "SolidWorks with EnclosureGenerator". Then click **Finish**.
4. Right-click on the newly created shortcut and select **Properties**. In the **Target** box, add the following text. This example assumes the standard SolidWorks executable location and that you have saved the macro to the directory mentioned in the shortcut below.

"C:\Program Files\SolidWorks\SLDWORKS.exe" /m C:\Macros\enclosuregenerator.swp"