



123D Design och Fusion 360

Jämförelseanalys av designprocessen för 3D-utskrift

Maurits Jansson

Examensarbete

Film&TV / Online Media & Art Direction

2017

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Film & TV
Identifikationsnummer:	6118
Författare:	Maurits Jansson
Arbetets namn:	123D Design och Fusion 360. Jämförelseanalys av designprocessen för 3D-utskrift
Handledare (Arcada):	Jutta Törnqvist
Uppdragsgivare:	-
<p>Sammandrag:</p> <p>I och med att intresset för 3D-skrivare har ökat har också intresset för 3D-modellering ökat. Autodesk har valt att göra både avancerade och enkla 3D-modelleringsprogram. I detta arbete har jag valt att se på skillnaderna mellan Autodesk 123D Design och Fusion 360.</p> <p>I mitt examensarbete har jag valt att göra en komparativ analys som forskningsmetod. En komparativ analys går ut på att beskriva och analysera skillnader. För att göra min analys har jag med dessa modelleringsprogram gjort en identisk modell i båda programmen. Efter att modellen hade gjorts i båda programmen kunde jag analysera skillnaderna i modelleringsprocessen.</p> <p>Examensarbetet kommer inte gå in på djupet i något program utan kommer endast användas till att göra en relativt enkel modell för att kunna analysera vardaglig modellering. Modellen kommer också skapas med FDM 3D-skrivare i åtanke, eftersom FDM skrivare har väldigt många begränsningar man måste tänka på när man modellerar.</p> <p>I skrivande stund fick jag dock veta att Autodesk hade valt att stänga ner 123D Design, vilket visade att detta program inte behövdes eftersom de har både Fusion 360 och Tinkercad.</p>	
Nyckelord:	3D-modellering, datorgrafik, friformsframställning, CAD, Jämförelse, Autodesk
Sidantal:	45
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Film & TV
Identification number:	6118
Author:	Maurits Jansson
Title:	123D Design and Fusion 360. Comparison analysis of the 3D-printing design process
Supervisor (Arcada):	Jutta Törnqvist
Commissioned by:	-
<p>Abstract:</p> <p>As the interest in 3D printers has increased, interest in 3D modelling has also increased. Autodesk has chosen to make both advanced and simple 3D modelling programs. I have chosen to look at the differences between Autodesk's 123D Design and Fusion 360.</p> <p>In my thesis, I have chosen to make a comparative analysis as a research method. A comparative analysis is about describing and analysing differences. In order to make my analysis, I have made an identical model with these modelling programs in both programs. After the model was done in both programs, I was able to analyse the differences in the modelling process.</p> <p>The thesis will not go into the depths of any program but will only be used to make a relatively simple model to analyse everyday modelling. The model will also be created with FDM 3D printers in mind, as FDM printers have many limitations to consider when designing.</p> <p>However, in writing, I was told that Autodesk had chosen to close 123D Design, which showed that this program was not needed because they have both Fusion 360 and Tinkercad.</p>	
Keywords:	3D-modelling, Computer graphics, Free form production, CAD, Comparison, Autodesk
Number of pages:	45
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

INNEHÅLL

1	INLEDNING	6
1.1	Motiv för ämnesval	6
1.2	Syfte och mål	6
1.3	Metod	7
1.4	Frågeställningar	7
1.5	Avgränsningar	7
1.6	Begreppsdefinitioner	8
2	Teori	10
2.1	Vad är 3D-modellering	10
2.2	3D-modelleringens historia	10
2.3	3D-utskrift	11
2.4	Presentation av 3D-modelleringsprogram	15
2.4.1	<i>123D design</i>	16
2.4.2	<i>Fusion 360</i>	17
3	Framställning av 3d-modellen	19
3.1	Planering av 3D-modellen	24
3.1.1	<i>Modelleringsprocess 123D Design</i>	25
3.1.2	<i>Modelleringsprocess Fusion 360</i>	28
3.1.3	<i>Ändringar i modellen</i>	32
4	Jämförelse	36
4.1	Jämförelse av modelleringsprocessen	38
5	Diskussion och slutsats	39
	Källor	44

Figurer

Figur 1. En samling primitiver i 123D Design	9
Figur 2. Sketch i Fusion 360. (Graphic Speak)	9
Figur 3: Diagram av SLA utskrivningsprocess. Biega 2011.	12
Figur 4. SLA vs. SLS	13
Figur 5. 123D Start tips	16
Figur 6. Fusion 360.....	18
Figur 7. Bridging. Ultimaker.	20
Figur 8. Användning av stödmaterial. (Maker Network)	21
Figur 9. Överhäng i olika vinklar. TweakTown.	22
Figur 10. Illustration av en elefantfot. 3Dhubs.....	23
Figur 11. En raft för att eliminera elefantfötter.(Makerbot)	23
Figur 12. Skiss av modell	25
Figur 13. Två primitiver	26
Figur 14. Första delen av modellen är färdig	27
Figur 15. Andra delen av modellen	27
Figur 16. Sketch layout.....	28
Figur 17. Cylinder från skiss	29
Figur 18. Hållaren färdig i Fusion 360	30
Figur 19. Andra delen av modellen ihopbyggd.	30
Figur 20.	31
Figur 21. Färdig modell i Fusion 360	32
Figur 22. Ändra storlek i 123D.....	33
Figur 23. Ändra storlek på hål i 123D	33
Figur 24. Error i tidslinjen.	34
Figur 25. Snabbmeny i Fusion 360.....	35
Figur 26. Skiss från tidslinjen.....	35
Figur 27. Fusions browser.	37
Figur 28. 123D Meny	38
Figur 29. Fusion 360 Meny	38

1 INLEDNING

Under de senaste åren har 3D-skrivare blivit allt mer populära. 3D-skrivare har till och med börjat finnas i butikshyllorna. I och med att 3D-skrivarna har blivit mer populära finns också ett större intresse för 3D-modellering. 3D-skrivartillverkaren Makerbot har skapat Thingiverse, en webbplats där vem som helst kan ladda upp sina modeller. Även om man hittar mycket roliga saker där som vem som helst kan ladda ner och skriva ut finns det också ett stort intresse hos många att skapa egna modeller. För att modellera sin egen modell behövs ett så kallat CAD-program.

Sedan jag byggde min egen 3D-skrivare har intresset för 3D-modellering vuxit, men jag har inte tagit tag i saken och lärt mig processen. Detta arbete kommer därför fungera som en första inblick inom 3D-modellering. Jag valde att se på programutvecklaren Autodesk's modelleringsprogram 123D Design och Fusion 360 eftersom de utvecklas av samma utvecklare plus att de är gratis för studerande och mindre företag.

1.1 Motiv för ämnesval

Intresset för 3D-skrivare och 3D-modellering startade för några år sedan. Många timmar har gått åt att göra forskning i vilken 3D-skrivare som har den bästa designen för det jag skulle skriva ut. När jag äntligen fick tag på en 3D-skrivare använde jag mig främst av tjänsten Thingiverse för att hitta saker att skriva ut med skrivaren. Det var inte förenyligen som intresset för 3D-modellering startades på riktigt. Medan bekanta använder sig av AutoCAD för att göra 3D-modeller, ville jag inte sätta mig in i ett så avancerat program. Många på internet gav förslag på 123D Design, därav öppnades dörren till 3D-modellering.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är att förstå varför programutvecklaren Autodesk utvecklade modelleringsprogrammen 123D design och Fusion 360 samtidigt. För att förstå detta bättre har jag valt att göra en identisk modell i båda programmen som skall vara anpassad för 3D-utskrift på en 3D-skrivare. 3D-modellens syfte är ett redskap för

att lättare förstå skillnaderna i modelleringsprocessen i båda programmen, på så sätt kan jag lättare jämföra programmen och förstå varför Autodesk har valt att utveckla båda programmen samtidigt.

1.3 Metod

I mitt arbete kommer jag jämföra processen att designa en modell i modelleringsprogrammen 123D och Fusion360, som båda hör till programutvecklaren Autodesk. För att få reda på grundprocessen i programmen kommer jag använda mig av utvecklarens egen Youtube-kanal samt deras egna dokumentation.

När jag har lärt mig grundprocessen skall jag designa en modell i båda programmen och jämföra processen. Eftersom båda programmen har utvecklats av samma företag så vill jag ta reda på hur mycket det skiljer sig mellan dessa två program och varför Autodesk har valt att utveckla dom båda.

Eftersom jag skall jämföra modelleringsprogrammen, använder jag mig av en komparativ forskningsmetod. Enligt Thomas Dank finns det tre typer av komparativ studie: beskrivande studier, förklarande studier och predikationsstudier. (Denk 2002: s.8)

För att jämföra modelleringprogrammen tillämpar jag denna typen av studie för att studera min modelleringsprocess där jag skapar en modell i båda modelleringsprogrammen.

1.4 Frågeställningar

- Hur skiljer sig modelleringsprocessen i mellan 123D och Fusion 360?

1.5 Avgränsningar

Detta arbete kommer fokusera på modelleringsprogrammen 123D Design och Fusion 360 av programutvecklaren Autodesk. Autodesk gör flera 3D-modelleringsprogram,

men jag har valt att koncentrera mig på de två som ligger närmast varandra. Eftersom 3D-utskrift är relativt ny teknik och utvecklingen sker väldigt snabbt finns det väldigt lite litteratur, därför baserar sig detta arbete till största delen av nätkällor samt eget material.

3D-modellering kan användas till en hel del, men mitt största mål är ändå att fokusera på att förstå 3D-modellering för 3D-utskrift och främst för FDM-skrivare.

1.6 Begreppsdefinitioner

CAD

Cad är en förkortning av Computer-aided design. CAD är mjukvaror som underlättar att designa produkter som 3D-modeller, kretskort och andra produkter (TechTarget).

NURBS

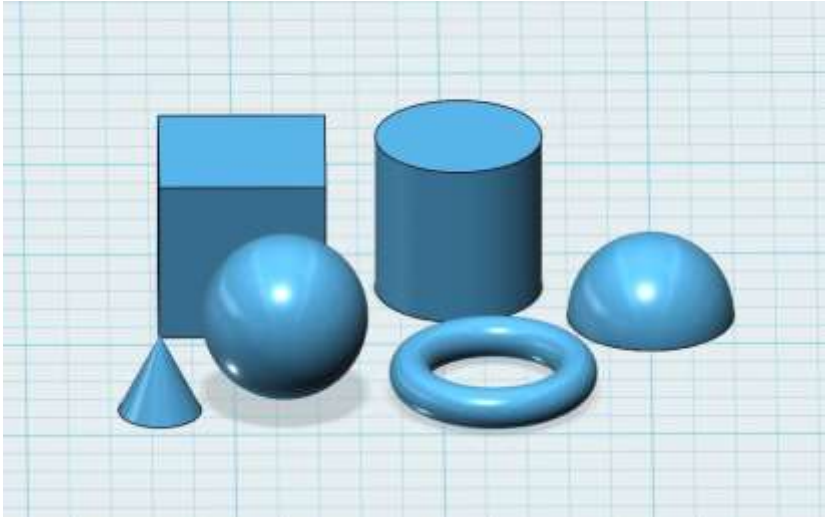
NURBS är en förkortning av Non-uniform rational Basis Spline. NURBS är en matematisk modell som oftast används i datorgenererad grafik för att generera kurvor och ytor (Wikipedia).

SLA

SLA är en förkortning av Stereolitography och är en form av 3D-utskriftsteknik som uppfanns av Charles W.Hull år 1986 (Wikipedia)

Primitiver

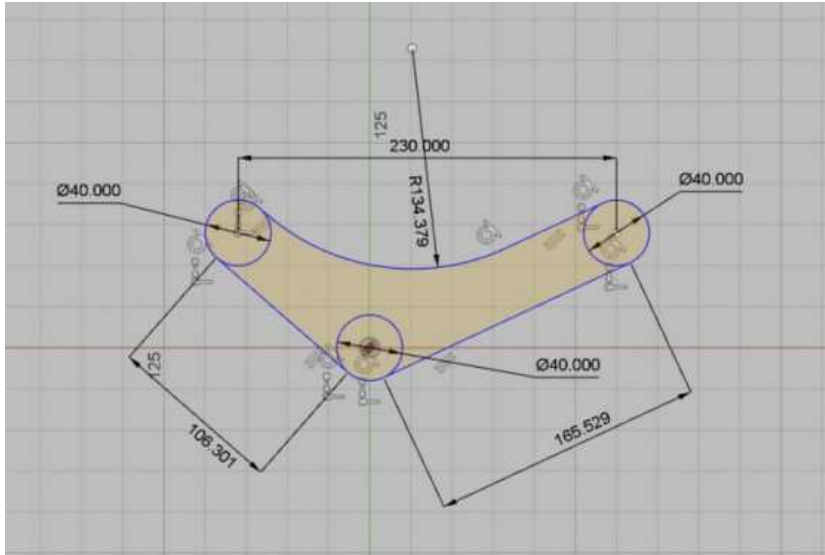
Primitiver är byggblock som kan användas för att skapa enkla geometriska former. De används istället för att använda sig av en skiss för att snabbt bygga upp enkla block av 3D-grafik



Figur 1. En samling primitiver i 123D Design

Sketch

Sketch, eller skiss, är en metod för att skapa 3D-modeller från 2D. Istället för att skapa 3D-modeller från primitiver och direkt manipulerande av polygoner, skapar man en 2D-ritning som sedan konverteras till en 3D-modell.



Figur 2. Sketch i Fusion 360. (Graphic Speak)

2 TEORI

2.1 Vad är 3D-modellering

3D-modellering (tredimensionell modellering) är en process för att skapa en 3D-representation av ett fysiskt föremål genom att manipulera polygoner, kanter och hörn i en simulerad 3D-miljö.

Det finns flera olika datorprogram för att skapa dessa 3D-miljöer, dessa kallas CAD-program (TechTarget).

3D-modellering kan användas till många olika syften, bland annat 3D-film, spel, vetenskaplig och medicinsk forskning samt 3D-utskrifter (Lifewire). I detta arbete kommer jag att fokusera på 3D-utskrift genom att skapa en modell som jag sedan kommer skriva ut på en 3D-skrivare.

3D-modellering är alltså en matematisk representation av något föremål (äkta eller oäkta) i en 3D-mjukvarumiljö. Olikt en 2D-bild, kan en 3D-modell visas i speciella program där man kan se på ett objekt i olika vinklar, förstora och rotera fritt (Lifewire).

2.2 3D-modelleringens historia

3D-modellering används inom en väldigt stor sektor som sträcker sig från ingegörskonst och tillverkning till digitala animationer för spel och filmbranschen. Tekniken står aldrig stilla och förnyas nu allt snabbare. Det som var nytt igår kan vara gammalt om en månad.

Datorgrafik har funnits väldigt länge nu. Redan tidigt 1960 har man använt sig av datorgrafik inom forskning och ingenjörskonst. Det var ändå år 1969 som det första kommersiella ”Solid modeler” programmet ”Syntha Vision” kom ut. (Sculpteo)

I slutet av 70-talet fanns det flera olika CAD-program. Ett typiskt CAD-system bestod av en 16 bitars dator som kostade upp till 125 000 \$.

Redan i början av 80-talet startades både Solidworks och Autodesk. Autodesks grundare ville skapa ett CAD-program för under 1000 \$. De gjorde många versioner av programmet, men AutoCAD tog fart först i början av 90-talet.

Tidigt 2000-tal tillkännagav REALVIZ, ledaren inom bildbehandlingsteknik, ett program för enkel och realistisk 3D-modelleringsprogram (ImageModeler). ImageModeler var det första ”high end” programmet som kunde producera 3D-modeller från bild, video eller filmisk stillbild. (CSUN, 2007)

I dagens läge finns det massor med 3D-modelleringsprogram. Både gratis och avgiftsbelagda. En stor del av programmen har nu börjat fokusera på molnbaserade lösningar. Antingen att man sparar sina filer på molnet eller att hela tjänsten finns tillgänglig till webbläsaren.

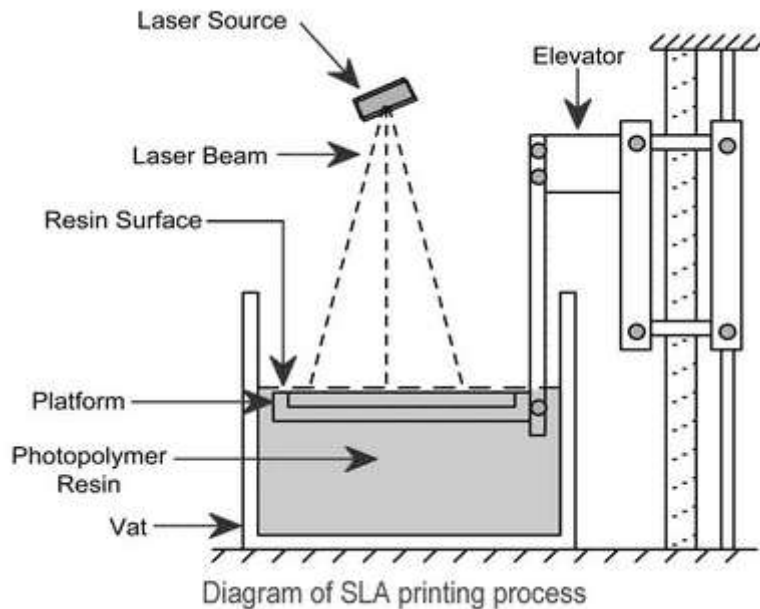
2.3 3D-utskrift

Dom senaste åren har 3D-utskrift blivit väldigt populär och man kan hitta 3D-skrivare lite var som helst. Skolor och bibliotek har börjat satsa på att göra tekniken mer tillgänglig för allmänheten.

3D-skrivare har hjälpt till att snabba upp processen hos industrin genom att snabbt skriva ut en prototyp för att se om den passar och prova nya metoder. Men det är inte endast industrin som har tagit hjälp från 3D-utskrift, även inom medicin har man börjat använda 3D-skrivare som har modifierats för att skriva ut mikroskopiska celler. Medan nya 3D-skrivare är revolutionerande, är det ändå ingen ny teknik och har funnits i över 30 år.

Den första 3D-skrivaren utvecklades i början av år 1984 av Charles Hull. Genom att använda sig av den tidens teknik i traditionella tvådimensionella bläckstråleskrivare skapade Hull tekniken stereolitografi och introducerade additiv tillverkning för industrin.

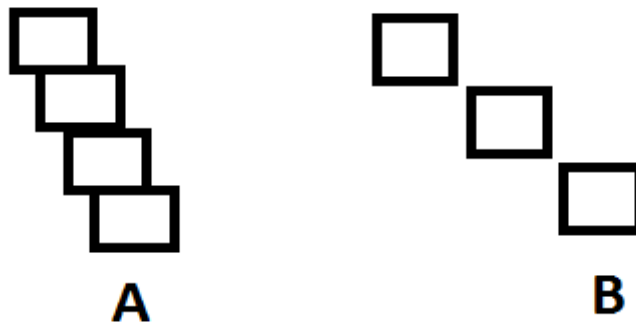
Stereolitografi använder sig av en ultraviolett laserstråle som ritar ut ytan i ett fat av ultraviolett härdbar vätska. När vätskan träffas av ljuset härdas den och ansluter sig till lagret under den. Processen upprepas tills den tredimensionella modellen har skapats.



Figur 3: Diagram av SLA utskrivningsprocess. Biega 2011.

Stereolitografi var den mest använda 3D utskrivningstekniken tills mitten av 1980 när Dr. Carl Deckand och Dr. Joseph Beaman fick sponsorerings från DARPA för att utveckla en ny sorts teknik, Selective Laser Sintering, som de även patenterade.

Likt en SLA-skrivare använder sig även en SLS-skrivare en laser för att härdas utskriftsmaterialet, i det här fallet kan materialet vara små partiklar av plast, metall, keramik och glas. Olikt en SLA-skrivare, använder sig en SLS-skrivare inte av en vätska och behöver därav inte en plattform för lasern att projicera på. SLS-skrivaren använder sig som sagt av små partiklar eller ett pulver, vilket möjliggör att man kan skriva i "tomma intet". I ett exempel kan vi skriva ut en pyramid. Om den interna vinkeln är låg, finns det alltid material att bygga nästa lager på. Om vi ökar på vinkeln så kommer vi till sist till en punkt där följande lager inte längre sitter på föregående lager och istället skrivas ut i "luften".



Figur 4. SLA vs. SLS

Med en SLS-skrivare kan vi ändå skriva ut som i exempel B i figuren ovan. Även när vinkeln på pyramiden har nått den punkt att den inte kan fästa material vid föregående lager så kan vi ändå fästa material på pulvret som inte har blivit sintrat, med en SLA-skrivare kan man inte göra detta eftersom det skulle innebära att lagret skulle falla av plattformen och förstöra utskriften.

Det tog många år före SLS-skrivaren kom ut på marknaden och under tiden hade Scott Crump uppfunnit, patenterat och börjat producera Fused Deposition Modelling skrivare (FDM).

En FDM-skrivare använder sig av material, en plasttråd som förs genom ett tunt munstycke där antingen munstycket eller plattformen rör på sig. På det här sättet pressas materialet ut lager för lager tills modellen har skapats. Munstycket kontrollerar flödet av materialet. Munstycket värms upp tills materialet börjar smälta som snabbt kyls ner och lagret stelnar så att man kan pressa ut nästa lager ovanpå.

Likt en SLA-skrivare måste en FDM-skrivare också ta i beaktande att lagren bygger på varandra och att de inte svävar i luften. Man kan printa utan att lager bygger på varandra med hjälp av stödmaterial, men det tänker jag inte gå igenom i det här arbetet.

De flesta som har hört om och sett en 3D-skrivare, har med högsta sannolikhet sett en FDM-skrivare eftersom de används av de flesta inom branschen. FDM-skrivare kostar oftast mellan 150 € till 5000 € och kan köpas färdigt monterade eller i kit som man själv kan bygga ihop, men om man vill kan man använda sig av ritningar på internet för att skaffa alla delar själv och bygga sin egen skrivare. Materialet till en FDM-skrivare är relativt lätt att få tag på och behöver inte kosta så mycket. **ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)** och **PLA (PolyLactic Acid)** är de mest använda plasterna som man använder sig av till en FDM-skrivare.

Den första FDM-skrivaren som blev tillgänglig för allmänheten kom ut 1990 av företagen Stratasys som specialiserat sig på ”rapid prototyping” och digital tillverkning. När patenten hade utgått och öppnades för öppna marknaden, skapades communityn RepRap som satte fart på att skapa billiga 3D-skrivare som hade som mål att kunna skapa fler skrivare från en enda skrivare.

För att kunna skriva ut en 3D-modell måste vi först bryta ner modellen i lager och skapa en kod som skrivaren kan läsa. Denna kod kallas g-code och innehåller information som position och hur mycket material som skall pressas ut. Senare bygger skrivaren ut modellen lager för lager tills modellen har format. Det finns många användningsområden för 3D-skrivare, men de första kommersiella skrivarna var byggda för att kunna producera snabba prototyper. Förutom de varianter som redan har nämnts finns det även en hel del andra special 3D-skrivare som Direct Metal Deposition (DMD), Direct Metal Laser Sintering (DMLS), Electron Beam Melting (EBM), Laser Consolidation (LC) och Multi-Jet Modelling (MJM). Dessa tänker jag inte berätta desto mer om i detta arbete.

Som sagt så finns det många användningsområden för 3D-skrivare, rapid prototyping är en av dem men det är bara ett av flera användningsområden. I slutet av 1990-talet började man forska i att använda 3D-skrivare inom medicin och tidigt inne i 2000 kunde forskare vid Wake Forest Institute for Regenerative Medicine skriva ut en miniatyr av en funktionerande njure som kunde filtrera blod och producera urin vid djurtester. Efter detta har man forskat vidare och kunnat skapa proteser snabbt och billigt som är specialgjorda för patienten. Andra organ med mera har även man lyckats skapa.

Inom mode har man också börjat använda sig av 3D-skrivare för att göra specialgjorda skor, smycken, glasögon samt andra accessoarer. Musik och matindustrin har också hittat till 3D-skrivare. (Stokes 2013: s. 22-30)

2.4 Presentation av 3D-modelleringsprogram

I dagens läge finns det flera bra 3D-modelleringsprogram ute på marknaden, allt från sådana som endast finns online till avancerade CAD-program som används för att bygga rymdfarkoster. Med alla dessa program kan det vara svårt att välja något om man inte har någon erfarenhet med 3D-modellering eller CAD-ritning. Det finns flera bra online baserade CAD-program som har börjat dyka upp under de senaste åren, några av dem är Tinkercad och Onshape. Nybörjarprogram som kräver en installation finns det också gott om. Några av dem är FreeCAD, OpenSCAD, SketchUp och såklart 123D. Sen har vi program som AutoCAD, Fusion360, Solidworks mm. Dessa program används vid mer avancerade CAD-ritningar.

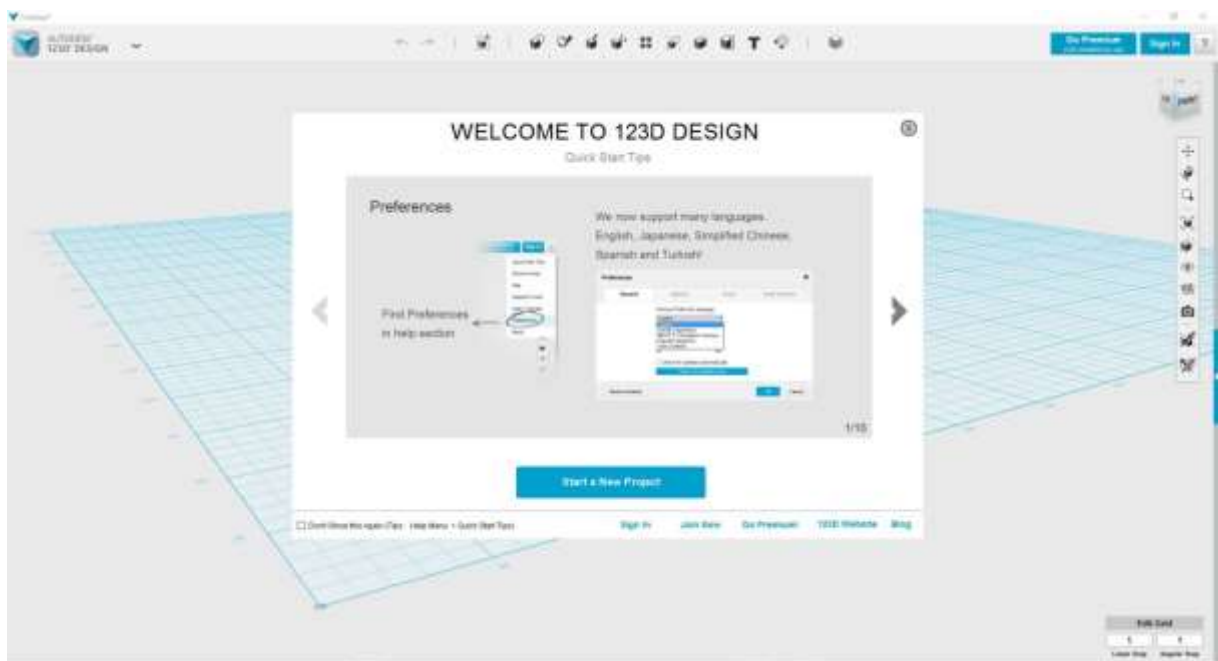
De program jag har valt att se på är 123D och Fusion360, eftersom de är produkter från AutoDesk och är relativt olika trots att de kommer från samma företag. Jag vill ta med er på en djupare titt över hur det grafiska användargränssnittet ser ut i de båda 3D-modelleringsprogrammen och försöka förstå hur de fungerar. Steve Jobs brukade säga ”Design är inte vad det ser ut som, design är hur det fungerar” (New York Times). För att ta reda på hur programmets användargränssnitt fungerar skall jag närma mig frågan rent praktiskt.

Ett bra användargränssnitt skall ha en minimalistisk design, där designen är simpel och klar. Fokuset skall ligga på det viktiga för användaren och inte distraheras av onödiga funktioner och fönster. Man skall också tänka på att vem som helst skall kunna använda funktionerna. Ett bra program skall också vara förlåtande, man skall enkelt kunna ångra något man tidigare har gjort. (Lal 2013: s.8)

2.4.1 123D design

123D är egentligen ett paket med program för 3D-modellering. Paketet innehåller bland annat 123D Catch, Circuits, 123D Make och 123D Design. I detta kapitel kommer jag dock endast fokusera på 123D Design som är paketets motsvarighet till Autodesk's Fusion 360 och Tinkercad.

På 123Ds Youtube-kanal finner vi en spellista med 8 videon som går igenom de mest grundläggande verktygen för att komma igång med din modelleringsprocess. Man går bland annat igenom hur man rör sig omkring i dimensionerna, skapar primitiver samt skisser, hur man flyttar och sammanlänkar objekt och så går man även genom kanter, ytor och punkter och hur vi kan använda dom för att skapa komplicerade modeller.



Figur 5. 123D Start tips

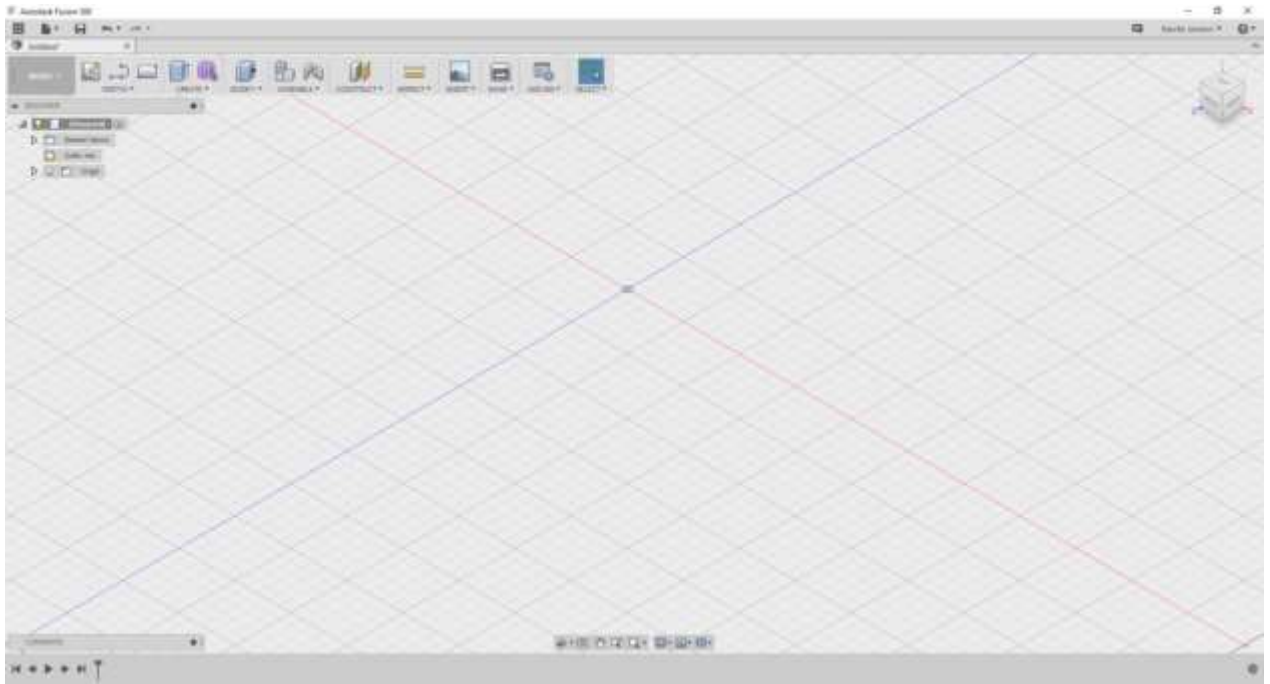
När man öppnar 123D Design möts man av ett snabbt tips fönster (se figur 5), detta fönster lär ut hur man ändrar inställningar, hur man rör sig i den tredimensionella världen och hur man sparar sina modeller. Ett nytt dokument öppnas efter att man stänger startmenyn och man välkomnas till ett rutmönster som vi kallar för byggplattform.

För att röra sig omkring i den tredimensionella världen kan vi använda oss av höger musknapp och skrollhjulet på musen. Höger musknapp roterar kameran medan skrollhjulet flyttar dig fram och tillbaka. För att zooma in så använder man skrollhjulet. Högst upp i fönstret hittar vi en slags snabbmeny med verktyg för att skapa 3D-modeller. Längst till vänster finner vi Autodesk's logo och en dropdown meny som ser ganska standard ut för vilket program som helst. Där kan man spara, öppna och skapa nya dokument. I mitten finns verktygsmenyn där man bland annat hittar verktyg för primitiver och skisser, mer om de senare. Längst till höger finns inloggningsmöjligheter för att spara dina modeller på Autodesk's server för att sen kunna logga in på vilken dator som helst och komma åt dina modeller. Under inloggningsknapparna ser vi en kub som används för att navigera sig i den tredimensionella världen. Denna kub kan användas istället för musknapparna och är ett lätt sätt att snabbt hitta tillbaka ifall man har tappat bort sig i dimensionerna. Nedanför vår navigeringskub finns ännu en meny som vi kan kalla för vykontrollpanel. Här finns verktyg för att bland annat röra sig omkring, zooma och rotera kameran.

2.4.2 Fusion 360

Fusion 360 är ett CAD/CAM-program som utvecklats av Autodesk. Autodesk marknadsför Fusion 360 som ett molnbaserat 3D-modelleringsprogram. Med deras molntjänst menar dom att man kan som ett team öppna samma fil och kommentera direkt på filen eller i ett kommentarfält. Eftersom Fusion 360 är molnbaserat så kan man snabbt dela versioner mellan kolleger och datorer.

Fusion 360 har liksom 123D också en egen Youtube-kanal. Dom har skapat en hel del spellistor över de år sen kanalen startades och har även skaffat många följare. I spellistorna finns bland annat listor för hur man börjar använda Fusion 360, tips på modellering, 3D-utskrifter och även en spellista med videon hur deras användare kan använda sig av Fusion 360.



Figur 6. Fusion 360

När man öppnar Fusion 360 kommer man genast in i ett nytt dokument där man ser ett rutmönster som utgör vår byggplattform. Längst ner på vårt fönster finns en tidslinje som där alla våra ändringar kommer att finnas, med tidslinjen kan man gå tillbaka till den tiden när man gjorde en ändring eller skapade en figur. I vårt högra övre hörn finns navigeringskuben som kan förflytta kameran till olika vinklar och om vi högerklickar på den så får vi upp en meny där vi kan ändra vår vy från ortografisk vy till perspektiv vy. Till vänster finns en meny med verktyg som vi kan använda för att verkställa våra modeller, vi kan göra dem på två olika sätt. Det vanligaste sättet att göra modeller i Fusion 360 är att börja med en skiss, som egentligen bara är en tvådimensionell bild av hur vi vill att modellen ska se ut. Efter att vi har gjort vår skiss så kan vi dra ut på skissen så att vi får en tredimensionell modell. Det andra sättet är att skapa en modell med hjälp av primitiver, vilket känns mer som en skiss som dras ut genast. Inbyggt i Fusion 360 finns också hjälpmedel för att skapa gängor till skruvar till olika storlekar vilket underlättar eftersom man själv inte måste räkna ut hur gängorna skall se ut för olika sorters skruvar. En praktisk funktion i Fusion 360 är deras inbyggda konverterare för 3D-skrivare. Den tar modellen och skapar ett rutmönster som senare exporteras ut till STL som kan läsas av en så kallad "slicer" som delar upp modellen i lager som 3D-

skrivaren senare kan läsa. Fusion 360 har även ett eget bibliotek med plugins, både gratis och betal plugins som kan underlätta arbetet.

3 FRAMSTÄLLNING AV 3D-MODELLEN

På grund av hur en FDM skrivare skriver ut modeller så finns det en del saker man måste ta i beaktande när man skapar sina modeller. Eftersom jag själv använder mig av en FDM skrivare så har jag i det här kapitlet valt att fokusera på de regler man måste se till att man följer vid modellering för just den här typen av 3D-skrivare.

Materialet man skriver ut med har väldigt stor betydelse. De vanligaste materialen i en FDM skrivare är ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) och PLA (PolyLactic Acid). Både ABS och PLA är termoplast, vilket betyder att när de blir upphettade så blir dom mjuka och formbara, när de sedan kyls ner så stelnar plasten igen. Denna process kan upprepas flera gånger och därför ser vi ofta denna typ av plast på en daglig basis.

Det finns såklart många fler termoplaster än enbart ABS och PLA, men väldigt få används för 3D-skrivning. För att en termoplast skall användas för 3D-skrivning så behöver den klara tre test för att bevisa sig lönsam. För det första så måste den kunna göras till plasttråd, för det andra så måste den gå att pressas ut och klara av att fästas i sig själv. Slutligen så skall plasten också vara lämplig för slutanvändning som ett 3D-föremål.

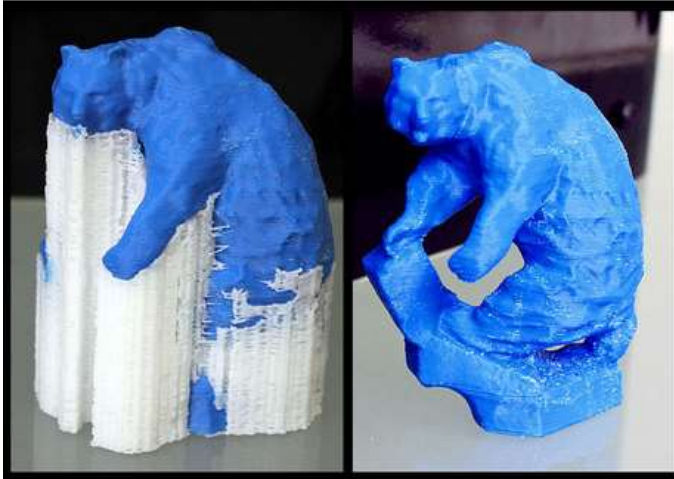
Skillnaden mellan ABS och PLA är deras olika egenskaper. ABS ett starkt, flexibelt material som klarar av högre temperaturer, därför används det oftast vid modeller som skall användas vid något praktiskt. Eftersom det skall klara av högre temperaturer så måste man också använda sig av en högre temperatur när man skriver ut en modell med detta material, man behöver också en värmd yta att skriva ut på för att inte kyla ner plasten för snabbt eftersom det annars skruvar ihop sig. PLA behöver varken en hög temperatur eller värmebord för att vara effektivt, men den är inte lika stark som ABS. Om man har rätt kylning när man skriver ut med PLA så kan man få snabbare utskriver, lägre lager höjd och skarpare hörn. Eftersom PLA är väldigt lätt att skriva ut med så har det blivit väldigt populärt bland hemanvändare, hobbyister och skolor. (ProtoParadigm)

Eftersom man skriver ut modeller i lager så finns det en hel del vi måste tänka på när vi designar för FDM-skrivare.



Figur 7. Bridging. Ultimaker.

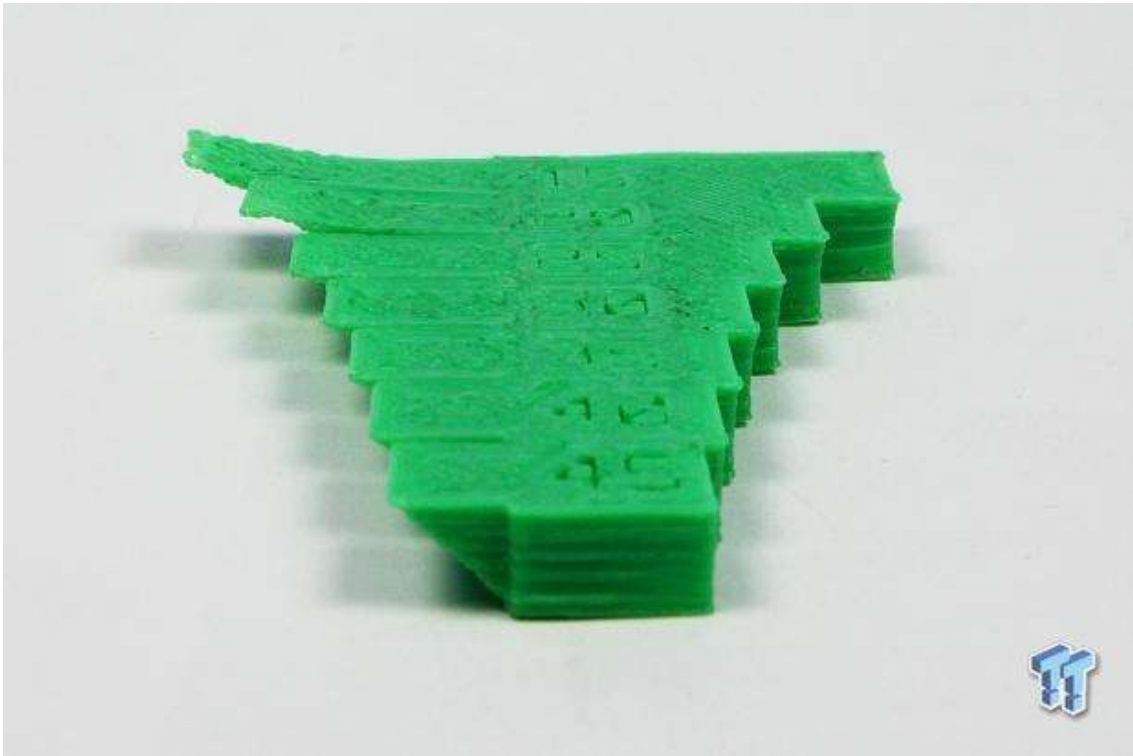
Ett problem som vi kan stöta på när man modellerar är ”bridging” eller överbryggande. Detta förekommer när skrivaren skriver ut mellan två stödpunkter eller fästpunkter. Eftersom man inte har något slags stödmaterial för utgångsskiktet så printar man en brygga över mellanrummet, i det här fallet brukar materialet sjunka ner. Bryggor förekommer i horisontella hål och topplagret (taket). För att reducera risken för sjunkande överbryggor kan man använda sig av stödmaterial som lätt kan brytas bort i efterhand. Stödmaterial kan byggas upp i form av tunna pinnar eller i ett rutmönster som printas utanför själva modellen.



Figur 8. Användning av stödmaterial. (Maker Network)

Vertikala hål kan också skapa problem, oftast är de printade för små. När man använder sig av en FDM skrivare så trycks plasten ut så nära föregående lager som möjligt för att få så bra fäste som möjligt. När man printar ett vertikalt hål trycks plasten oftast ner så pass mycket att diametrarna för hålet oftast blir för litet. I de flesta fall brukar programmet som man delar upp sin modell i lager ta i beaktande detta och gör hålet lite större, men för att uppnå bästa möjliga noggrannhet så kan det krävas att man kalibrerar sin skrivare för just den här typens problem. Om man ändå inte får den diameter som önskas så rekommenderas det oftast att man själv borrar ut hålet till rätt diameter.

Överhäng är också ett problem, och det här är kanske det största problemet för 3D-skrivare, speciellt FDM-skrivare. Överhäng uppstår när ett lager bara delvis skrivs ovanpå det tidigare lagret.



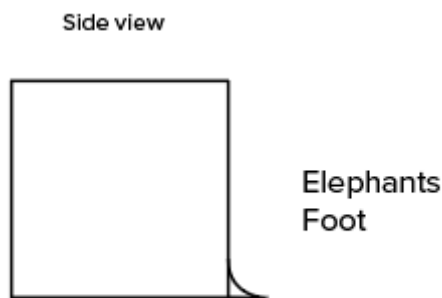
Figur 9. Överhäng i olika vinklar. TweakTown.

När en skrivare inte klarar av att skriva ut överhäng blir modellen oftast trådig eller så kurrar den ihop sig (se fig.9), detta resulterar oftast i att utskriften blir oanvändbar och man hamnar börja om med utskriften.

För att undvika att utskriften förstörs kan man se till att alla vinklar är större än 45 grader, om man ändå behöver skriva ut i under 45 grader kan man använda sig av stödmaterial, men det resulterar oftast i märken i utskriften.

Eftersom en FDM skrivare använder sig av ett munstycke som är cirkulärt, får hörn och kanter en radie som är lika stort som munstycket. Det betyder alltså att man aldrig kan skriva ut en perfekt fyrkant.

När skrivaren skriver ut första lagret pressas det oftast närmare byggplattformen, vilket resulterar i att ytan blir större på det lagret. Effekten av detta kallas för en "elefantfot".



Figur 10. Illustration av en elefantfot. 3Dhubs.

Den här typen av problem går att undvika om man använder sig av en ”raft”. En ”raft” är ett extra lager som byggs upp för att först och främst göra en större yta på utskriftsytan. Ju större yta på utskriftsytan, desto bättre sitter modellen fast. ”Raften” kan också användas för att eliminera just elefantfötter. Genom att skriva ut en ”raft” på några lager elimineras möjligheten till elefantfötter eftersom modellens första lager inte behöver pressas ner direkt på utskriftsytan.



Figur 11. En raft för att eliminera elefantfötter.(Makerbot)

För större modeller där man normalt skulle använda sig av stödmaterial kan man istället dela upp modellen i flera delar och senare limma ihop dem för att undvika att man slösar plast på onödigt stödmaterial.

När man skriver ut modeller som består av hål skall man alltid försöka skriva ut modellen så att hålen står vertikalt eftersom det annars kan krävas stöd för att hålla upp dem, men stödmaterial i hål kan vara väldigt svåra att få bort. Ifall man har flera hål i

olika vinklar skall man prioritera de största hålen och vända dem vertikalt eftersom man kan oftast skriva ut mindre hål utan.

Eftersom FDM skrivare bygger i lager så måste man tänka på hur modellen skall användas. Varje lager är modellens svagaste punkt och detta bör tas i beaktande när man modellerar, därför försöker man orientera modellen så att en så stor yta som möjligt kan ta största delen av stressen som kan uppstå på en utskrift. (3D Hubs)

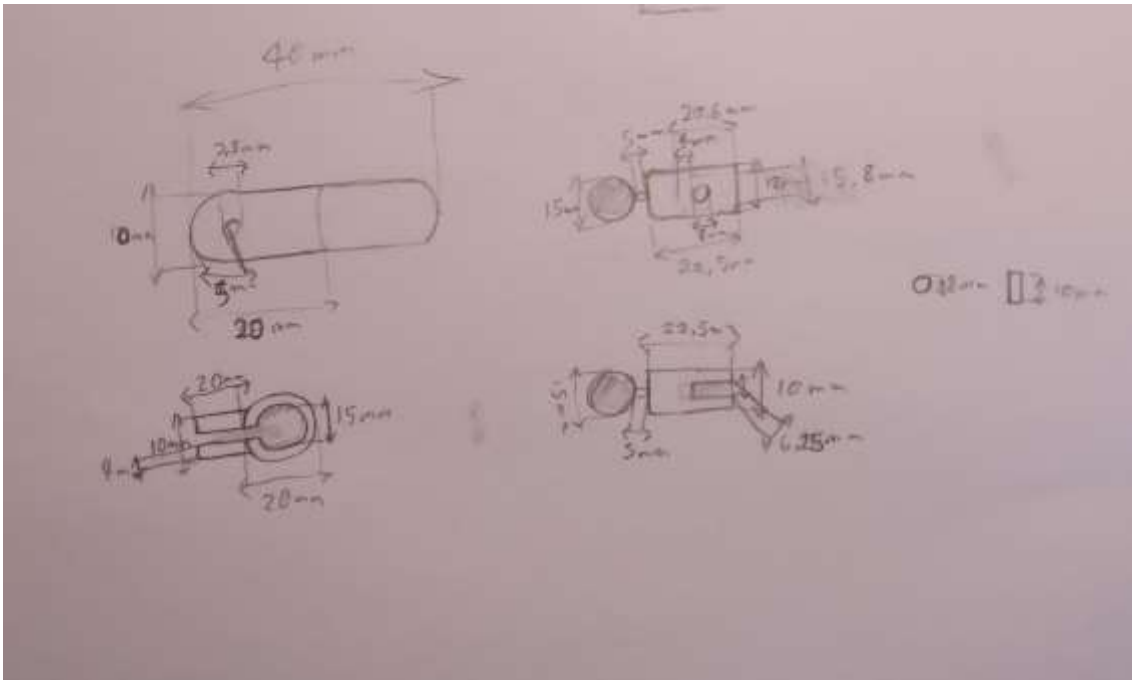
3.1 Planering av 3D-modellen

För att lättare kunna jämföra programmen jag valt att göra samma modell i båda programmen, eftersom jag inte modellerat i något program tidigare så kunde jag få en bild av hur processen ser ut för en nybörjare som inte har en bakgrund inom 3D-modellering.

Som modell har jag valt att skapa en hållare som skall fästa en mikrofon ”shockmount” till ett lampstativ.

Jag började med att skissa upp på ett papper hur jag ville att min modell skulle se ut. För att underlätta och garantera att mina delar skulle passa ihop så mätte jag allt och skrev också ner alla mått på pappret, detta gör det förhoppningsvis lättare att göra modellen identisk i båda programmen. Redan i det här skedet är det viktigt att tänka på hur en FDM-skrivare hanterar modellen. Vi måste bland annat tänka på var största stresspunkten är och hur lagrens orientering påverkar hur stark modellen blir. En annan sak att ta i beaktande är vilken vinkel modellen skall skrivas ut.

Det finns många sätt att påbörja modelleringssprocessen. En del börjar med att skissa upp på papper hur modellen skall se ut medan kan modellera direkt från huvudet till programmet. För att underlätta och försäkra mig om att jag skapar en identisk modell i båda programmen skissade jag ner mina funderingar på papper och skrev ner alla mått. Även om modellen ändras i modelleringsskedet så kan jag skriva ner de nya måtten på pappret.



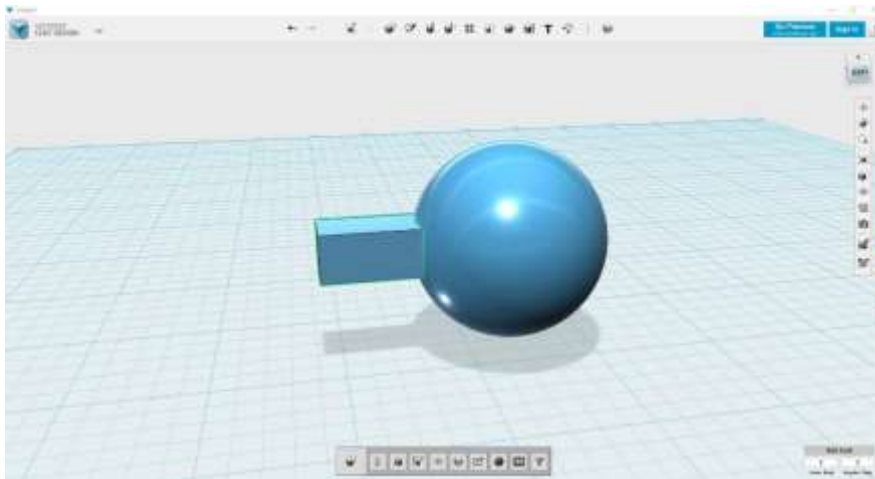
Figur 12. Skiss av modell

Efter att jag gjort skissen så kunde jag påbörja själva modelleringsprocessen. Jag valde att börja med 123D Design eftersom det programmet är riktad till nybörjare och inte har massor med avancerade funktioner.

3.1.1 Modelleringsprocess 123D Design

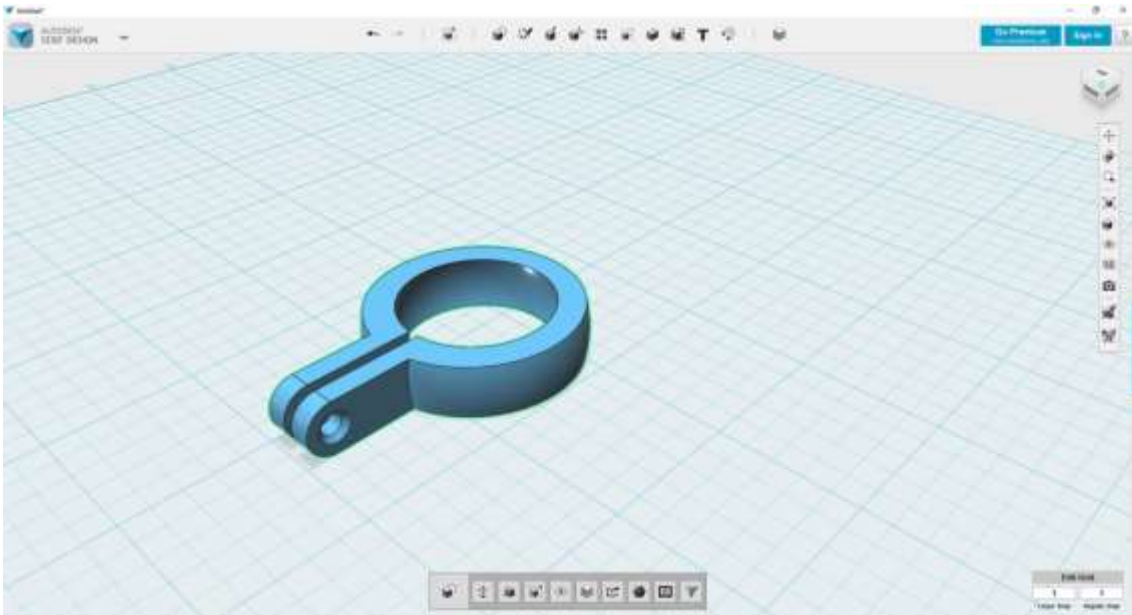
Den modell jag valt att skapa innehåller två olika kroppar, en hållare som skall klämma fast en kula samtidigt som den klämmas fast vid ett stativ och en kropp som innehåller kulan samt en hållare för en "shockmount" för en mikrofon.

För att underlätta upplärningsprocessen så byggde jag upp modellen endast med primitiver.



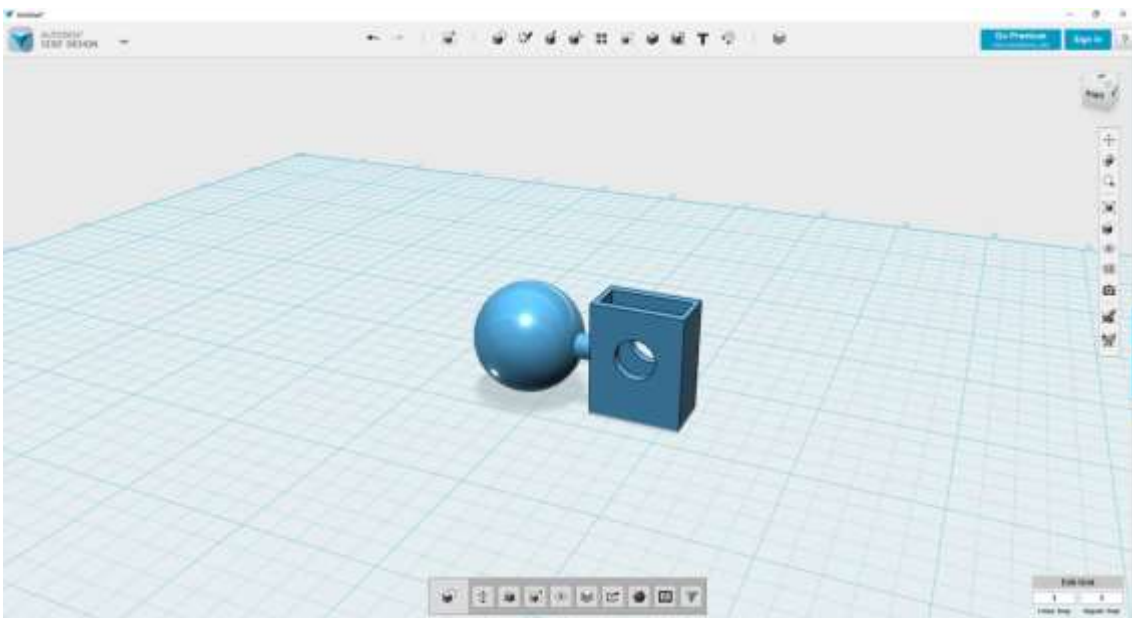
Figur 13. Två primitiver

Den första delen av modellen kunde byggas upp med en box och en sfär. För att göra det möjligt för modellen att knipa fast en kula, skar jag av sfären så att sfären blev lika hög som boxen. Detta gjorde jag genom att lägga till en box som var större än sfären och använde mig av verktyget "subtract". Utformningen för kulan som den här delen skall hålla fast gjordes genom att göra en sfär som är en millimeter större i diameter än den kula som används i andra delen, sen placeras den i mitten av hållaren och tas bort med verktyget "subtract". Anledningen till varför hållarens "hål" är större beror på att FDM skrivare oftast inte gör exakt de mått man har räknat med, detta kan resultera i att delen annars skulle spricka sönder. Jag satte även in en "fillet" som gjorde kanten på boxen lite mjukare, den har ingen påverkan på modellen annat än att den ser snyggare ut.



Figur 14. Första delen av modellen är färdig

Den andra delen av vår modell kräver lite fler funktioner, men annars byggs den också upp med samma sorts primitiver. Det enda som skiljer sig i denna del är att vi har satt till en cylinder för att hålla fast kulan och boxen och att vi skapade en kopia av fästet till ”shockmounten” som vi senare subtraherade från vår box.



Figur 15. Andra delen av modellen

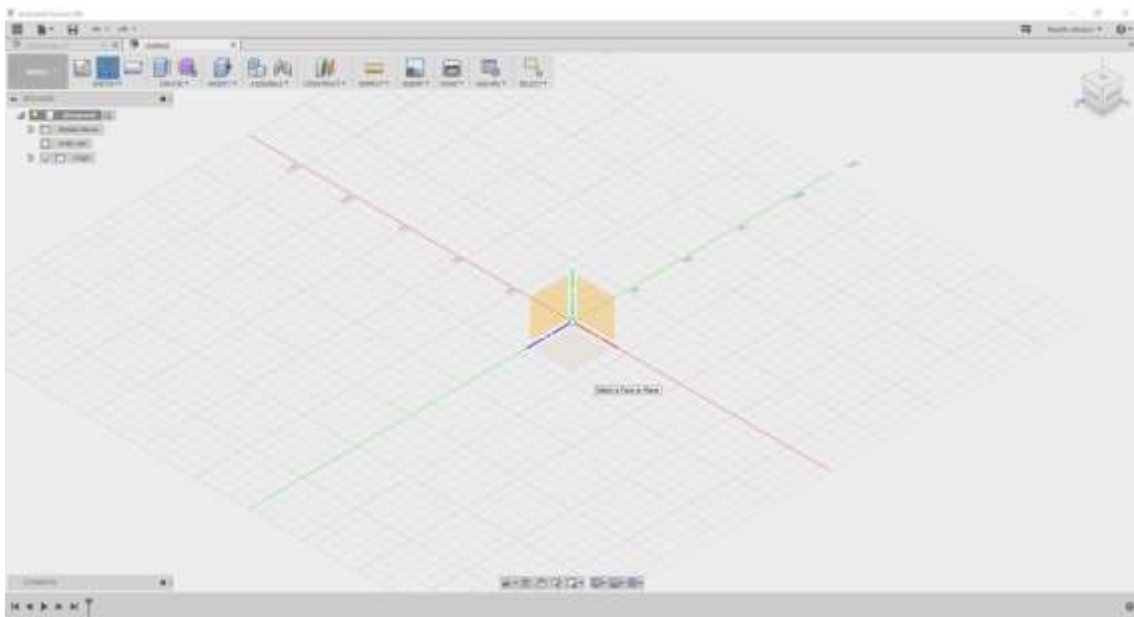
3.1.2 Modelleringsprocess Fusion 360

I Fusion 360s introduktionsvideo förklarar man skillnaden mellan modellering med primitiver och skisser. Medan man kan göra modellen i primitiver så föreslås det att man skall använda sig av skisser eftersom man kan enklare ändra modellen i efterhand samt att man har större frihet när det kommer till modellerandet.

Eftersom det är första gången jag använder mig av Fusion 360 ville jag prova att modellera med hjälp av ”sketchverktyget” för att se hur stor nytta man egentligen har av att modellera med skisser över primitiver.

När man modellerar med en skiss gör man bara en översikt av modellen i 2D till en början, efter det drar man ut modellen ur skissen man just gjort. Det är i det här skedet man börjar forma sin modell som den skall se ut.

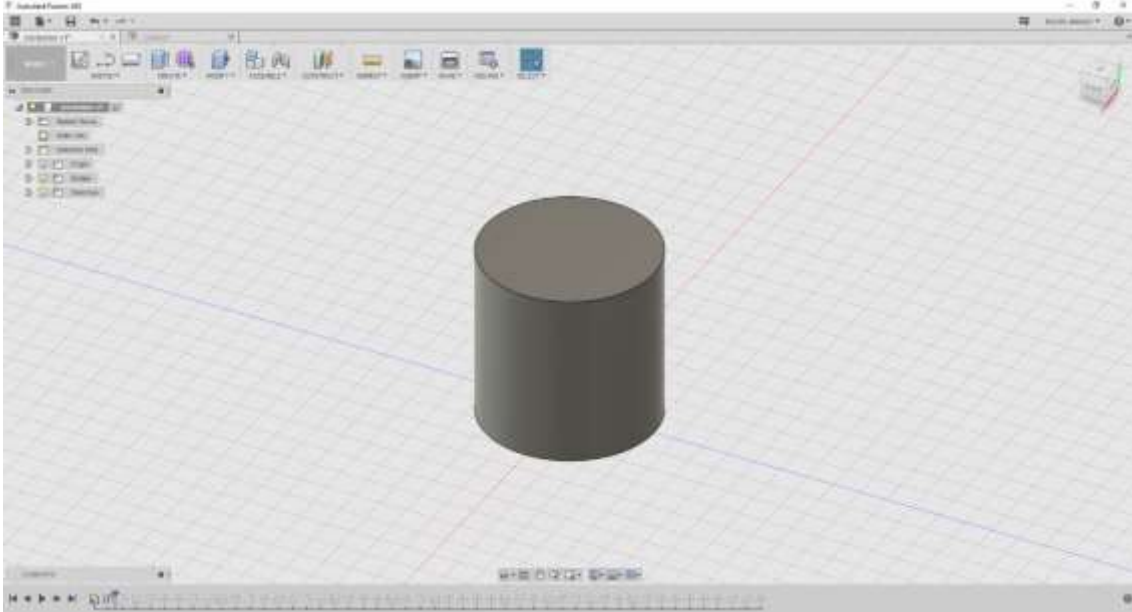
Med hjälp av Fusion 360s tidslinje kan man alltid gå tillbaka och ändra på inställningar man har gjort när som helst.



Figur 16. Sketch layout

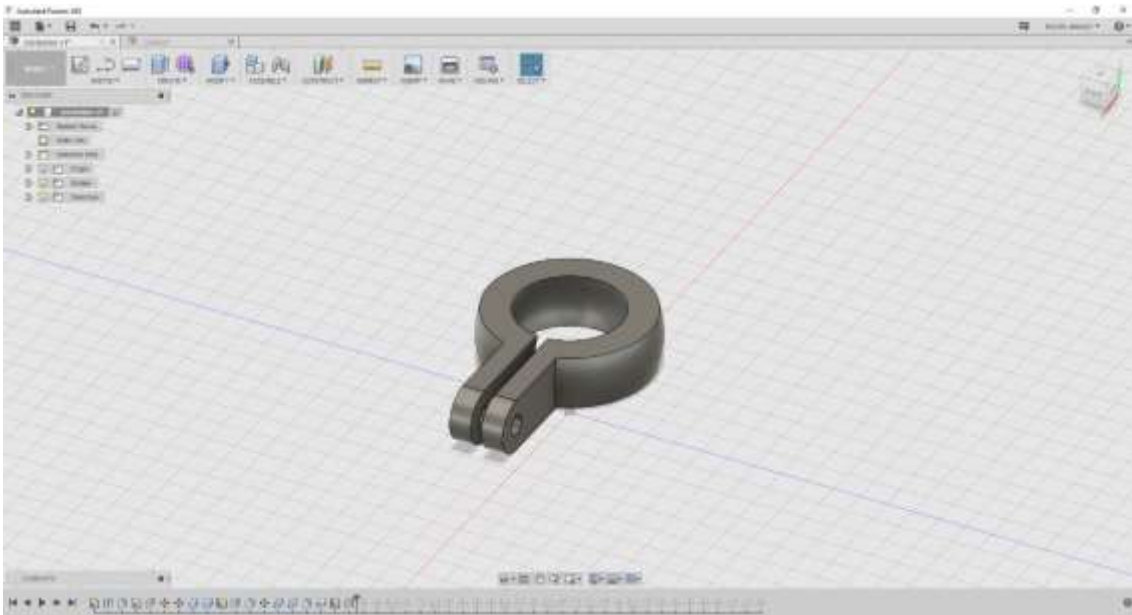
”Sketchverktyget” finns uppe till vänstra hörnet, där man väljer att skapa en skiss, linje eller rektangel. Om behovet finns så hittar man också en ”dropdown” meny här för

bland annat cirklar, polygoner och text. När man har valt ett "sketch" verktyg så vill Fusion 360 veta vilken axel man har tänkt göra skissen på, detta visualiseras genom att sätta tre rutor i mitten av byggplattformen. Beroende om man har valt z, y eller x axeln så visas den valda axeln med en blå rektangel medan de andra ytorna visas med en orange rektangel.



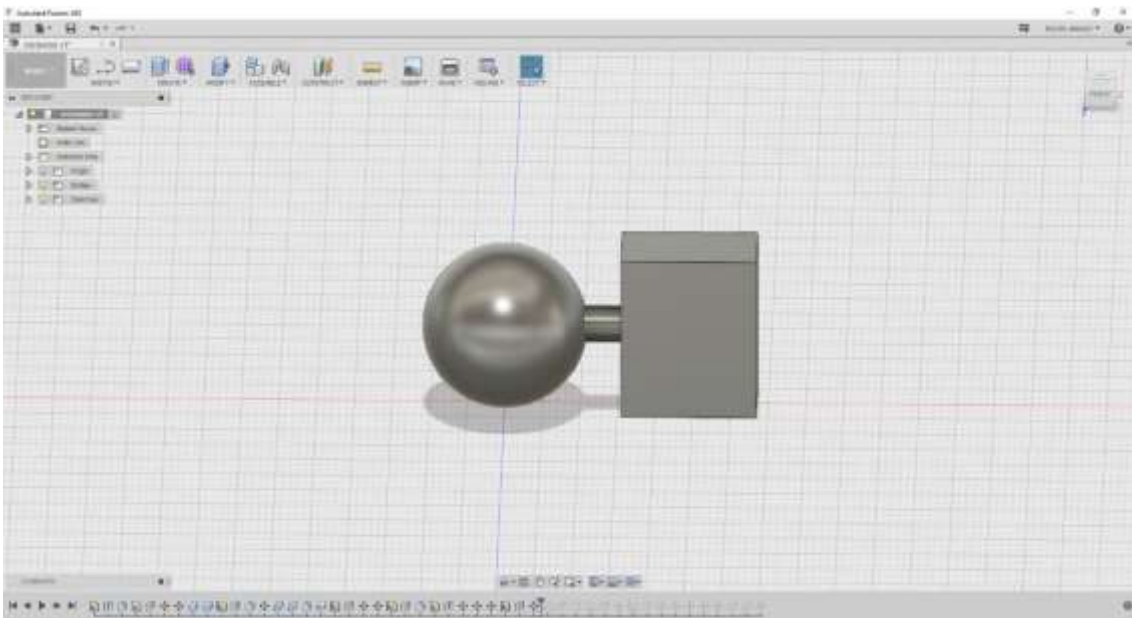
Figur 17. Cylinder från skiss

Jag valde att göra en cirkelskiss att börja från och sedan skala av material till en sfär. För att få den form som behövdes till hållaren så gjorde jag sen en kub och placerade den till sfären. För att få in kulan i hållaren så behövdes modellen skalas ner till 10 millimeters höjd. I detta skede kunde jag göra en mindre sfär för att göra utrymme för den kula som skall sitta fast i hållaren. För att ta bort material så att man får in kulan i hållaren placerades sfären i mitten av hållaren, sen använder man sig av funktionen "cut" för att ta bort material. Nästa steg blev att göra hål för skruven samt en utformning för att klämma fast kulan.



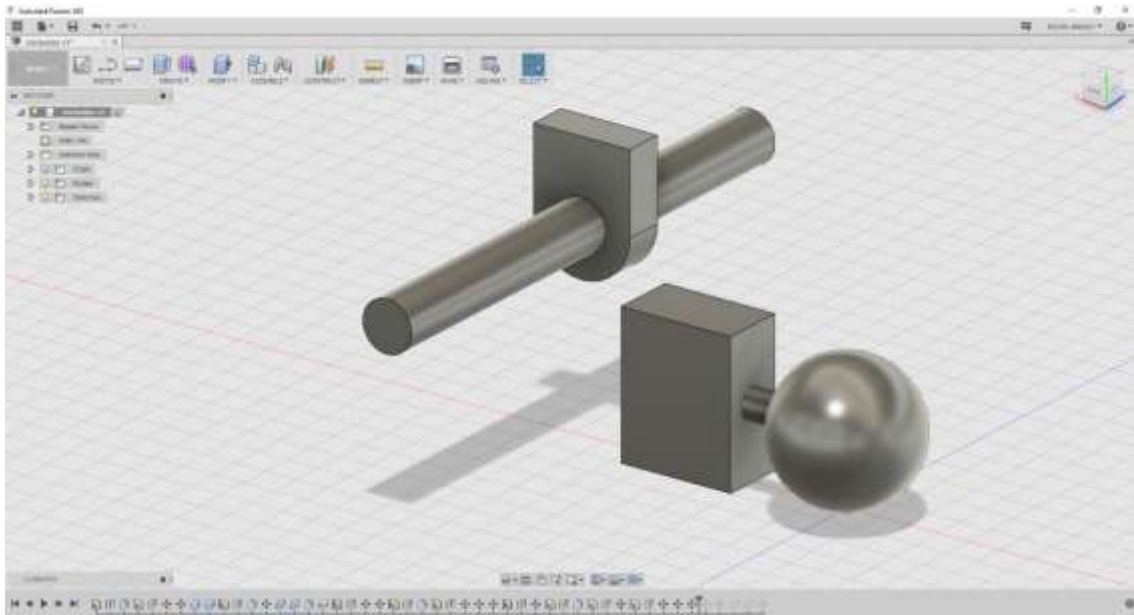
Figur 18. Hållaren färdig i Fusion 360

Den andra delen av min modell utgörs av en sfär, en cylinder och kub med en utformning för ”shockmounten” till mikrofonen. Lika som i 123D design så började jag med sfären och byggde modellen därifrån.



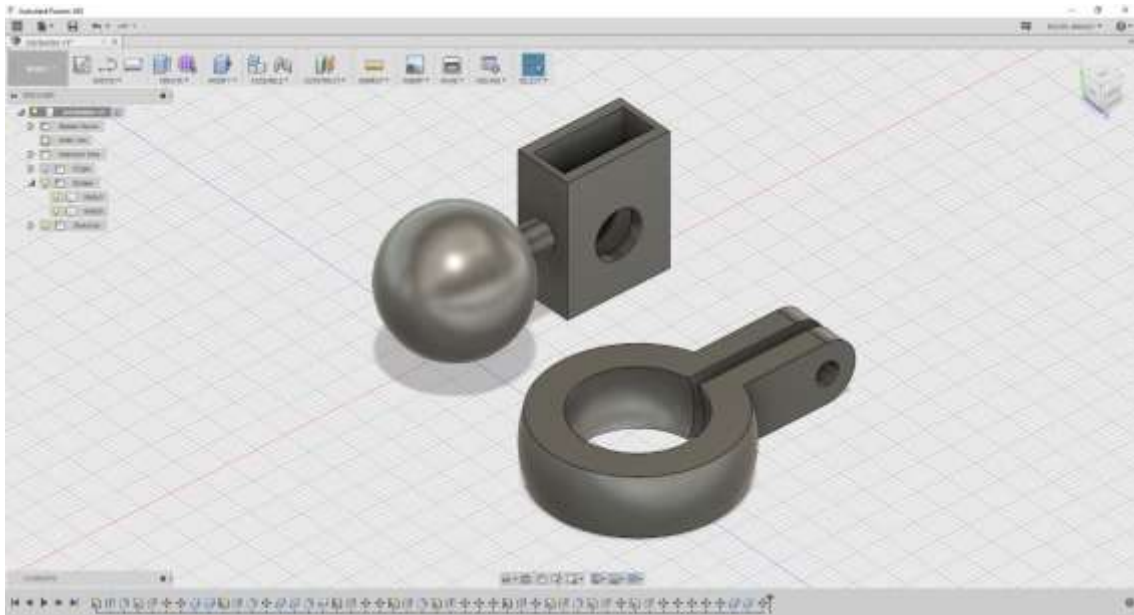
Figur 19. Andra delen av modellen ihopbyggd.

Efter att modellen byggts ihop så kunde jag göra en återspeglning av hur ”shockmounten” ser ut för att kunna göra utformningen i min modell.



Figur 20.

Bara en liten del av ”shockmounten” behövdes, därför gjorde jag bara så mycket som jag behövde. För att fästa ”shockmounten” i min hållare så gjordes en pinne som går rätt genom ”shockmounten” och hållaren så att man kan använda sig av en pinne för att låsa fast dem. Efter att modellen av ”shockmounten” gjordes så kan vi placera in den i vår hållare och ta bort det material i hållaren så att vi får en utformning i hållaren. I Fusion 360 använder man sig av ”combine” som finns under ”modify” menyn, i ”combine” vill vi använda oss av funktionen ”cut” för att skära bort ”shockmountens” del från vår hållare.

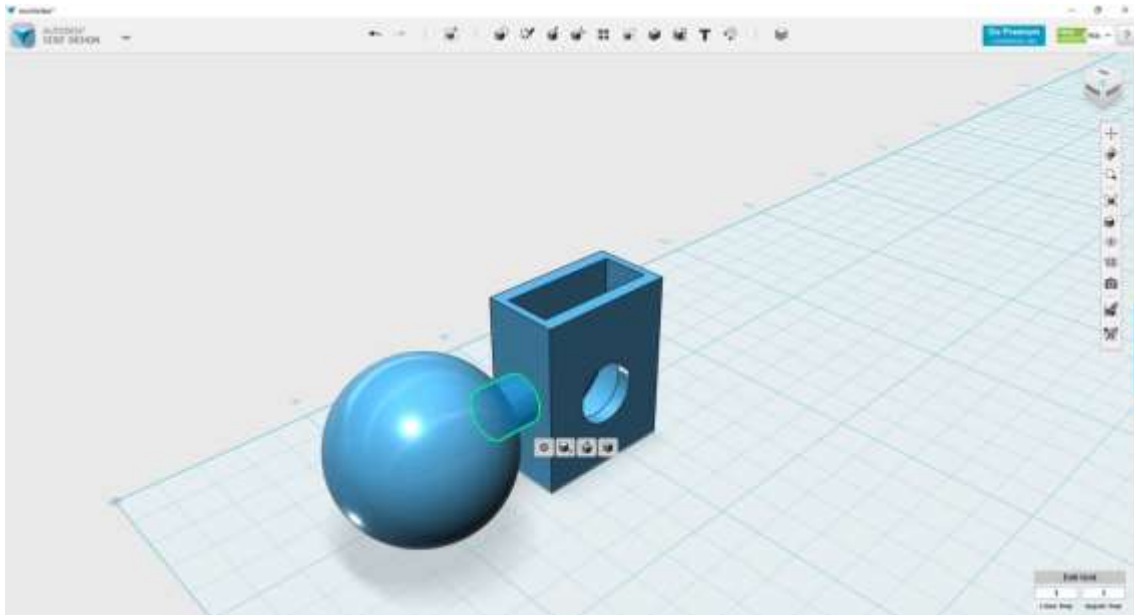


Figur 21. Färdig modell i Fusion 360

3.1.3 Ändringar i modellen

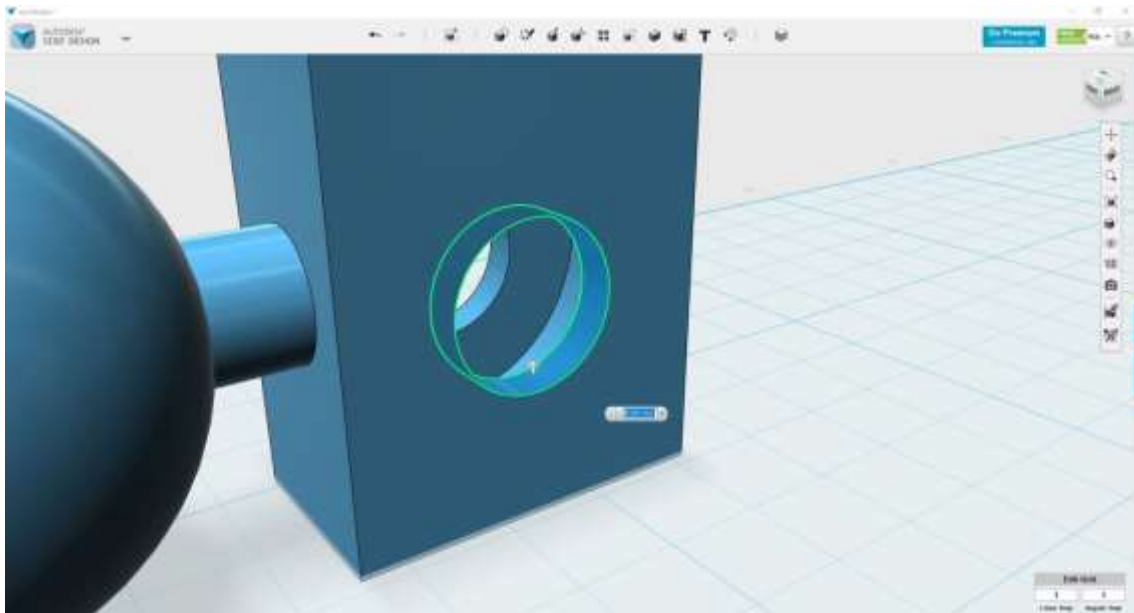
Risken finns alltid att man har missat något eller slagit in fel mått på ett hål, längden på en yta eller diametern på en kula. Då detta händer är det viktigt att man kan gå tillbaka för att ändra på små misstag. Ifall man inte kan ändra på enskilda ytor hamnar man oftast börja om från början, men i både 123D design och Fusion 360 kan man ändra på olika värden så länge som man har filen sparad i ett format som dessa program kan läsa.

I 123D design kan det vara lite knepigare att modifiera sin modell, men så länge som man inte har kombinerat objekten så kan man ännu byta plats på ytor, ändra storlekar osv. I detta fall blev pinnen mellan kulan och "shockmount" hållaren för liten och den höll inte. Så då kan vi gå in i 123D igen och ändra på diametern av pinnen.



Figur 22. Ändra storlek i 123D

När vi klickar på den yta eller primitiv vi vill ändra kommer det upp ett kugghjul med olika verktyg för att ändra på värden. I detta fall vill vi använda oss av "press/pull" för att göra pinnen större. Det är inte bara hela objektet man måste ändra, ibland vill vi bara ändra en kant eller storleken på ett hål.

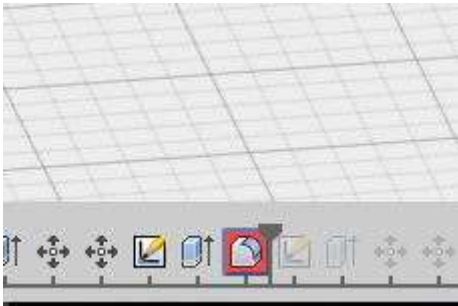


Figur 23. Ändra storlek på hål i 123D

På samma sätt som vi ändrar ett helt objekt kan vi också ändra storleken på hål. När vi har valt att ändra något kommer en liten pil fram och en ruta där man kan skriva in hur många millimetrar vi vill ändra. Vi kan till och med ändra position på hålet om så behövs.

I Fusion 360 är det ännu enklare att gå tillbaka för att göra ändringar på sin modell. Med hjälp av tidslinjen som finns längst ner på sidan kan man gå tillbaka till precis vilket steg som helst i modelleringsprocessen. Även efter att man har stängt programmet och kommer tillbaka senare kan man gå tillbaka i tidslinjen. Den här funktionen hjälper massor när man jobbar med ett större projekt.

Det man måste tänka på när man gör ändringar i tidslinjen är att alla andra inställningar man har gjort senare kommer förbli så till man ändrar dem. Detta kan skapa problem om man till exempel har gjort en ”fillet” på en yta som senare görs mindre, i vissa fall kan ”filleten” bli för stor och kommer inte kunna visas, då räknas den bort och det steget visas med röd bakgrund i tidslinjen (se figuren nedan).



Figur 24. Error i tidslinjen.

Till största delen görs ändringar i Fusion 360 lite liknande till 123D. Det enklaste sättet är att klicka och välja den ytan eller kanten man vill ändra på och högerklicka för att få upp en snabbmeny med de mest användbara verktygen. Om det verktyg man behöver inte finns i snabbmenyn kan man alltid gå upp till menyraden och välja därifrån.

4 JÄMFÖRELSE

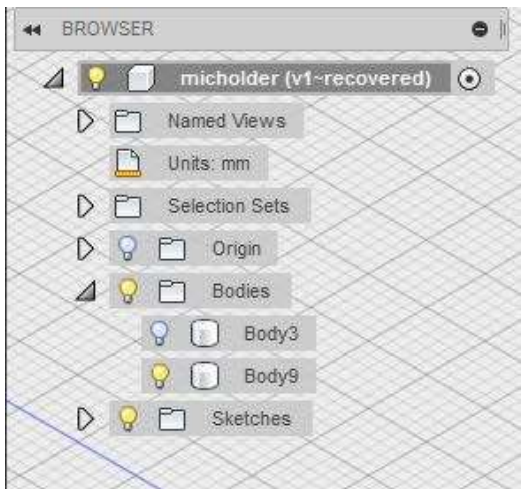
Syftet med jämförelsen är att få en klarare bild över hur programmen fungerar, vilka verktyg som finns att användas och hur modelleringsprocessen skiljer sig. Jag kommer visa på vilket sätt användningen av verktygen skiljer sig.

Det första jag reagerade på när jag startade båda programmen var hur stor skillnad det var i användargränssnittet. I 123D finns verktygen katalogiserade med endast ikoner, det är först när man för musen över dem som det står vad de olika ikonerna står för. I Fusion 360 har man valt att gå en annan riktning med ett mer Microsoft Word liknande gränssnitt. Verktygen finns illustrerade som ikoner men är indelade i olika kategorier med namn i nedre kanten. Om det är något verktyg man använder sig mycket av i Fusion 360 kan man sätta fram det i huvudmenyn så att man kan klicka på den snabbt utan att gå in i undermenyn och söka den därifrån.

I både 123D och Fusion 360 har Autodesk valt att använda sig av navigeringskuben som ger en klarare bild över vilken axel man ser på. Kuben fungerar på samma sätt i båda programmen och är ett enkelt sätt att hitta rätt sida på sina modeller. Om man högerklickar på båda kuberna får man upp en meny för att ändra från ortografisk till perspektiv vy, i Fusion 360 finns och en del andra alternativ för mer avancerade ändringar i hur man ser på modellen, men till största delen ser kuberna lika ut i båda programmen.

Fusion 360 använder sig av något som dom kallar för browser och den innehåller objekten som man har skapat i dokumentet. Alla skisser finns i en mapp och alla kroppar finns i en annan. För att göra det enklare att modellera kan man dölja olika delar av sina modeller för att kunna koncentrera sig bättre på den modell man justerar just då. I 123D finns ingen lista över de olika delar man har byggt, men man kan gömma modeller genom att markera den modell man vill gömma och välja "hide" i menyn som kommer upp när man markerat objektet. När man i 123D har gömt ett objekt kan man inte veta i ett senare skede om det finns något mer objekt än de som

syns på plattformen. Fusion 360s browser berättar om ett objekt är gömt eller ej. Om ett objekt är gömt i Fusion 360 ser man det i browsern som en glödlampa som är släckt, glödlampan är tänd om objektet är synligt på plattformen.



Figur 27. Fusions browser.

Båda programmen är molnaktiverade, det vill säga att man kan spara alla modeller man gör på datorn eller välja att ladda upp dem på Autodesk's server. Om man väljer att spara dem på "molnet" kan man logga in på vilket dator som helst och öppna modellerna där. Fusion 360 har även en app till både Android och Ios där man kan öppna modellerna för att snabbt visa dem, ha andra att se dem och kommentera modellen direkt i appen. Kommentarererna visas sedan i Fusion 360. Detta är en bra funktion som kan behövas när man är flera som jobbar på en modell eller vill visa modellen till t.ex. en kund.

En stor fördel med Fusion 360 är förstås tidslinjen som befinner sig i nedre kanten av arbetsfönstret. Tidslinjen ger oss möjlighet att gå tillbaka till vilket steg som helst i modelleringsprocessen. Eftersom vi kan gå tillbaka och modifiera vår modell i tidslinjen behöver vi inte använda oss av ångerfunktionen. Detta innebär att även om vi fortsatt modellera på en annan del kan vi gå tillbaka och ändra den föregående delen utan att behöva förlora det jobb vi gjort senare.

4.1 Jämförelse av modelleringsprocessen

Medan användargränssnittet kanske är den största skillnaden mellan programmen är funktionerna ändå den viktigaste, och där finns det många. Bortsett från tidslinjen i Fusion 360 innehåller programmet väldigt många funktioner.

När man ställer Fusion 360 och 123D bredvid varandra märker man snabbt att 123D är mer förenklat än Fusion 360.



Figur 28. 123D Meny



Figur 29. Fusion 360 Meny

Det första jag märkte när 123D öppnades och det var dags att börja modellera var att programmet är mer utformat för att skapa primitiver, vilket det gör väldigt bra. 123D ger en klar bild över primitiver som skapas och låter en specificera mått före man har placerat ner primitiven på byggplattformen. Att skapa primitiver i Fusion 360 fungerar på ungefär samma sätt som i 123D, men för att hitta primitiver i Fusion 360 måste man gå in i "create" menyn. I "create" menyn hittar vi också andra verktyg än endast primitiver, men där finns bland annat verktyg för att göra en box, cylinder och sfärer men även special verktyg för att skapa spolar och ringar. Man kan tydligt se att 123D har tänkt mer på primitiver när man öppnar primitiv menyn, där finns förutom de primitiver vi hittar i Fusion 360 också andra såsom koner, prizmer och pyramider.

Det första verktygen som finns i menyn är också primitivverktyget följt av skissverktyget som inte fungerar lika bra. Skissfunktionen i 123D känns väldigt invecklad och låter inte en göra precis det man vill. När man väl har valt skissverktyget stannar man i den vy man var, medan i Fusion 360 förflyttas man till en vy så att man ser skissen rakt uppifrån. Eftersom vyn ändrar att man ser skissen rakt framifrån är det enklare att modellera. Man ser också att Fusion 360 är mer menad att använda sig av

skisser genom att se på menyn för skisser. I skissmenyn hittar vi massor med verktyg med olika funktioner. Dessa funktioner har också förklaringar om man för musen över dem. Förklaringarna gör att man lätt förstår vad verktyget kan göra, vissa verktyg har till och med en bild för att visa hur verktyget kan användas.

När det kommer till att göra modellen tre dimensionell fungerar båda programmen lika bra. Båda använder sig av benämningen ”extrude”, man pressar alltså ut modellen från skissen. Fusion 360 har dock fler funktioner, som att pressa ut modellen åt två håll eller bara ett och sätta en konvinkel.

5 DISKUSSION OCH SLUTSATS

När jag påbörjade detta examensarbete hade jag länge hållit på med 3D-skrivare, men 3D-modellering var något jag ännu inte hunnit lära mig. I skrivande stund lades 123D paketet ner och Autodesk valde att sluta utveckla programmet. Detta gav mig en indikation att mitt ämne var väldigt aktuellt.

Båda programmen kändes väldigt lika och tankarna spred sig vidare varför Autodesk hade valt att fortsätta utveckla båda programmen så länge, just för att de påminde om varandra väldigt mycket. När jag sökte information om 123D, var det väldigt många som jämförde 123D Design med Tinkercad, som är Autodesk's nybörjar modellerare som endast finns tillgängligt i webbläsaren.

Min forskningsfråga ville veta hur modelleringsprocessen skiljer sig mellan 123D Design och Fusion 360. Utifrån ett nybörjarperspektiv och den modell jag gjorde finns det inte några större skillnader, jag fick ändå skrapa mig i huvudet några gånger när jag modellerade med båda programmen. Eftersom det är enklare att skapa modeller med hjälp av primitiver i 123D får man som nybörjare en känsla över hur det är att göra 3D modeller. Skisser i 123D kändes svåra att förstå sig på och har långt ifrån lika många funktioner som Fusion 360. När man bekantar sig med Fusion 360 via deras Youtubekanal berättar dom genast om hur man skall använda sig av skisser för att

modellera. Så för att svara på forskningsfrågan kort. Skillnaden med att använda 123D och Fusion 360 är att man i 123D hellre använder sig av primitiver medan man i Fusion 360 gärna använder sig av skisser.

När jag gjorde min forskning hamnade jag in på Autodesk's forum där det diskuterades skillnaden mellan programmen. Ett av svaren var att 123D är riktat till generell modellering och ”makers”, medan Fusion 360 skulle vara riktad till prosumenter (Schneider, K). Eftersom 123D är riktat till nybörjare och general modellering krävs därför inte massor med verktyg. Fusion 360 som är riktad till professionella kräver dock fler funktioner och verktyg.

Som sagt märker man kanske inte några större skillnader ifall man är en nybörjare inom 3D modellering. Om man kan modellera genom att använda sig av primitiver kan man använda vilket som helst av de båda programmen. Det är dock när man vill börjar göra mer avancerade modeller som 123D blir efter.

Som förväntat var att Fusion 360 skulle vara det bättre modelleringsprogrammet. Fusion 360 innehåller fler verktyg, bättre förklaringar på verktygen, bättre dokumentation och större användarbas. Användarbasen är speciellt bra när man stöter på problem som man själv inte kan lösa. I de flesta fall finns det nästan alltid någon som har stött på samma problem och genom att googla problemet kan man hitta lösningar på de flesta frågor man har.

Ännu är orsaken till varför Autodesk valt att fortsätta utvecklingen av 123D så länge oklar, eftersom 123D var ett gratisprogram, med vissa funktioner som kostade, medan Fusion 360 endast är gratis för studerande och mindre företag. Jag tror att det kan bero på att 123D Design hörde till ett större paket som innehöll andra program såsom 123 Make och 123 Catch. Nu när Fusion 360 har fått sådana funktioner finns det inte längre något större behov av att hålla kvar 123D paketet.

I Tinkercad är man konstant medveten om dess begränsningar, men i 123D ser man skillnaderna mellan 123D och Fusion 360 först när man vill börja göra mer avancerade modeller. En stor skillnad är brist på översiktsmenyn som finns i Fusion 360, den ger en

klar bild över skisser och kroppar som finns i dokumentet. ”Snap” funktionen fungerar inte heller lika bra i 123D som i Fusion 360, inte heller inspekteringsverktyget.

På grund av 123Ds begränsningar är det svårt att rekommendera det till någon som har möjlighet att använda Fusion 360 gratis. Om man inte har möjlighet att få Fusion 360 gratis finns det massor med andra gratis CAD-program som fungerar relativt bra. De flesta gratis CAD-program är relativt enkla att lära sig och ger en bra bild över hur modelleringsprogram fungerar.

Fusion 360 är som sagt gratis för studeranden och startup företag som genererar en inkomst på mindre än 100 000 \$. Detta gör att man relativt lätt kan få tag på Fusion 360 för att lära sig programmet och när man gör större vinster inom sitt företag har man lätt råd att köpa en licens till programmet.

Jag upplever att mitt examensarbete lyckats bra med att lyfta fram olikheterna i 123D design och Fusion 360. Jag hade dock önskat att det skulle vara större skillnader i modelleringsprocessen och verktygslayouten eftersom 123D design är helt och hållet gratis för vem som helst medan Fusion 360 använder sig av en prenumerationsplan där man betalar en viss summa per år för att få tillgång till programmet.

Tanken med mitt examensarbete var från en början att ge en klar bild över hur modelleringsprocessen ser ut i båda programmen, men eftersom Autodesk lade ner 123D ville jag hellre se vad som skilde sig och om det fanns funktioner i 123D som gjorde att Autodesk hade valt att vidareutveckla programmet så pass länge.

Min slutsats var att skillnaderna mellan programmen var ganska stor. Om man bara ville göra enkla modeller och inte behövde avancerade funktioner, funkar 123D väldigt bra, men till sist når man en viss punkt där 123D inte räcker till och det är där som Fusion 360 stiger in och gör livet lite enklare. 123D är ett väldigt lätt program att komma in i och utveckla sina färdigheter, men Fusion 360 är inte heller svårt att lära sig. På Fusion 360s Youtube-kanal får man massor med information om hur man skall börja. Även om den inte är komplett får man en bra översikt över hur programmet fungerar och gör

kanske användaren nyfiken på fler funktioner. Åtminstone jag blev väldigt nyfiken på alla funktioner som finns i Fusion 360 och allt man kan göra med programmet.

Jag hoppas att detta examensarbete kan ge andra en inblick till 3D-modellering och motivation att börja modellera och skapa egna saker.

KÄLLOR

Biega. 3D PRINTING – TECHNICAL REVOLUTION[www]

Tillgänglig: <http://biega.com/3d-printing.shtml>

Hämtad: 27.2.2017

CSUN. 2007. *COMPUTER AIDED DESIGN/CAD A Brief History*[www]

Tillgänglig: <http://www.csun.edu/~ji687095/618/files/assignments/03-flash/html/maini2.html>

Hämtad : 18.4.2017

Denk,T. 2002. *Komparativ metod- förståelse genom jämförelse.*

Studentlitteratur, 127s

Graphic Speak. *Autodesk updates Fusion 360 with distributed design* [www]

Tillgänglig: <http://gfxspeak.com/2015/06/25/autodesk-updates-distributed/>

Hämtad: 10.4.2017

Lifewire. 2016, *What is 3D Modeling?* [www]

Tillgänglig: <https://www.lifewire.com/what-is-3d-modeling-2164>

Hämtad: 18.1.2017

TechTarget. 2016, *What is 3D modeling?* [www]

Tillgänglig: <http://whatis.techtarget.com/definition/3D-modeling>

Hämtad: 18.1.2017

Maker Network. *3D Printing* [www]

Tillgänglig: <https://maker.tufts.edu/handbooks/3d-printing>

Hämtad: 10.4.2017

Makerbot. *How we test makerbot print quality: Makerware*[www]

Tillgänglig: <https://www.makerbot.com/media-center/2013/03/25/testing-makerbot-print-quality-makerware>

Hämtad: 10.4.2017

The New York Times. 2003. *The Guts of a New Machine*[www]

Tillgänglig: <http://www.nytimes.com/2003/11/30/magazine/the-guts-of-a-new-machine.html>

Hämtad: 24.4.2017

ProtoParadigm. 2013, *The Difference Between ABS and PLA for 3D Printing* [www]

Tillgänglig: <http://www.protoparadigm.com/news-updates/the-difference-between-abs>

[and-pla-for-3d-printing/](#)

Hämtad: 17.3.2017

Schneider, K. 2011. *What's the difference*. Autodesk Community [forum]

Tillgänglig: <https://forums.autodesk.com/t5/inventor-fusion/what-s-the-difference/td-p/3030316>

Hämtad: 24.4.2017

Sculpteo. *3D modeling: Creating 3D Objects*[www]

Tillgänglig: <https://www.sculpteo.com/en/glossary/3d-modeling-definition/>

Hämtad : 22.3.2017

Stokes, Matthew B . 2013, *3D Printing for Architects with MakerBot*.

Packt Publishing, 123 s.

Lal, Rajesh. 2013, *Digital Design Essentials*.

Rockport Publishers, 199 s.

TechTarget. 2016, *What is CAD/CAM (computer-aided design/computer-aided manufacturing)* [www]

Tillgänglig: <http://whatis.techtarget.com/definition/CAD-CAM-computer-aided-design-computer-aided-manufacturing>

Hämtad: 18.1.2017

TweakTown. 2014. *Punchtec Ord Bot Hadron 3D Printer Review* [www]

Tillgänglig: <http://www.tweaktown.com/reviews/6261/punchtec-ord-bot-hadron-3d-printer-review/index6.html>

Hämtad: 17.3.2017

Ultimaker. *Bridging* [www]

Tillgänglig: <https://ultimaker.com/en/resources/19643-bridging>

Hämtad: 17.3.2017

Wikipedia. *Non-uniform rational B-spline* [www]

Tillgänglig: https://en.wikipedia.org/wiki/Non-uniform_rational_B-spline

Hämtad: 23.1.2017

Wikipedia. *Stereolithography* [www]

Tillgänglig: <https://en.wikipedia.org/wiki/Stereolithography>

Hämtad: 23.1.2017

3D Hubs. *Designing parts for FDM 3D Printing* [www]

Tillgänglig: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/designing-parts-fdm-3d-printing#vertical-axis-holes>

Hämtad: 17.3.2017