



Bakkali Mimma

Magnell Martin

Svensson Erik

PROJEKTARBETE

KIRUNA 2012

Handledare: Christina Söderlund och Ulrika Kjellberg



Erik Svensson, Martin Magnell och Mimma Bakkali

Sammanfattning

Spinbrake är ett projekt skapat av de tre gymnasieelever Erik Svensson, Martin Magnell och Mimma Bakkali. Det gick ut på att utveckla en produkt som utnyttjar autorotation för att bromsa ett fallande objekt från atmosfären till marknivå. Tanken är att Spinbrake skall vara ett alternativ till fallskärmar och bromsraketer.

Spinbrake utvecklades främst för att landa olika experiment. Spinbrake ska föra ned dessa från atmosfären på ett stabilt sätt med hög precision och säkerhet. Det är självklart inte begränsat för detta användande, utan vi hoppas att Spinbrake kan utnyttjas på många sätt.

Att bromsa med autorotation fungerar överallt där en atmosfär existerar, så den kan modifieras till att användas på andra himlakroppar, exempelvis Mars eller Venus.

Resultatet blev följande:

- Ett teoretiskt koncept för utnyttjandet av auto-rotation
- Illustrativa CAD-ritningar som beskriver potentiella styrningssystem.
- Ett ungefärligt värde på diametern förhållande till planetens förutsättningar och fallhastighet.
- Animation i form av film på konstruktionens funktion.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING sida

1. Inledning

1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte	4
1.3	Mål	5

2. Genomförande

2.1	Utvecklande av koncept	6
2.2	Hemsida	7
2.3	Modelleringsprogram	8
2.4	Auto-rotation och matematiska beräkningar	9
2.5	Konceptmodell, prototyper och styrningssystem	11
2.6	Presentationer	13
2.7	Sponsoransökan	14
2.8	Animering	15

3. Resultat 16

4. Diskussion

4.1	Utvärdering	18
4.2	Framtidsvisioner	21

5. Referenser

5.1	Kontaktpersoner	22
5.2	Bilagor/sidor	22
5.3	Bilder och figurer	22

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Vår idé, Spinbrake, kom efter flera timmars funderingar kring att uppfinna och förnya inom rymdindustrin. Vi ville använda oss av all den kunskap vi fått av alla år i skolan, men ändå sätta ribban högre för utmaningens skull. Vi beslöt oss för skapa ett projekt som skulle ge oss mer kunskap och utmaningar. Ett krävande projekt som skulle kräva långt över 100 timmars arbete men ändå vara så roligt att det var värt det.

Till en början var det väldigt svårt att begränsa det område vi ville arbeta eftersom rymdindustrin är väldigt bred. Men efter en lång diskussion beslöt vi oss för att välja att fokusera på ”vägen ner” för föremål, alltså hur fallskärmar och bromsraketer fungerade.

Vi kom snabbt på att fallskärmar var väldigt opålitliga, för att inte tala om oförutsägbara. Det fanns inget styrningssystem och det gällde att förlita sig på vinden. Förutom fallskärmar fanns det också bromsraketer. Men dessa bromsraketer var oerhört bränslekrävande och det sa sig själv.

Vi fann inspiration i ett projekt från ESA kallat ARMADA³. Detta projekt innehöll två alternativa landningssystem, härifrån hämtade vi vår idé **Spinbrake**.

1.2 Syfte

Syftet med vårt projekt var att utveckla och konstruera ett alternativt landningssystem. Konstruktionen skulle främst användas för forskningssyfte såsom att landa experiment på himlakroppar, exempelvis rovrar på Mars. Syftet var att Spinbrake ska föra ned dessa från atmosfären på ett stabilt sätt med hög precision och säkerhet.

1.3 Mål

Vårt primära mål var att utveckla och konstruera ett alternativt landningssystem med ett lättare, okomplicerat styrningssystem. Vi lade upp en plan över hur vi skulle uppnå vårt mål, steg för steg.

- Göra enkla beräkningar på hur diametern på rotorbladen ska förhålla sig till massa, gravitation acceleration, fallhastighet och luftmotståndskoefficient. Detta genom att använda helikopterberäkningar och tidigare beräkningar från ARMADA-projektet, eftersom att grundtanken ”autorotation” är densamma i bägge fallen.
- Göra enkla CAD-ritningar på vår modell, alt ta hjälp av företag som kan hjälpa oss med det.
- Kunna utveckla ett styrningssystem till vår modell.

2. Genomförande

2.1 Utvecklande av koncept

Det första steget i ett projekt är konceptet, tanken var att rotorblad skulle vara involverade i ett bromsningskoncept. Men problemet är att komma fram till ett koncept som kan mäta sig med dagens bromsningssystem i form av fallskärmar och raketer.

Idén kom från ett äldre projekt som Erik och Martin höll på med året innan i CanSat competition. En årlig tävling som är arrangerad av ESA och där finalisterna får skicka upp sin mikrosatellit med en krutraket.

Bidraget kallades LDVP (Landing device Virus project) och det var tänkt att använda autorotation för att sakta ned en tub innehållande ett eventuellt experiment. Men det lades ned då det inte gick vidare i skoltävlingen. Problemet med denna konstruktion var dock att den redan var beprövad och känd därför behövdes en ny obeprövad design av konceptet.

För att skapa en ny design så behövs information inom området, det erhöles genom en forskare på ESTEC i Nederländerna i form av två rapporter som ESA hade gjort angående autorotation.

Enligt rapporterna hade de testat ett koncept där rotorn är monterad på konstruktionens övre del, men skillnaden i rapporterna var utfällningsmekanismerna. Där den ena rotorn använde sig av en teleskop mekanism medan den andra av en uppblåsbar mekanism. Slutsatsen av dessa rapporter var att de var möjligt att bruka autorotation på planeter med tunn atmosfär så som mars, men att de inte skulle vara mer effektiva än dagens lösningar. Den enda markanta fördelen var att styrförmågan och stabiliteten var större vilket som skulle öka chansen att undvika olyckor.

Rapporten beskrev även ett antal andra möjliga koncept som aldrig testades, utifrån dessa så var ett av intresse, Det bestod av en värmesköld och rotorerna på toppen. På grund av kapselns utformning så drogs slutsatsen att verkningsytan på rotorbladen skulle bli väldigt liten, därmed valde gruppen att omforma konceptet genom att fästa rotorbladen direkt i värmeskölden vilket skulle ge en större rotationsdiameter.

2.2 Hemsida

För att hålla ett stort projekt igång och lättillgängligt så behövdes ett sätt att dokumentera projektets fortskridande under arbetets gång utan att det skulle vara en ansträngning. Pappersdokumentation har klara nackdelar då det lätt kan komma bort. Lösningen var en hemsida då alla i gruppen hade tillgång till dator och fördelen var även att handledarna i projektet lätt kunde komma åt dokumentationen.

För att sätta upp en webbsida krävs i första hand ett medium i form av en dator som kan agera server åt webbsidan, detta fanns inte tillgängligt vid tillfället då projektet startades därför användes istället ”google sites” som tillåter alla med ett registrerat konto tillgå tjänsten. Tjänsten innehåller grundläggande verktyg som underlättar utvecklingen av webbsidan då skrivning i HTML kod nästan utesluts helt.

Först registrerades ett konto på googles mailtjänst. Sedan sökte vi information om hur tjänsten fungerade och valde en färdig mall som sedan anpassades efter krav och behov av sidan. Det skapades sidomeny som orienterar till olika delar av hemsidan. Sedan skapades även tre loggböcker plus en projektlogg där stora händelser redovisas. Sedan redigerades Spinbrakeloggan och infogades som Header på sidan.

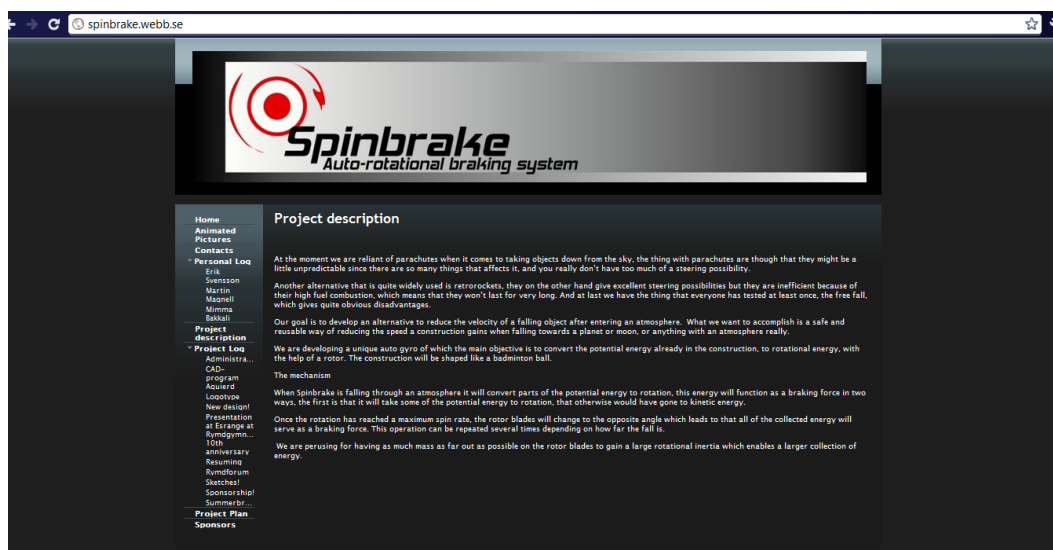


Bild 1 – Visar en ”skärmbild” utav hemsidan.

2.3 Modelleringsprogram

För att kunna projicera hur konstruktionen skulle se ut på ett mer realistiskt sätt behövdes ett program som kunde animera i 2D men även 3D för att visa hur Spinbrake skulle utformas och hur mekaniken i det skulle fungera.

Det visade sig att ett CAD program var bästa alternativet för realistisk konstruktion då det simulerar allt inom hållfasthetslära. Efter att ha kontaktat ett antal företag som arbetade med utveckling av dessa programvaror så fick gruppen en inbjudan till en presentation av Autodesk Inventor som hölls i Kiruna. Där presenterades den senaste programvaran i form av förbättringar till olika funktioner samt ergonomiska förbättringar i jämförelse med de andra produkterna. De hänvisade även till deras webbsida där man som student kunde få tillgång till alla produkter. Detta om man registrerade ett konto och angav uppgifter angående skola och vad programvaran till vilket ändamål programvaran skulle användas för.

Autodesk Inventor är ett CAD-program för solidmodellering och är utvecklat av företaget Autodesk.

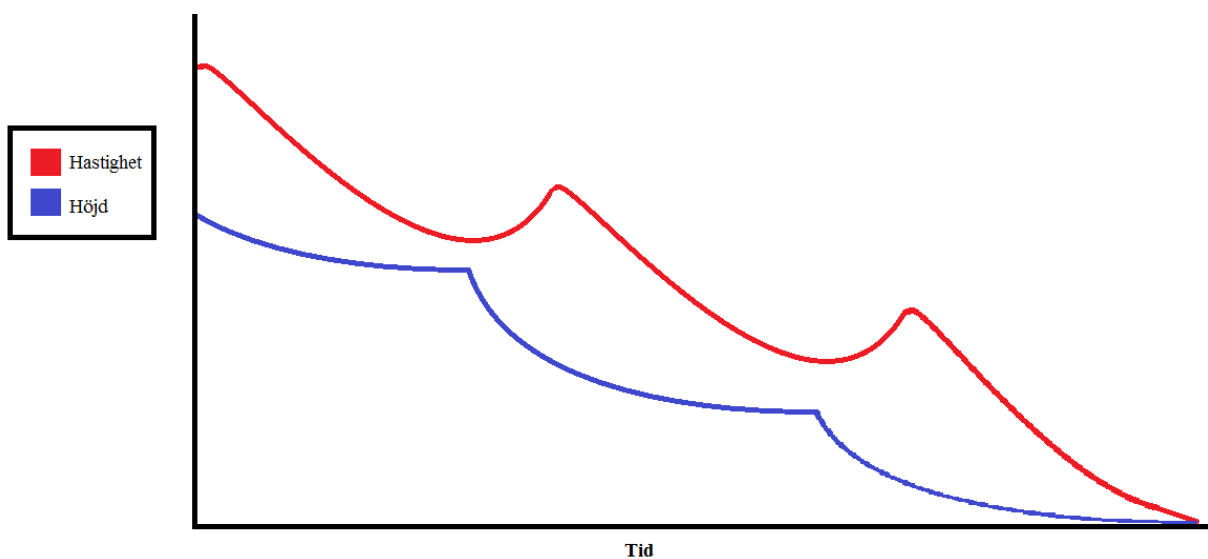
Fördelen med Autodesk Inventor är att den använder mer avancerade parametriska modelleringstekniker vilket innebär att om man ändrar något i modellen så anpassas resten av modellen utifrån det du har ändrat.

Arbetsgången i Autodesk börjar med att man tillverkar en ”part”. En ”part” är uppbyggd i 2 steg, först grundsketchen i 2D och sedan så för man över 2D sketchen till 3D där man kan ge den form utifrån krav och behov. Den ”part” som man nu har skapat kan man sedan sätta ihop med andra i ”Assembly mode” alltså hopsättning. När man är färdig så kan man göra ritningar och presentationer.

2.4 Auto-rotation och matematiska beräkningar

”Auto-rotation är ett rörelsetillstånd då luftströmmarna runt ett fritt fallande fordon driver en rotor, då rotorn börjar rotera så produceras en dragkraft. Helikoptrar använder idag denna princip för att landa säkert vid motor haveri. Med ett system som utnyttjar autorotation är det möjligt att utföra precisionslandningar medan man fortfarande har komplett kontroll”³

Spinbrake börjar rotera då atmosfären har blivit tillräckligt tjock för att för att luftströmmarna skall ha någon effekt på rotorbladen, då ansamlas en del av den potentiella energin som egentligen skulle gått till kinetisk energi i form av rotationen. Rotationen kommer försätta att öka exponentiellt i och med att atmosfärstätheten gör det tills att ett jämviktsläge har uppnåtts, Spinbrake har då nått sitt rotationsmaximum. Vid rotationsmaximum så slår Spinbrake över rotorbladen i exakt motsatt vinkel och utnyttjar då all energi som finns i rörelsemomentet. När den tagit slut så kommer Spinbrake helt enkelt börja snurra igen, tills maximum uppnåtts ytterligare en gång och proceduren upprepas.



Figur 1 – Ovan syns ett diagram som demonstrerar hur Spinbrake är tänkt att bete sig under en nedstigning. Den röda kurvan visar hur hastigheten är tänkt att förändras då mekanismen verkar. Den blåa kurvan visar hur höjden är tänkt att förändras under nedstigning.

I de matematiska beräkningarna drogs slutsatser från helikopterns aerodynamiska beräkningsformler. Detta då helikopterns auto-landningssystem liknar Spinbrakes principen till stor del. Även formler från ARMADA-rapporten³ ingick i beräkningarna.

För att kunna påbörja mer avancerade CAD-ritningar på Spinbrake behövdes ett förhållande mellan massa, luftmotstånd och längd på rotorblad.

Detta hittades i en bok på internet, kallad MODERN HELICOPTER AERODYNAMICS av A. T. Conlisk⁵. Denna bok innehöll en hel del information och formler som kunde utnyttjas i beräkningarna.

I bokens början introducerades man till en översikt av helikopterns rotorblad och själva fästningen av rotorbladen.

Detta för att senare gå vidare med beräkningar relevanta för detta.

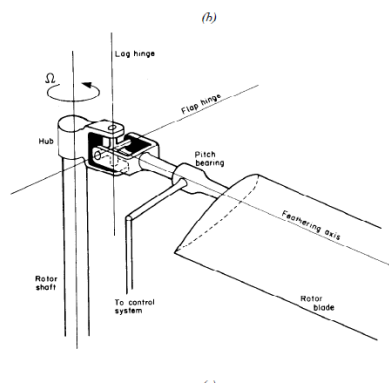


Bild 2 – Visar fästningen av rotorbladet, som senare inspirerade till Spinbrakes styrning.

ESA² använde sig av följande formel för att längden på rotorbladen.

$$d = \frac{1}{V} \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot m \cdot g}{\pi \cdot C_d \cdot \rho}}$$

Även vi använde oss av formeln då ARMADA-konstruktionen liknade till viss del Spinbrakes konstruktion. Detta för att få ett ungefärligt värde på rotorbladen.

Beteckning för storheter och enheter	
--------------------------------------	--

m	Massa, kg
d	Längd på rotorbladen, m
g	Gravitationsacceleration, m/s ²
C _d	Luftmotståndskoefficient
ρ	Luftdensitet, kg/m ³

Tabell 1

Beskriver beteckningar

2.5 Konceptmodell, prototyper och styrningssystem

Första koncept modellen som gjordes var tillverkad i Microsoft Office programmet Paint och var endast till för att illustrera vår tankegång och den hade inte specifika mått eller verkliga skalor.

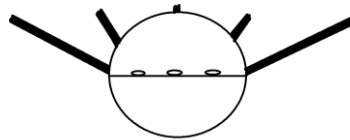


Bild 3 – Illustrerar det första konceptet gjort i Paint.

Den första riktigt gjorda modellen tillverkades i Autodesk Inventor, modellen illustrerade endast konceptet och rotorbladen.

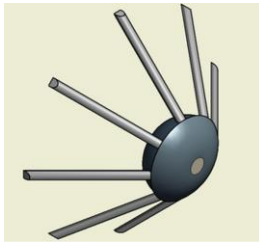


Bild 4 – Visar den första modellen gjord i Autodesk Inventor.

Den andra prototypen var gjord med mer kunskaper inom programmet vilket som ledde till en mer komplex modell som bestod av flera delar som sedan hade sammanfogats i ”assembly”, vilket som gav upphov till en mer verklighetstrogen bild av konceptet.

Prototyp nummer tre var mer väldefinierad då rotorerna nu var vinklade emot lodlinjen igenom gravitations centrum på prototypen, rotorbladen hade nu även fått en mer aerodynamisk form och hade en lätt vridning på 30 grader.

Prototyp fyra gjordes ihålig så att eventuella vikter skulle få plats i prototypen inför test utav autorotationen.

Den femte prototypen gjordes i ännu flera delar då huvudkroppen delades upp i två bitar istället för att vara en solid, för att fästa ihop dessa två så gängades båda delarna så att de kunde skruvas ihop.

I prototyp sex så kom det stora genombrottet med ett styrsystem som skulle få alla rotorerna att vinklas lika mycket samtidigt. Detta uppnåddes med ett kul-ledsbaserat system där varje rotor har två kulor som sedan är kopplade till en led med en sockel på varje sida. Det gick dock inte att genomföra eftersom att det inte fanns någon möjlig center punkt att ”Constraint” axeln vid kulan och därmed gick inte en rörlig illustration att genomföra.

I den slutliga prototypen designades hela styrsystemet om till ett komplext U-ledsystem. principen är i stort sätt samma sak som kulle-systemet men att istället för att ha en kula så hade alla möjliga rotationsmöjligheter blivit uppdelade i olika leder. Rotorbladen omformades även så att en större massa hamnade längre ut på rotorbladen för att öka rotationströgheten, denna ändring möjliggör att en större ansamling av energi kan lagras i form av rotation. I den övre huvudelen monterades även gängor för att senare möjligöra installation av instrument för tester.

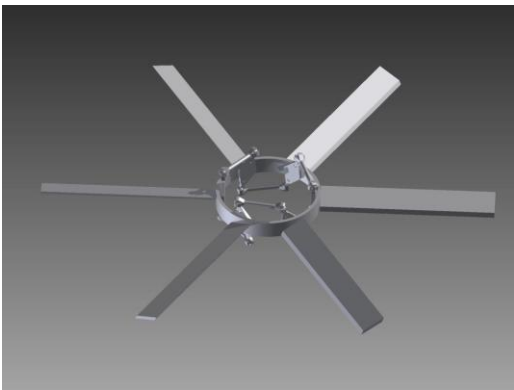


Bild 5 – Visar konceptet för kulle-systemet i prototyp 4.

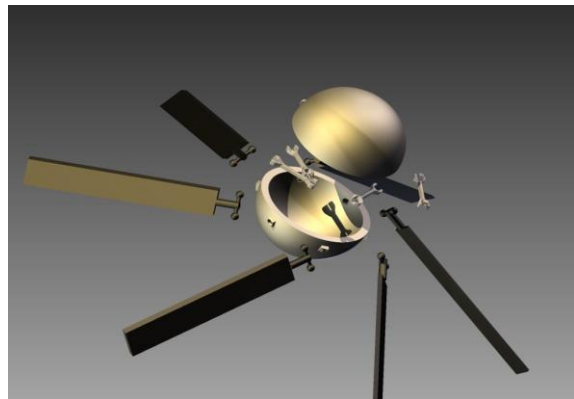


Bild 6 – Illusterar prototyp 4s alla olika delar.

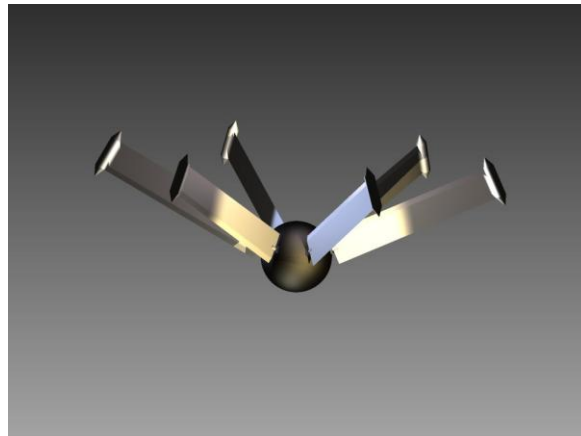


Bild 7 – Visar den slutliga prototypen, nummer 6.

2.6 Presentationer

Under projektets gång har projektet presenterats vid ett flertal tillfällen. De flesta presentationerna har varit muntliga och till det har vi haft en PowerPoint presentation som visat olika bilder och kortare textstycken. Presentationerna har genomförts såväl på svenska som på engelska.

Presentationens innehåll har ändrats allt eftersom projektet gått framåt, inaktuell information har tagits bort ur presentationen och ny fakta eller eventuella ändringar i projektet har lagts till.

Förutom muntliga presentationer har vi alltid haft en uppdaterad skriftlig presentation, som vi delat ut och e-postat till många personer över hela världen.

Vi deltog även som utställare på Rymdforum, där vi representerade Rymdgymnasiet. Rymdforum var på Svenska Institutet för Rymdfysik utanför Kiruna den 22 november 2011, där hade vi en informativ Powerpoint presentation som spelades upp på en datorskärm.



Bild 8 – Bild på hela projektgruppen under Rymdgymnasiets 10års jubileum.

Nedan finns en sammanställning av de muntliga presentationerna vi gjort, samt lite fakta kring varje presentationstillfälle.

- I oktober 2011 höll vi en presentation inför representanter från det Spanska företaget Zero2Infinity och elever från årskurs 1 och 2 från Rymdgymnasiet. Presentationens tema var svårigheter och problem som man stöter på vid ett projektarbete som detta. Presentationen var på engelska.
- 2011 fyllde Rymdgymnasiet 10 år, detta firades den 18 november med en heldag på Esrange. Under denna heldag presenterade vi vårt projekt två gånger inför högstadiel elever från olika skolor i Kiruna. Temat denna gång var att inspirera högstadiel eleverna inför deras projektarbeten under gymnasiet. Dessa presentationer var på svenska.
- Den 21 november 2011 besöktes Rymdgymnasiet av Vd:n för Mojave Air and Spaceport Stuart Witt, även direktören för NASAs Dryden Flight Research Center i Kalifornien, David D. McBride, samt Vd:n för Spaceport Sweden, Karin Nilsson. Vi presenterade vårt projekt inför dessa personer på engelska. Här var temat att visa den typ av ambitiösa och lyckade projekt som kan genomföras på Rymdgymnasiet.

2.7 Sponsoringansökan

Ju längre projektet kom desto mindre gick att genomföra utan tillräckliga resurser, därför beslutade vi under hösten 2011 att leta efter samarbeten som skulle tillföra väl behövda resurser till vårt projekt.

Vi sammanställde ett brev med en kort sammanfattning av vårt projekt där vi berättade om vad vi hittills gjort och vad vi planerade för framtiden, samt en budget att skicka ut till företag och organisationer som eventuellt skulle gynnas av ett samarbete med oss.

Budgeten framställdes genom att utgå ifrån vad vi behövde och använda internet till att hitta generella prislägen på olika produkter, och därefter göra kvalificerade uppskattningar på kostnaderna för det vi behövde.



Bild 9 – Visar våra planscher under Unga Forskare, Luleå.

2.8 Animering

Animeringen av Spinbrake gjordes i Inventor Studio, som är en del utav Autodesk Inventor. Tekniken som man använder är att man ställer in konstruktionen i olika lägen i s.k. ”snapshots” och sedan lägger man upp dessa i en specifik ordning och låter programmet animera alla övergångar. Förutom övergångarna så är det ljussättning och miljö som skall bestämmas utifrån olika vinklar beroende på vilket ljus man vill ha. Inventor har några förbestämda ljusscener som man kan välja emellan om man inte har kunskap om hur det fungerar.

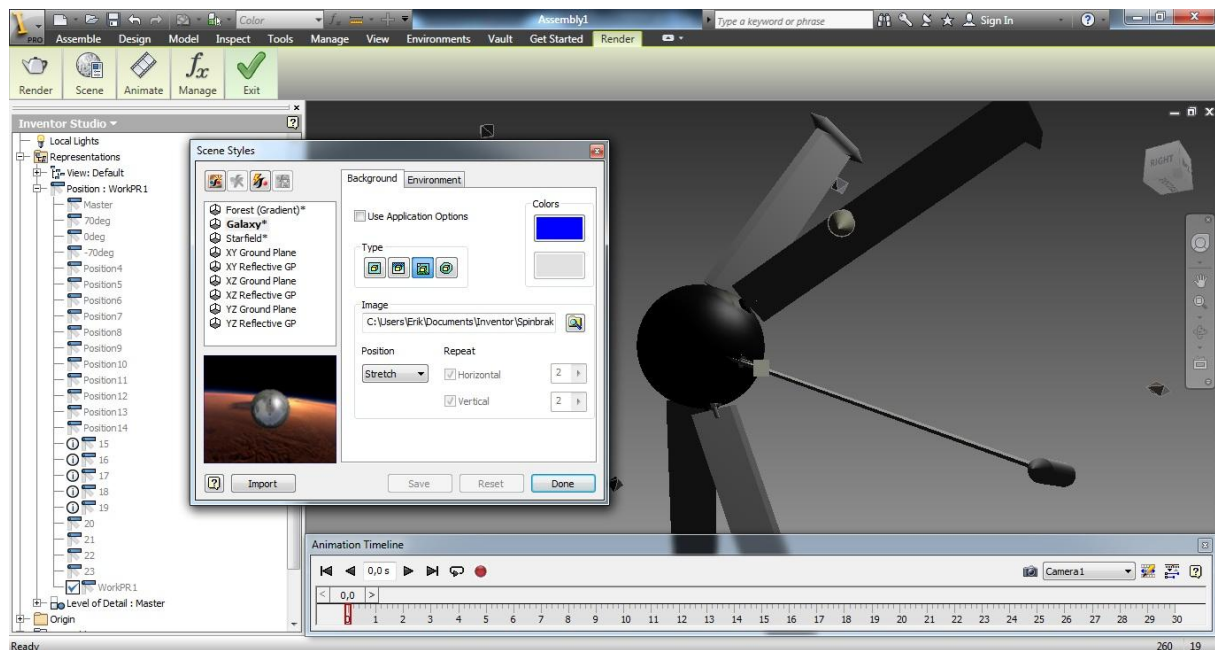


Bild 10 – Visar Inventor Studio då bakgrund och ljussättning väljs till animationen.

Efter att alla parametrar har bestämts så animerar programmet filmen bild för bild och det brukar ta mellan 3-6 timmar att göra en komplett film, sedan så redigeras den klara filmen med t.ex. Windows Movie Maker för att i vårt fall föra in vår logotyp i filmen.

3. Resultat

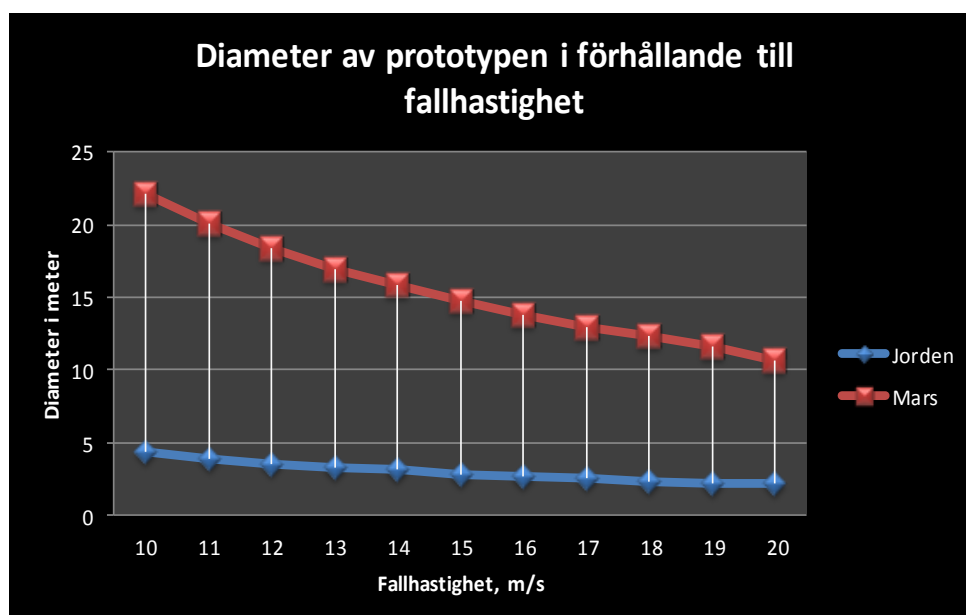
Efter ungefär ett års arbete har vi nått flera mål och resultat.

Vi har tagit fram ett koncept på en ny typ av inbromsningssystem för fallande objekt kallat Spinbrake. Detta har vi gjort genom matematiska beräkningar liknande helikopterns aerodynamik samt ett avslutat ESA-projekt, ARMADA³.

Vi använde oss av formler som fanns i internetboken MODERN HELICOPTER AERODYNAMICS⁵ och från ARMADA-rapporten³ för att beräkna rotorbladens längd förhållande till massa, gravitationsacceleration, hastighet och luftmotståndskoefficient.

Vår modell skulle väga ungefär 100 kg och längden på rotorbladen beror på fallhastigheten.

Nedan kan resultatet studeras:



Figur 2 – Figuren visar hur diametern av prototypen förhåller sig till fallhastigheten, jorden i blått och mars i rött.

Vi beräknade längden på rotorbladen vid olika fallhastigheter (engelska descent velocity). Fallhastigheten skulle ligga mellan 10 och 20 m/s för ARMADA-konceptet, vi använde oss av samma hastighetsintervall.

I resultatet kan man tydligt studera att rotorbladen behöver vara mycket längre i Mars atmosfär jämfört med jordens. Man kan även av resultatet dra slutsatsen att ju högre fallhastighet desto kortare rotorblad behöver prototypen.

Observera att dessa beräkningar inte är exakta utan bara ungefärliga.

Vi har dessutom satt oss in i och lärt oss ett CAD-program för att göra mer avancerade ritningar på datorn. Resultaten av detta blev mycket lyckade. Vi har tagit fram ritningar som en mekanisk verkstad sedan skulle kunna göra en prototyp av. Vi har även gjort en animerad kortfilm som visar hur prototypen vrider på rotorbladen, visar styrningssystemet samt visar de bestående delarna inuti Spinbrake.

Ett annat resultat utöver våra mål är ett enormt kontaktnät som sträcker sig världen över. Vi har fått träffa människor som arbetar med rymdteknik dagligen, bl.a. från NASA och Mojave Air and Space Port. Vi har även fått stöta på Spaceport Sweden och Zero2Infinity som sysslar med något som framtiden har att se fram emot, nämligen rymdturism.

Vi har även utvecklat vår förmåga att kunna presentera något för en större grupp människor och anpassa informationen till åhörarna. Vi har talat inför högstadiel elever likaväl som vi talat inför självaste direktören för NASAs Dryden Flight Research Center.

4. Diskussion

4.1 Utvärdering

Projektet Spinbrake började våren 2011, med medlemmarna Erik, Mimma och Martin. Vi var en förväntansfull grupp med stora ambitioner om att göra något speciellt av vårt projektarbete. Efter att ha studerat rapporter av ESA så fann vi inspiration till att göra en alternativ produktdesign som använder autorotation för att bromsa ett fallande objekt, exempelvis experiment. Utan någon specifik förkunskap så tog vi oss an utmaningen att försöka genomföra detta.

Projektet Spinbrake har gått bra, vi har lyckats med att ta fram ett produktkoncept som i teorin är ett alternativ vid inbromsning av ett fallande objekt, bredvid fallskärm och bromsraketer. Vi har även en 3D-ritning som visar hur detta koncept kan appliceras på ett klot, klotet kan i sin tur fyllas med kretskort och experiment.

Autodesk Inventor var inget simpelt program som man lärde sig över en dag, utan mer som ett projekt i sig själv. För att kunna använda programmets grundläggande funktioner behövdes väldigt mycket grundkunskap. Denna kunskap återfanns i Autodesk's egna genomgångar av programmet. Genomgångarna var dock på komplex engelska, opedagogiska och allmänt ansträngande att försöka förstå sig på. Detta ledde till att projektet nästan lades ner då vi först drog slutsatsen att det var för avancerat för oss.

Vändningen kom dock när vi (via en lärare på skolan) fick kontakt med Magnus Oja, CAD-ritare på IRF (Institutet för Rymdfysik, Kiruna). Han gav oss en komplett genomgång av de grundläggande funktionerna i programmet då han ritade en ellåda som demonstration.

Den första riktiga modellen i CAD-programmet gjordes en eftermiddag i klassrummet med hjälp av David Forsell, en klasskamrat. Den bestod utav en halvcirkel som vi fäste fyrkantiga plattor på. Dessa plattor svarvades så att de skulle liknas vid rotorblad. Denna modell av dock inte verklighetstrogen överhuvudtaget, men ironiskt nog så var det den modellen vi använde längst.

Vid prototyp 2 kom problemet att vi återigen saknade kunskap för programmet. Detta då vi inte visste hur man vinklade hål, vilket resulterade i att prototyp 2 blev platt.

När prototyp 4 byggdes så berättade Magnus om hur man konstruerade och vinklade s.k. ”Work planes” (arbetsplan). Detta gjorde att vi nu kunde vinkla hål och ge prototypen det originellt tänkta utseendet.

Problemet med denna var att kulledssystemet som hade designats inte kunde matas in korrekt i programmet. Därmed så kunde vi inte visa om kullekonceptet fungerade.

Prototyp 6 var den slutgiltiga då ett helt nytt styrningskoncept, baserat på helikopterns bladfäste, konstruerades. Konstruktionen gav upphov till många timmars huvudvärk och frustration då verkligen inga ”constraints” (ungefär infästningar) ville samverka, samt att dimensionerna på delarna var avancerade och gick inte att linjera upp med hålen.

Detta löste sig dock efter att ännu en gång ha tagit hjälp av Magnus när han visade en funktion som linjerade delar med hålens mittpunkt.

De matematiska beräkningarna var även de en stor utmaning då vi saknade den matematiska kompetensen som egentligen behövdes för detta projekt. Efter mycket tragglande med långa, oförståeliga och komplicerade ekvationer beslöt vi oss att förenkla problemen. Detta gjorde vi genom att bland annat räkna bort temperatur- och densitetsskillnader i atmosfären när diametern beräknades.

Nästa steg i projektet var att ta fram en fysisk prototyp. Tanken var länge att även en sådan skulle framställas, men den planen fick vi skjuta upp då det helt enkelt saknades tid för att kunna färdigställa en sådan. I efterhand kan vi nog påstå att om vi skulle haft tid för att framställa en fysisk prototyp så hade vi troligtvis behövt hittat någon som kunnat finslipa vår nuvarande prototyp. Detta för att sedan tagit den till en mekanisk verkstad eller liknande, som hade kunnat konstruera vår modell.

Resultatet av våra riktningar blev dock mycket bra och dessa ritningar har därför självklart en central roll på de presentationer och utställningar vi presenterar vårt projekt på.

Vårt mål var från början att utveckla produktkoncept som kunde utnyttja autorotation, men längs vägen med arbetet så utökades detta successivt med intresset för ämnet. Vi har uppnått många av våra mål, men ännu finns det möjlighet att driva projektet vidare

En annan del av projektet som har gått mycket bra, är den administrativa delen. Vi har en hemsida som vi ständigt uppdaterar när nya framsteg uppnås, det är även där som vi har våra individuella loggböcker.

Vi har skaffat kontakter inom rymdindustrin i hela Sverige, men även övriga Europa och Nordamerika. Vi kontaktade många företag som hjälpte oss mer eller mindre, men desto längre in i projektet vi kommit har fler och fler varit intresserade av att hjälpa oss.

Detta beror nog främst på två anledningar, dels att vi helt enkelt hade kommit längre på projektet, vilket gjorde att vi ansågs som seriösare av de vi kontaktade, och dels det att vi har blivit mer vana att kontakta de som vi anser kan hjälpa oss.

Ett stort genombrott var när vi fick sponsring av LKAB, utan detta hade vårt projekt nog inte vart där det är idag. Även den sponsringen vi har fått av Autodesk, CustomShirts, Spaceport Sweden och Institutet för Rymdfysik har betytt mycket för projektet Spinbrake.

Vi som arbetat med Spinbrake känner att vi har åstadkommit något annorlunda jämfört med ett vanligt projektarbete. Vi är väldigt nöjda med vår arbetsinsats. Spinbrake har varit väldigt givande och krävande samtidigt. Vi har lärt oss otroligt mycket om entreprenörskap och hur det är att arbeta tillsammans med ett projekt. Vi har även fått mer kunskap om hur saker och ting fungerar i rymdbranschen och dessutom fått kontakter för livet.

4.2 Framtidsvisioner

Det finns fortfarande mycket att åstadkomma med Spinbrake Projektet, och vi är helt enkelt bara i början av forskningsstadiet.

Nästa steg är att konstruera en komplett och tillverkningsbar konstruktion i ritningsformatet CAD och även att undersöka olika val av material som klarar de påfrestningar Spinbrake skulle utsättas för i ett fall.

Steget efter det är att tillverka en fysisk prototyp av Spinbrake som sedan skall testas i en vindtunnel för att ge korrekta aerodynamiska värden som sedan kan appliceras till det slutliga konceptet.

I ett längre framtidsperspektiv vill och hoppas vi att Spinbrake kan användas vid framtida rymdsammanhang, i både den privata och den offentliga sektorn, ex. ESA och andra statliga rymdorganisationer.

6. Referenser

5.1 Kontaktpersoner

Arvelius Johan, 2011/2012, lärare på Rymdgymnasiet, doktorand i atmosfärsfysik.

Edefur Henrik, 2011, personlig kontakt, forskare vid Totalförsvarets Forskningsinstitut

Köhler Johan, 2012, personlig kontakt, projektledare ARMADA, ESTEC, Holland

McBride B David, 2011, personlig kontakt, direktör NASA Dryden Flight Research Center, USA

Oja Magnus, 2011/2012, personlig kontakt, CAD-konstruktör på Institutet för Rymdfysik, Kiruna

Ranebo Hans, 2011, personlig kontakt, tekniker på ESTEC, Holland

Witt Stuart, 2011, personlig kontakt, Vd Mojave Air and Spaceport, USA

5.2 Bilagor/sidor

[1] <http://wikihelp.autodesk.com/Inventor/enu/2012/Help/2144-Tutorial2144>

[2] http://robotics.estec.esa.int/ASTRA/Astra2008/S05/05_02_Graziano.pdf

[3] http://robotics.estec.esa.int/ASTRA/Astra2008/S05/05_03_Lutz.pdf

[4] <http://www.planetaryprobe.eu/IPPW7/proceedings/IPPW7%20Proceedings/Presentations/Session5/pr363.pdf>

[5] http://www.ultraligero.net/Cursos/helicoptero/modern_helicopter_aerodynamics.pdf

5.3 Bilder och figurer

Bild 2 – http://www.ultraligero.net/Cursos/helicoptero/modern_helicopter_aerodynamics.pdf

Bild 1,3-9 – Egenproducerat.

Figur 1,2 – Egenproducerat.