LEONARDO'S VLIEGMACHINE

De realisatie voor een vliegmachine voor kinderen

Lieke van den Brink
januari 2017

Bachelor Eindopdracht
Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

In opdracht van:

MUSEUMTWENTSEWELLE

Mona Lisa - Leonardo da Vinci (1506)

Het ontwerpen van een vliegmachine voor kinderen, in opdracht van Museum Twentse Welle, om kinderen het gevoel en de sensatie van veilig vliegen te laten ervaren.

Bachelor Eindopdracht Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

AUTEUR
Lieke van den Brink
s1470698

OPLEIDING
Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

Examinator: Arie-Paul van den Beukel
Begeleider UT: Eric Lutters
Begeleider Museum TwentseWelle: Nikki Olde Monnikhof

OPDRACHTGEVER
Museum Twentse Welle & Rijksmuseum Twenthe
Lasondersingel 129-131
7514 BP Enschede

Datum bachelor tentamen:

Datum publicatie: 30-01-2017
Oplage: 4
Aantal Pagina's excl. bijlage: 66
Aantal Bijlagen: 5

"Wetenschap is de observatie van wat mogelijk is, in heden of het verleden. Vooruitziendheid is de kennis van wat zou kunnen gebeuren, hoewel slechts langzaam."

Leonardo da Vinci

VOORWOORD

Naar aanleiding van een artikel in de Tubantia heb ik contact opgenomen met het Rijksmuseum Twenthe. Ik kwam in gesprek met Nikki Olde Monnikhof, conservator van de TwentseWelle. Zij vertelde mij over een nieuwe manifestatie die in februari 2017 van start zal gaan; “Leonardo of de droom van het vliegen”. Zowel Nikki als ik, waren enthousiast over de mogelijkheden die deze manifestatie te bieden had.

Het hele proces, van een idee naar de uitwerking van een museum voorwerp, is een zeer leerzaam maar zwaar traject geweest. Ik heb op een andere manier leren samenwerken met leidinggevenden. Het was een leuke tijd, met veel waardevolle ervaringen.

Graag wil ik mijn begeleiders, Eric Lutters en Nikki Olde Monnikhof bedanken voor hun steun, vertrouwen en enthousiasme. Ook mijn ouders voor een verhelderende blik op problemen en ook directeur Arnoud Odding voor zijn feedback en duidelijke richtlijnen.

Verder wil ik ook graag de collega's van het Rijksmuseum Twente bedanken voor de leuke sfeer op het kantoor. Ik heb veel kunnen leren van iedereen, en van de verschillende functies en werkingswijzen in het museum.

Lieke van den Brink
Januari 2017

SAMENVATTING

Museum TwentseWelle en Rijksmuseum Twenthe, zijn in de aanloop naar een nieuwe manifestatie; "Leonardo of de droom van het vliegen", op zoek naar een manier om kinderen door het museum te laten vliegen. Beide musea zijn bezig om het jong en oud, amateur en professional, hoog en laag opgeleid met elkaar te verbinden.

Het hoofddoel van deze bachelor opdracht is het ontwerpen van een machine of voorwerp dat de bezoekers van Museum Twentse Welle het gevoel van vliegen kan laten ervaren. De bedoeling is dat dit gerealiseerd wordt, door eerst een verzameling van concepten te maken, en hieruit het beste concept uit te kiezen en uit te werken.

Uit de doelgroep en marktverkenning is een programma van eisen gevormd, die de basis gevormd heeft voor de eerste acht concepten. Vanuit het verschil tussen vliegen en zweven zijn de eerste acht concepten bedacht, waarvan vervolgens drie concepten verder in detail uitgewerkt zijn.

De drie uitgewerkte concepten werden beoordeeld op haalbaarheid, productie kosten, veiligheid en interactie met de gebruiker. Het concept dat het beste uit deze drie punten naar voren kwam werd tot in detail uitgewerkt.

Het gekozen concept, de Fietshelikopter, is tijdens de detail uitwerking verdeeld in twee onderdelen. Het ophangsysteem en de Fietshelikopter zelf. De Fietshelikopter is door gebruik te maken van berekeningen, technische 3D modellen en vorm modellen, geoptimaliseerd voor museaal gebruik. Het frame is geanalyseerd door middel van een Fem-analyse waarbij gekeken werd naar de von mises stress in het 3d model bij bepaalde belastingen.

De propeller is gekozen aan de hand van een vorm model van ijzerdraad en vliegerpapier. En het geheel is gemodelleerd in het programma Siemens NX.
Al met al is de helikopter zelf zo ver uitgewerkt dat deze, na toestemming, gebouwd kan worden.

Het ophangsysteem daarentegen is uitgewerkt met het oog op de veiligheid en het vlieg gevoel. Door de tegenstrijdigheden tussen de wensen van het museum en de eisen van de gebruiker en de Universiteit, is het niet mogelijk geweest om, binnen het beschikbare tijdsbestek, het ophangsysteem tot in detail uit te werken.

Het eindresultaat van deze bachelor opdracht is de tot in detail uitgewerkte Fietshelikopter en een aanbeveling voor een ophangsysteem. Het ontwerp is met veel enthousiasme ontvangen, maar door gebrek aan tijd en budget, gaat deze toch niet uitgewerkt worden. Er is wel beschreven welke aanpassingen er nog gedaan moeten worden met betrekking tot het ophangsysteem, voordat het product uitgewerkt kan worden.

SUMMARY

Museum TwentseWelle and Rijksmuseum Twenthe, are working towards a new exhibition which is called Leonardo, or the dream of flying. They are looking for a way to make children fly through the museum. Both museums want to connect, young and old, high and low educated people, and professionals and amateurs.

Design a machine, which can make the visitors of Museum TwentseWelle feel like they can really fly, is the main purpose of this bachelor assignment.
The goal is to start with a collection of concepts and ideas, and subsequently choose the best concept for elaboration.

The focus group and market exploration is the base for a temporary program of requirements, which helps to form the first eight concepts. The first eight concepts are also formed out of the difference between flying and floating. Thereafter, three concepts were chosen and elaborated on.

The final concept, the Fietshelikopter, is separated into two components, the Fietshelikopter itself and the hanging system. With use of calculations, simulations, 3D models and prototypes, the Fietshelikoter will be optimized for museum use.
The frame has been analysed by a von mises stress analysis in the 3d model in Siemens NX,

The propeller has been chosen by making a prototype with aluminium whires and wax paper. The complete model of the helicopter, has been made in the program Siemens NX. The design and detailing of the product has come to the point that, it can be build, after permission of the museum. Quotations for the needed parts are requested and only need to be submitted.

On the other hand, the hanging system is elaborated with the main focus on safety and the simulation of flying. Because of the contradictions in wishes and requirements from the museum and university, building and detailing the system was impossible in the given time and budget.

The final result of this bachelor assignment is the Fietshelikopter worked out in detail, and the recommendation for the hanging system. The design was received in the museum with a lot of enthusiasm, but the lack of a budget and time, there will be no further product development.
There will be information about what steps have to be made, in order to realize the hanging system and realisation of the product.

INHOUDSOPGAVE

10 Hoofdstuk 1: Inleiding
11 1.1 Rijksmuseum Twenthe
11 1.2 Aanleiding
11 1.3 Doelstelling
12 1.4 Leeswijzer

14 Hoofdstuk 2: Analyse
15 2.1 Onderzoeksmethode
15 2.2 Rijksmuseum Twenthe en Museum Twentse Welle
16 2.3 Marktonderzoek
18 2.4 Leonardo, of de droom van het vliegen
19 2.5 Conclusie analyse

20 Hoofdstuk 3: Doelgroep- en marktverkenning
21 3.1 Doelgroep
22 3.2 Brainstorm Rijksmuseum Twenthe
22 3.3 Brainstorm kinderen
23 3.4 Scenario's
24 3.5 Voorlopig programma van Eisen
24 3.6 Conclusie

26 Hoofdstuk 4: Ideeën en concepten
27 4.1 Vliegmanieren
27 4.2 Content/structuur
27 4.3 Het gevoel
28 4.4 Idee generatie en Chart
28 4.5 Eerste concepten
33 4.6 Conclusie ideeën en concepten

34 Hoofdstuk 5: Concepten
35 5.1 Evaluatie eerste concepten
36 5.2 De Fietshelikopter
37 5.3 De Wolkenkamer
38 5.4 Vliegen in een Wingsuit
38 5.5 Conclusie concept uitwerking

40 Hoofdstuk 6: Concept keuze
41 6.1 Voorkeur Musea
41 6.2 Haalbaarheid
42 6.3 Productie kosten
43 6.4 Veiligheid
43 6.5 Interactief ontwerp
43 6.8 Conclusie en concept keuze

44 Hoofdstuk 7: Productontwikkeling
45 7.1 Vormgeving
46 7.2 Product specificaties
52 7.3 Technische specificaties
56 7.4 Technische uitwerking
59 7.5 Veiligheid
60 7.6 Presentatie MakerFestival Twente
60 7.7 Product ontwikkeling
61 7.8 Conclusie en Reflectie prototype

62 Hoofdstuk 8: Conclusie en aanbevelingen
63 8.1 Conclusie
63 8.2 Aanbevelingen

66 Hoofdstuk 9: Reflectie

68 Bijlagen

INLEIDING

"essai de figure en plein air" - Claude Monet 1886

HOOFDSTUK 1
INLEIDING

1.1 Museum TwentseWelle

Van alle kwaliteiten die wij bezitten is de verbeelding de meest menselijke. Het is de verbeelding die ons kunstwerken schenkt, verhalen vertelt, een verleden creëert, waarden vormt en houvast biedt. In een tijd waarin alles razendsnel verandert en waarin oude zekerheden wankelen is de verbeelding, meer dan ooit, van groot belang. Museum TwentseWelle bestudeert, presenteert en stimuleert de menselijke verbeelding. Want het is de verbeelding waarmee we vorm en betekenis geven aan onze wereld.

In Museum TwentseWelle gaat het over de kracht van de verbeelding. Door te kijken, maken, spelen denken, experimenteren en te dromen ontdek je de wereld. De tentoonstellingen inspireren jong en oud om zelf dingen te bedenken. Die kunnen in de museumfabriek worden uitgeprobeerd en in elkaar gezet.

De historische collecties van TwentseWelle blijven de grote inspiratiebron. Daarmee vertellen we verhalen, brengen we de geschiedenis tot leven, leggen verbanden met het heden en bieden we houvast bij het 'maken van de toekomst'. Museum TwentseWelle is dus niet alleen een natuurhistorisch museum, of een kunstmuseum, een oudheidkamer of een techniekmuseum. TwentseWelle is het allemaal en allemaal tegelijkertijd. TwentseWelle is de Academie van Verbeelding.

De aankomende jaren gaat de vormgeving van de tentoonstellingen in de TwentseWelle drastisch veranderen. Elk half jaar staat er een andere manifestatie op de planning. Halverwege oktober 2016 is de eerste tentoonstelling, "spinnenkoppen" genoemd, geopend. Hier staat het draad centraal. In februari 2017 opent de volgende tentoonstelling genaamd, "Leonardo, of de droom van het vliegen". Alles wat vliegt en kan vliegen, samen met de uitvindingen van da Vinci omtrent vliegen, zal hier centraal komen te staan. Beide tentoonstellingen zijn voor families die graag iets willen doen en leren tijdens het bezoek in het museum.

1.2 Aanleiding

In februari gaat een nieuwe manifestatie van start, met de naam "Leonardo, of de droom van het vliegen". Het museum wil tijdens deze tentoonstelling, die in februari begint, kinderen kennis laten maken met vliegen. Dit moet een interactief spektakel worden. Het Rijksmuseum Twenthe wil hiervoor een ontwerp hebben van een voorwerp die de gebruiker laat ervaren hoe het is om te vliegen.
Het ontwerp zal intensief gebruikt gaan worden door kinderen van zes tot zestien jaar oud. De uitstraling van het ontwerp moet aansluiten bij de stijl van Leonardo da Vinci. Om tot een goed ontwerp te komen wil het Rijksmuseum Twente de eerste twee tot drie maanden werken aan een uitgebreid onderzoek naar de huidige markt en het gevoel van vliegen, gevolgd door daarop gebaseerde concepten.

1.3 Doelstelling

Museum TwentseWelle wil voor de nieuwe tentoonstelling, "Leonardo da Vinci, of de droom van het vliegen", een manier vinden om kinderen die het museum bezoeken, te kunnen laten vliegen. Het doel van deze opdracht is het bedenken van zes tot acht concepten, om kinderen zo het gevoel van vliegen te kunnen laten ervaren. Dit dient zowel passend als realiseerbaar te zijn in het Rijksmuseum Twenthe en Museum Twentse Welle. Ook dient dit veilig gebruikt te kunnen worden door kinderen.

Bovenstaande zal gedaan worden door allereerst een uitgebreide analyse te maken van welke ontwerpen er op de markt zijn. Daarna zal een analyse gemaakt worden van de werken van Leonardo da Vinci. Ook zal er een gebruiksonderzoek uitgevoerd worden bij de bestaande vergelijkbare producten van Da Vinci. Deze uitkomsten zullen gebruikt worden om tot zes/acht concepten te komen. Door een proces van trial and error zal er een concept uitgewerkt worden tot een werkend prototype. Gedurende het ontwerpproces wordt er constant gekeken naar de gemaakte keuzes en de veranderingen in het ontwerp. Dit alles zal plaatsvinden binnen een tijdsbestek van zes maanden.

1.4 Leeswijzer

Het ontwerp voor de vliegmachine zal in het verslag worden benoemd als de Fietshelikopter. Het uiteindelijke ontwerp heeft tevens als naam ook de Fietshelikopter gekregen. In dit verslag wordt het ontwerpproces van de Fietshelikopter beschreven aan de hand van negen hoofdstukken. De Fietshelikopter is een ontwerp speciaal ontworpen voor een bepaalde omgeving en doelgroep.
In het tweede hoofdstuk wordt er een analyse gedaan van de markt en wordt er informatie vergaard om een goede indruk van de sensatie van het vliegen te krijgen. De nadruk van het verslag ligt op de daaropvolgende hoofdstukken. Na de analyse zal nog geen programma van eisen opgesteld worden. Het programma van eisen wordt pas deels bepaald als de doelgroep analyse plaatsgevonden heeft.

In het derde hoofdstuk wordt de doelgroep beschreven en onderzocht. Tevens vindt daar de marktverkenning plaats. Aan het eind van dit hoofdstuk worden de eerste eisen vastgesteld voor in het programma van eisen.

In de hoofdstukken vier, vijf en zes wordt de weg beschreven die nodig is geweest om tot het eind concept te komen. Hierbij staan vooral de keuzes die gemaakt zijn centraal, met de daarbij horende veranderingen in het ontwerp.

In hoofdstuk zeven “productontwikkeling” wordt de Fietshelikopter tot in detail uitgewerkt en worden alle technische specificaties bepaald. Dit hoofdstuk is als voorbereiding op het werkelijk produceren van het eind ontwerp.

Hoofdstuk acht “conclusie en aanbevelingen” is de aanbeveling van eventuele verdere uitwerking. Hier worden de belangrijkste conclusies besproken met betrekking tot het ontwerpproces.

In het negende en laatste hoofdstuk “reflectie” wordt de Bachelor Eindopdracht gereflecteerd.

ANALYSE

Expulsion of Heliodorus - Gérard de Lairesse (1674)

HOOFDSTUK 2
ANALYSE

De analysefase zal bijdragen aan een goede basis voor de rest van het ontwerpproces. Het product dat moet ontstaan gedurende deze opdracht, is er een die nog niet op de markt is in welke vorm dan ook. Het is een voorwerp speciaal gemaakt voor de omgeving in Museum Twentse Welle en de daarbij horende doelgroep. Daarom zal de marktanalyse niet leidend zijn voor het ontwerp, maar is wel van belang om een indruk te krijgen over de beoogde ontwerp richting.

2.1 Onderzoeksmethode

Het beeld dat wij als volwassenen bij vliegen hebben verschilt met het beeld van kinderen. Het doel van de marktanalyse is kijken wat het verschil tussen de definities van vliegen bij kinderen en volwassenen is. Hierbij wordt vooral dieper ingegaan op het gevoel en de sensatie die het vliegen met zich mee brengt.

Het onderzoek bij deze bachelor eindopdracht zal van start gaan met een grote casestudy over de producten op de markt en op de eisen en wensen van het museum en de gebruiker. Na de analysefase komt de ontwerpfase. Uit de ontwerpfase worden 6-8 concepten bedacht voor het museumstuk. Vervolgens komt de concept fase waarbij het concept gekozen wordt en verder uitgewerkt. Tijdens het uitwerken zal er veel sprake zijn van een trial and error proces, waarmee het concept geoptimaliseerd wordt voor uitwerking. In het laatste deel van de opdracht wordt het concept uitgewerkt tot een werkend prototype

2.2 Verdieping Museum Twentse Welle en Rijksmuseum Twenthe

De bachelor eind opdracht wordt gedaan in opdracht van museum Twentse Welle. Museum Twentse Welle en het Rijksmuseum Twenthe zijn vorig jaar gefuseerd en daarom wordt het volledige ontwerpproces voltooid in Rijksmuseum Twenthe. Voorbereidend op het onderzoek moet er eerst een beeld gevormd worden over de geschiedenis en de visie van het museum.

2.2.1 Visie

"Van alle kwaliteiten die wij bezitten is de verbeelding de meest menselijke. Het is de verbeelding die ons kunstwerken schenkt, verhalen vertelt, een verleden creëert, waarden vormt en houvast biedt. In een tijd waarin alles razendsnel verandert en waarin oude zekerheden wankelen is de verbeelding, meer dan ooit, van groot belang. Rijksmuseum Twenthe bestudeert, presenteert en stimuleert de menselijke verbeelding. Want het is de verbeelding waarmee we vorm en betekenis geven aan onze wereld." Zo verwoordt Museum Twentse Welle haar visie. [2]

2.2.2 Geschiedenis

In 2008 werd Museum Twentse Welle in het hart van de Enschedese wijk Roombeek geopend. De gemeente Enschede en de provincie Overijssel hadden grootse plannen voor dit museum. Dit werd het museum van het Twentse verhaal, de 'bron' van Twente. De basis van het museum werd gevormd door een museum voor textiel geschiedenis, natuurlijke historie en een oudheidkundig instituut. Verder werd er veel tijd gestoken in grootschalige, en tijdelijke tentoonstellingen.

In 2015 kwamen de eerste ideeën voor ingrijpende vernieuwingen binnen het museum Deze ontwikkelingen vielen samen met gesprekken over de samenwerking tussen Museum Twentse Welle en Rijksmuseum Twenthe. Deze gesprekken leidden tot een bestuurlijke fusie van beide musea. [1]

2.2.3 Toekomst

Na de fusie is Twentse Welle een nieuwe koers gaan varen. Het museum gaat in de toekomst geen omvangrijke wisseltentoonstellingen meer organiseren. Twentse Welle investeert daarentegen in de geleidelijke herinrichting van de vaste opstelling en organiseert daarbij tweemaal per jaar een manifestatie voor een brede groep van families en gezinnen uit de gehele samenleving. Museum Twente Welle wordt een laagdrempelig museum zoals we dat in Nederland nog niet kennen. Jong en oud, Professional en amateur, hoog en laag opgeleid ontmoeten elkaar in dit museum.

2.3 Marktonderzoek

Het marktonderzoek begint met onderzoeken wat we in onze moderne tijd verstaan onder het begrip vliegen. De focus ligt op de behoefte die de mens, al sinds de tijd van de Grieken, heeft om met behulp van vleugels de lucht in te gaan.

2.3.1 Vliegen door de jaren heen

Vliegen is iets dat natuurlijk niet is weggelegd voor de mens. Toch zijn mensen al duizenden jaren bezig met de kunst van het vliegen. Het begon allemaal met de vogel. Het dier dat zich kon verplaatsen door de lucht. Hoe, is voor een hele lange tijd een mysterie geweest voor mens.

De eerste wetenschapper die zich verder verdiepte in de kunst van het vliegen bij vogels, was Leonardo da Vinci. Hij had een uitgebreide analyse gemaakt over hoe vogels kunnen vliegen. Dit resulteerde in vier ontwerpen van vliegmachines voor de mens, waaronder een ontwerp dat verdacht veel leek op de moderne helikopter. Da Vinci had niets van zijn werk gepubliceerd, waardoor zijn schetsen in zijn tijd nooit uitgewerkt zijn.
In 1783 ging het vliegen van de mens verder. In dit jaar vond de eerste ballonvlucht plaats met een hete-luchtballon. Ontworpen door de gebroeders Montgolfier.

De eerste poging die nog het meest lijkt op het vliegen van vandaag de dag was is 1894. Otto Lilienthal slaagde erin om voor het eerst te zweven op lucht. Hij bewees dat het werkelijk mogelijk was om te zweven op lucht, alleen kwamen hij en zijn collega's niet verder dan een vlucht van 200m. [5]

De opkomst van de zeppelin in 1900 betekende de opening van de eerste lijndiensten door de lucht in Amerika. Het eerste gemotoriseerde vliegtuig werd gemaakt door de gebroeders Wright. De Wright Flyer (1903) was het eerste vliegtuig dat een gecontroleerde vlucht maakte. In september 1909 vloog de fransman Louis Blériot als eerste mens het kanaal tussen Frankrijk en Groot-Brittannië over in een vliegtuig.

De ontwikkelingen die hieruit volgden waren een doorbraak voor zowel lijndiensten als het winnen van oorlogen.

2.3.2 De sensatie van het vliegen

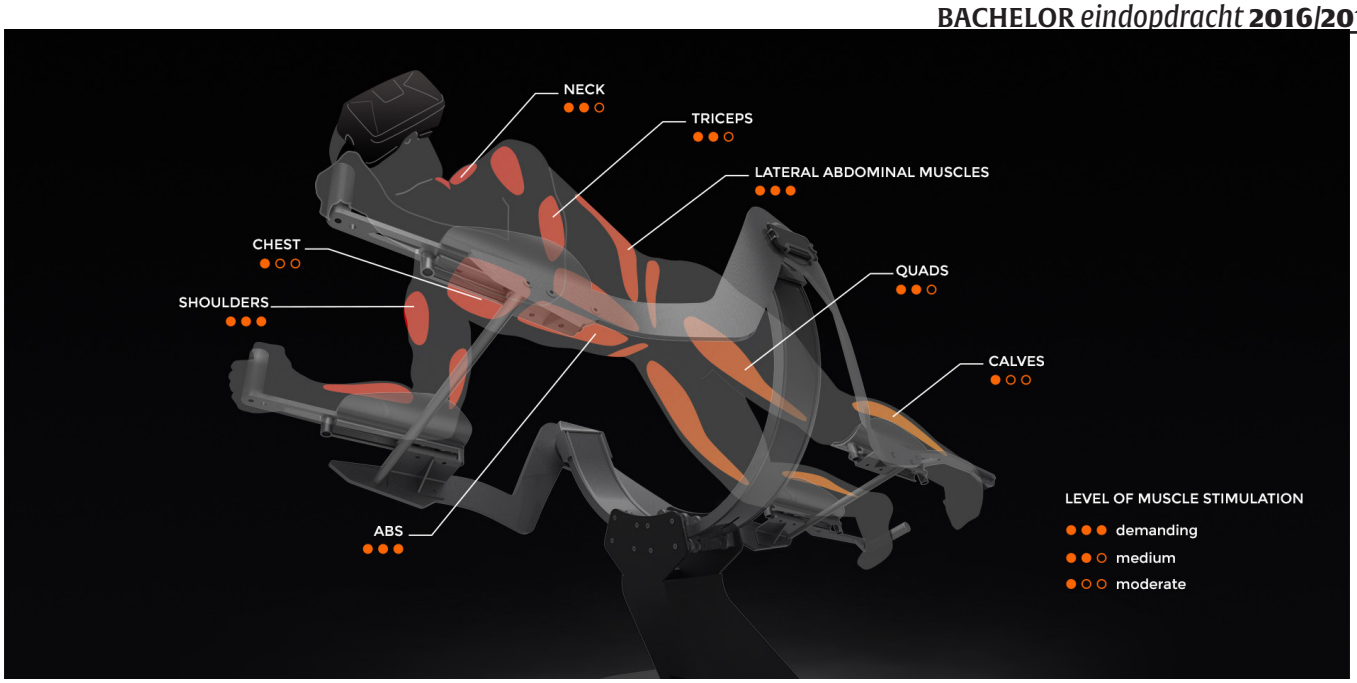
Sinds de uitvinding van het vliegen zijn mensen bezig om het gevoel van vliegen te proeven. Vooral in de afgelopen 50 jaar hebben mensen steeds nieuwe manieren gevonden om deze sensatie te ervaren.

De manier die het meest voor de hand ligt is parachute springen. Ook in een ravijn springen met een wingsuit aan en een parachute is populair bij de extreme sporters.
Dit geeft de gebruiker niet alleen een adrenaline kick, maar voor een moment ben je los van de aarde en voelt men zich vrij en gewichtsloos. Parachute springers genieten ervan om op hoge snelheid door de lucht te snijden.

2.3.3 De kunst van het vliegen

<u>De wet van Bernoulli</u>
Om te kunnen vliegen, zijn twee dingen belangrijk. Je moet zorgen voor ondersteuning én je moet vooruit willen. Een voorbeeld; als men loopt dan steunt de mens op de grond en zet men zich daartegen af. Daardoor komt men vooruit. Bij water wordt dat al iets lastiger. Ook dan duwt men tegen het water om boven te blijven en vooruit te komen. Lucht is nog dunner dan water. Als je niets doet, dan valt men zo naar beneden. Om vooruit te kunnen vliegen en in de lucht te blijven, moet de lucht dus naar achteren én naar beneden worden verplaatst. [3]

Vogels zijn de enige gewervelde dieren met veren. Vogels hebben net als alle gewervelde dieren een skelet, alleen het skelet is ingericht op vliegen. Het skelet van een vogel bestaat uit een schedel, kaakbeenderen, een wervelkolom, een opperarm been, ribben en een borstbeen, een dijbeen een scheenbeen en loop poten. Het meest opvallende van het skelet van een vogel is dat de botten hol zijn vanbinnen. Zo is het gewicht van de vogel zo licht mogelijk en is het makkelijker om te vliegen. [17]
Ook heeft een vogel sterke spieren nodig om in de lucht te kunnen blijven, om op te stijgen en het landen. De meeste spieren van de vogel zitten in de romp, waarvan de borstspieren het belangrijkste zijn. Deze spieren die zorgen ervoor dat de vogel kan vliegen. De borstspieren vormen 1/5 tot 1/3 deel van het totale lichaamsgewicht.



Figuur 1: ICAROS fitness and a virtual reality game

De bouw van een vleugel
Het krachtenspel dat zich afspeelt als een voorwerp door de lucht beweegt, heet aerodynamica. De vleugel van een vogel heeft een heel bolle bovenkant en een holle onderkant. De lucht die langs de bovenkant van de vleugel glijdt, legt dan ook een langere weg af dan de lucht onder de vleugel. Daardoor is de snelheid boven veel groter dan onder.

En daar komt meneer Bernoulli in beeld. Zijn wet zegt namelijk dat als lucht sneller stroomt, de druk dan afneemt. Dat is precies wat er bij een vleugel gebeurt. De druk aan de bovenkant van de vleugel is veel lager dan de druk aan de onderkant van de vleugel. Het drukverschil dat hier gevormd wordt, zorgt voor een opwaartse kracht die groter is dan de zwaartekracht.

En zo vliegt een vogel. De voorwaarde is dat er sprake is van luchtstroming. De vleugel moet daadwerkelijk voortbewegen. Door te fladderen, duwen de vleugels de lucht steeds naar boven en beneden. Zo blijft de vogel 'drijven' in de lucht. De veren aan de punt van de vleugels en de staartveren, ook wel de slagpennen genoemd, zorgen ervoor dat een vogel goed kan sturen, draaien en stabiel in de lucht kan blijven hangen.

Het vliegtuig
Een vliegtuig lijkt als het om de vliegtechniek gaat vrij veel op een vogel. Net als de vleugel van een vogel heeft een vliegtuigvleugel een bolle bovenkant en een platte onderkant. De lucht die langs de bovenkant glijdt legt een langere weg af dan de lucht onder de vleugel. Hier geldt weer de wet van Bernoulli.

En zo vliegt een vliegtuig. Het 'hangt' eigenlijk aan de lucht. De voorwaarde is ook hier dat er sprake is van luchtstroming. Dat betekent dat de vleugel daadwerkelijk moet voortbewegen. Een vliegtuigvleugel kan natuurlijk niet bewegen zoals vleugel van een vogel dat doet. Daarom heeft een vliegtuig sterke motoren die zorgen dat het vliegtuig voortbeweegt.

2.3.4 Vlieg simulaties en virtual reality

In de luchtvaart wordt er tegenwoordig veel gebruik gemaakt van vliegsimulaties. Deze vormen zelfs een belangrijk onderdeel van de opleiding tot piloot. Ook begint Virual Reality verder door te dringen in het simuleren van vliegen. Niet alleen voor educatief gebruik maar ook vooral voor de particuliere gebruiker. Men haalt voor een klein bedrag al een eigen VR-bril in huis.

Verdere toepassingen zijn te zien in de gezondheid branche. De Icaros[7] is een fitness apparaat en tegelijkertijd ook een virtuele game. Ook de Birdly[14] en de Mindride Airflow[15] zijn virtual reality simulaties om de gebruiker het gevoel van vliegen te laten ervaren.

2.3.5 Leonardo da Vinci

Kunstenaar Leonardo da Vinci kon het dromen niet laten. Duizenden pagina's tekende en schreef hij vol met uitvindingen[3]. Hij bedacht helikopters, auto's en kanonnen. Én talloze manieren om te vliegen. Waar hij ook ging, altijd had Leonardo een notitieboek bij zich. Zo vergat hij geen enkele observatie en liet hij geen enkel idee vervliegen.

Leonardo was nog maar veertien jaar toen hij in 1466 als schilder leerling naar Florence kwam. 'Een beetje anders', vonden de mensen hem. Iemand die niet helemaal paste. Hij kwam uit Vinci, een klein stadje dertig kilometer verderop. Leonardo groeide op in de vallei van de rivier de Arno. Daar zag hij zijn eerste 'vliegmachines': boven het dal zweefde altijd wel ergens een buizerd. (H. Anna Suh, 2013)

Het was het begin van zijn levenslange fascinatie voor het vliegen. 'Wat is een vogel? Een mechaniek, nietwaar?' Schreef hij later. Het moest volgens hem mogelijk zijn om zo'n mechaniek na te bouwen. Niet dat Leonardo op zoek was naar zoiets als ons vliegtuig. Nee, het ging hem om de nabootsing van de natuur. Want als je het na bouwde en het werkte, dan doorgrondde je het pas echt.

Het was het begin van zijn levenslange fascinatie voor het vliegen. 'Wat is een vogel? Een mechaniek, nietwaar?' Schreef hij later. Het moest volgens hem mogelijk zijn om zo'n mechaniek na te bouwen. Niet dat Leonardo op zoek was naar zoiets als ons vliegtuig. Nee, het ging hem om de nabootsing van de natuur. Want als je het na bouwde en het werkte, dan doorgrondde je het pas echt.

Zijn eerste pogingen deed Leonardo in het atelier van de Florentijnse kunstenaar Verrocchio. Daar legde hij de basis voor zijn uitvindingen. Hij kreeg allerlei technische trainingen, zoals machinebouw.

Maar het geheim van de vogel, dat bleek moeilijk te vinden. Leonardo dacht en tekende verder. Hij besloot het over een andere boeg te gooien. In 1482 stuurde hij een sollicitatiebrief naar Ludovico Sforza van Milaan, een rijke man die bekend stond om zijn kunst liefde én zijn grote investeringen in defensie. Leonardo werd aangenomen. Hij verhuisde naar het noorden en stortte zich daar opnieuw op het raadsel van de vliegkunst.

Deze keer pakte hij het anders aan. Nu keek hij ook naar de vleermuis, die met zijn leren vleugels vast meer gewicht zou kunnen dragen. Hij probeerde dat na te bootsen met een enorme wiek van hout en linnen. Die moest met behulp van menselijke spierkracht een loodzwaar blok kunnen optillen.

Het was het begin van een reeks studies naar de mens als mogelijke vliegmachine. Leonardo was ervan overtuigd dat hij het menselijk lichaam alleen maar wat hoefde 'uit te bouwen' om het aan het vliegen te krijgen. De vraag was alleen hoe. In die geest ontwierp hij zijn eerste complete vliegmachine, die lijkt op een enorme kruisboog. Het werd door een liggende piloot bediend die alleen zijn spierkracht nodig had.

Leonardo werd ouder, maar zijn vlieg studies liet hij nooit lang in de steek. Wel liet hij de anatomie van de vliegende mens op een gegeven moment voor wat het was. Hij keerde terug naar de vogels. Bijna een heel notitieboek wijdde hij aan een systematische studie van hun vlieg technieken en de mogelijkheid die mechanisch na te bootsen. [3]

Leonardo noemde zichzelf een 'leerling van de ervaring'. Hij kon kijken als de beste. Hij slurpte de wereld om hem heen in zich op en verzon de prachtigste uitvindingen. Biomimicry noemen we zo'n benadering nu: innovaties die rechtstreeks zijn geïnspireerd door de natuur. Hoewel het Leonardo nooit lukte om echt te vliegen, bracht hij veel anderen op ideeën. Wel heeft hij een paar van zijn ideeën op papier gezet.

De Parachute:
In 1483 bedacht Da Vinci de parachute. Niet de parachute zoals wij deze kennen maar een piramide vorm die aan de onderkant open was. Hij beschreef het als iets waar men van grote hoogte kon springen zonder gewond te raken. Het duurde tot het begin 1900 voor dat iemand de sprong durfde te wagen met het ontwerp.

De Ornithopter:
Dit is een ontwerp voor een vliegtoestel dat vliegt door het klapperen van vleugels. In 1490 concludeerde Da Vinci dat de mens gewoonweg te zwaar is om op eigen kracht te kunnen vliegen. Hiertoe ontwikkelde hij een mechanische oplossing.

De Aerial screw:
De voorloper van de helikopter. Aan het einde van de vijftiende eeuw ontwerp Leonardo da Vinci de Aerial Screw. Da Vinci's helikopter kenmerkt zich door een diameter van 4,5 meter groot. De constructie bestaat uit een platform waar vier mannen op kunnen plaatsnemen, en een kap van riet en linnen. De roterende beweging van de propeller zou het platform van de grond moeten tillen.

2.4 Leonardo, of de droom van het vliegen

'Leonardo, of de droom van het vliegen' is de naam manifestatie van Museum Twentse Welle die in februari van start gaat. Deze manifestatie gaat over het fenomeen vliegen. Het ogenschijnlijk eenvoudig in de lucht blijven, je mee laten voeren op de stromen van de wind. Je ontdekt hoe het kan dat een vogel in de lucht blijft. Hoe rupsen het luchtruim kiezen door te transformeren tot vlinders met prachtige vleugels. Hoe de zaden van de esdoorn hun vleugeltjes uitzetten zodat de wind ze optimaal kan verspreiden.

Maar ook hoe de droom om los te komen van de aarde, om op eigen kracht door het luchtruim te suizen, ons al eeuwenlang achtervolgt. Van de schetsontwerpen van Leonardo via de luchtballon en de zeppelin naar de motorisch aangedreven drones van vandaag en naar de droombeelden van kunstenaars.

In 'Leonardo, of de droom van het vliegen' wordt het onzichtbare zichtbaar gemaakt. Het gaat over luchtwervelingen en windtunnels, over beweging, over lichtheid, over evenwicht, zweven. Dat wat er gebeurt met de lucht als je vliegt; dat is hier overal te zien.

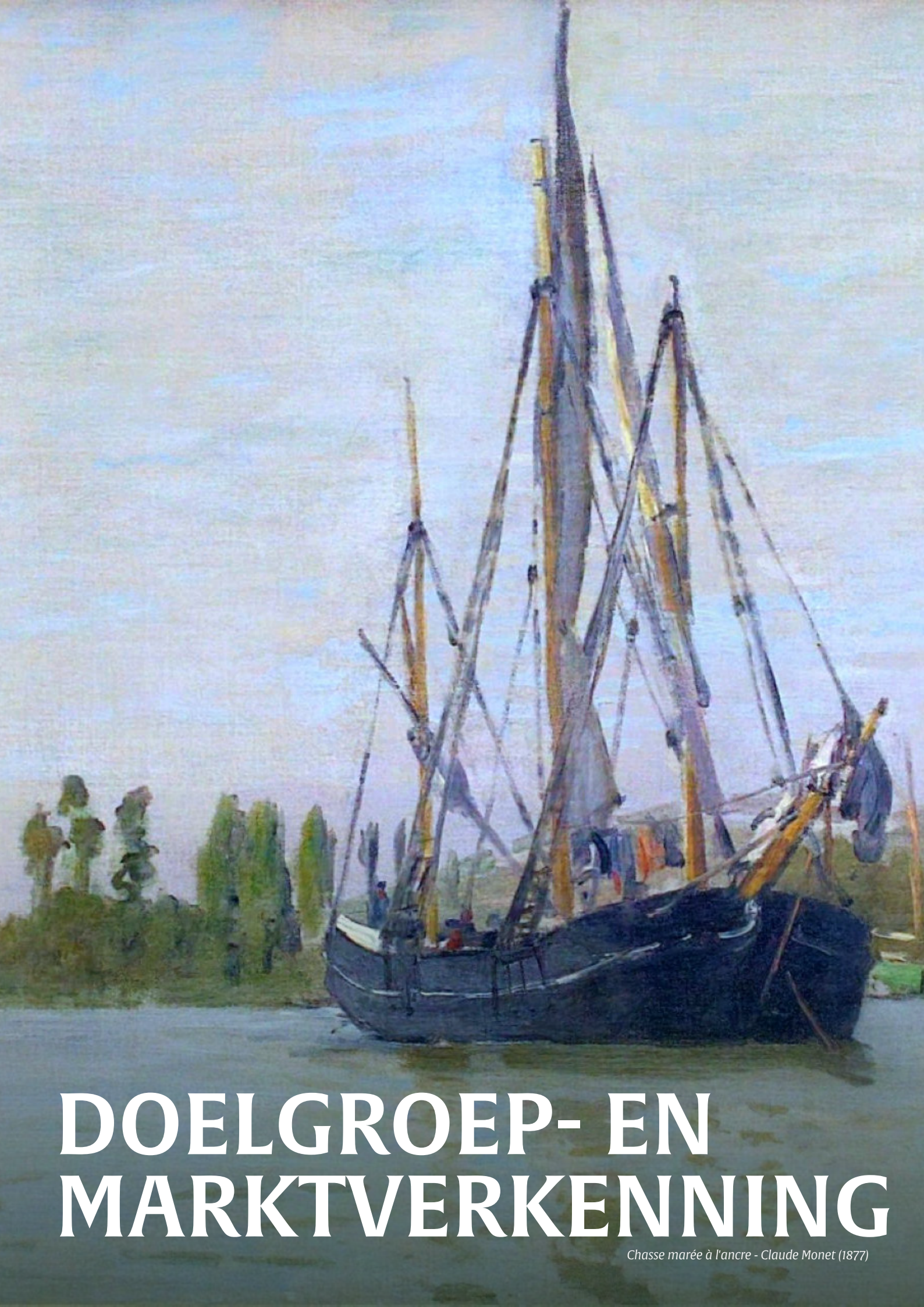
Aan de hand van de menselijke inventies door de jaren heen maakt het publiek kennis met de natuurhistorische collecties van Twentse Welle; vogels, insecten en andere vliegende dieren. Want, de natuur is de grootste inspiratiebron voor de menselijke droom om te kunnen vliegen. Er zijn modellen van Leonardo's uitvindingen te zien, maar ook heel vroege vliegtuigen. Er zijn luchtballonnen, drones en droombeelden van kunstenaars als Panamarenko.

2.5 Conclusie analyse

Aan de hand van de analyse is er nog geen programma van eisen gevormd. Het programma van eisen is sterk afhankelijk van de gebruiker en de omgeving die in het volgende hoofdstuk behandeld gaan worden.
De analyse heeft voor een beter inzicht gezorgd over de geschiedenis van vliegen, Leonardo da Vinci en het gevoel dat vliegen bij mensen oproept.
Dit zijn aspecten die wel mee genomen zullen worden in de idee generatie en de eerste concepten, maar ze zullen niet zo belangrijk zijn dat hier eisen uit voort komen.

Uit de marktanalyse is wel op te maken dat mensen al eeuwen geobsedeerd zijn door het vliegen, en dit maar al te graag zelf willen kunnen. Tegenwoordig willen mensen zich in kunnen leven in de vlucht van een vogel. Dit kan geëvenaard worden met virtual reality toepassingen. Museum TwentseWelle wil hier ook aan mee doen, en aan het licht brengen wat vliegen is en hoe dit voelt.

Figuur 2: Kunstwerk Panamarenko



DOELGROEP- EN MARKTVERKENNING

Chasse marée à l'ancre - Claude Monet (1877)

HOOFDSTUK 3
DOELGROEP- EN MARKTVERKENNING

Nu het vooronderzoek is gedaan, is het tijd aandacht te besteden aan de omgeving en gebruikers. In dit hoofdstuk is het belangrijk om de wensen en de visie van de doelgroep concreet te maken. De ontwerp richting wordt bepaald en scenario's zullen worden geschetst.

3.1 Doelgroep

De beoogde doelgroep bestaat uit kinderen tussen 6 en 16 jaar oud. Deze leeftijdsgroep bevat veel verschillen en is breed gekozen. Het is belangrijk dat het ontwerp gemaakt is met het oog op de wensen van het kind. Ouders en volwassenen zullen minder of geen gebruik maken van het ontwerp.

Een maximale leeftijd van 16 jaar is zo gesteld dat de drempel, voor volwassenen, om gebruik te maken van de vliegmachine, te groot is.

3.1.1 De zesjarige

De minimale leeftijd is zes jaar. Rond het zesde levensjaar zijn kinderen bezig met zelf beslissingen nemen. Het gedrag van een zesjarige wisselt tussen het gedrag van een groot kind, dat geconcentreerd aan het werk kan en enige verantwoordelijkheid kan nemen, en het gedrag van een kleuter. Deze leeftijdsgroep is nieuwsgierig naar de wereld en wil graag nieuwe dingen ontdekken en leren.

Ook verandert het denkpatroon van de kinderen op deze leeftijd. Ze zullen realistischer gaan denken. Het kind leert onderscheid maken tussen waar en niet waar. Ook wordt het denken logischer. De zesjarige leert oorzaak en gevolg van elkaar te scheiden, en zal steeds meer in staat zijn tot het leggen van logische verbanden.

3.1.2 De zestienjarige

De zestienjarige zit midden in de middelbareschooltijd. Ze zijn dagelijks bezig met elektronica en sociale media. Het sociale leven van deze leeftijdsgroep is in volle bloei. Buiten de sociale media en WhatsApp om wordt er naast school veel afgesproken, en ontstaan er vriendengroepen. De meeste tieners van deze leeftijd hebben meer behoefte aan spanning en sensatie. Ze zullen vaker een enge film opzetten en spannende series kijken.
Zestienjarigen zijn minder afhankelijk van hun ouders. Ze doen het liefst alles zelf en keren zich soms zelfs tegen de ouders.

3.1.3 Afmetingen

In deze doelgroep is niet alleen mentaal veel verschil, maar ook vooral een groot fysiek verschil. In kracht, lengte en gewicht zullen grote variaties voorkomen. Daarom is er voor de kleinsten en de grootsten gekeken naar de minimale en maximale variabelen. Bij variabelen moet je denken aan lengte, binnen beenlengte en gewicht. [6]

De binnen beenlengte is van belang bij het ontwerpen van een fiets. Hier wordt later op ingegaan tijdens de concept uitwerking. Zo vroeg in het ontwerpproces is deze maat nog niet van belang, maar omdat dit later een belangrijk punt is, wordt het nu al benoemd.

De gemiddelde lengte voor kinderen van 6 jaar:
Jongens: 120.1
Meisjes: 118.7
Minimale lengte waar rekening mee gehouden gaat worden is 110 cm

Het gemiddelde gewicht voor kinderen van 6 jaar:
Gewicht jongens: 22 kilo (gezond gewicht)
Gewicht meisjes: 21 kilo (gezond gewicht)
Het minimale gewicht waar rekening mee gehouden gaat worden is 20 kilogram

De gemiddelde lengte voor kinderen van 16 jaar:
Jongens: 178,7
Meisjes: 168,6
Maximale lengte: 185 cm

Gewicht jongens: 61 kg (gezond gewicht)
Gewicht meisjes: 57 kg (gezond gewicht)
Maximale gewicht: 80 kg

Binnen beenlengtes (bron):
Minimaal (5 jaar): 52 cm
Maximaal (16 jaar, man): 79 cm

3.2 brainstorm met de Musea

Deze ontwerp opdracht is wordt gedaan in opdracht van zowel Rijksmuseum Twenthe als Museum Twentse Welle. Om een indruk te krijgen van de visie van beide musea heeft er een brainstorm plaatsgevonden met directeur Arnoud Odding en conservator Nikki Olde Monnikhof. De bedoeling was om duidelijkheid te scheppen over de verwachtte ontwerp richting en de eerste ideeën op papier te zetten. Voor de brainstorm waren de eerste ideeën vanuit eigen intenties en kennis op papier gezet, deze werden vergeleken met de ideeën van de directeur en conservator.

De van te voren bedachte ideeën zijn tijdens het overleg besproken en is er gekeken naar de mogelijkheden en wensen. Er waren zeven beginnende ideeën. Zie figuur 1 in de bijlage.

Het belangrijkste punt wat naar voren kwam was dat er vanuit het gevoel ontworpen moest worden. Het gevoel van de gebruiker staat centraal, en hoe je dit gevoel ervaart. Kijk naar temperatuur, zicht, wind, gewichtloosheid, etc.

Als gevolg van het overleg is er eerst onderzoek gedaan naar het gevoel dat vliegen met zich mee brengt. Wat is de droom van het vliegen? “De droom van het vliegen is om niet meer in contact te zijn met het aardoppervlak en de zwaartekracht te weerstaan” aldus Arnoud Odding. Het eind ontwerp moet niet zo zeer een toestel of een voorwerp zijn, maar het moet een hele ervaring zijn.

Om door te gaan op de ervaring, moest duidelijk gedefinieerd worden wat het verschil is tussen vliegen en zweven.

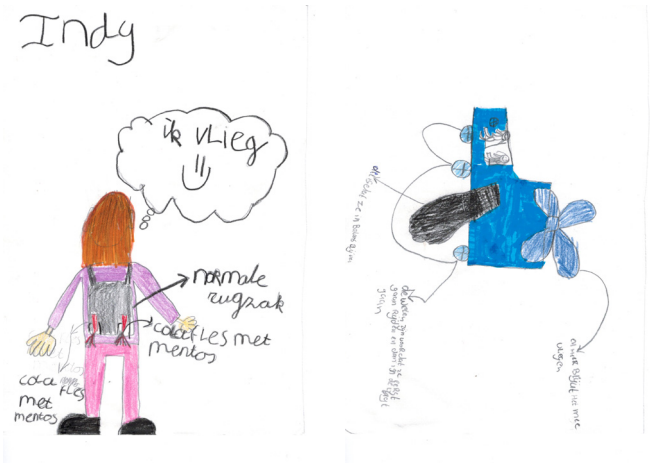
Tussentijdse reflectie
De eerste schetsen bevatte veel hightech ontwerpen. Tijdens het tweede overleg, met Arnoud Odding en Nikki Olde Monnikhof, volgde dat tenminste de helft van de ideeën low-tech moesten zijn.
De belangrijkste reden hiervoor was de haalbaarheid van het product en het beschikbare budget. Rijksmuseum Twenthe en Twentse Welle zijn beide musea die graag de gebruiksvoorwerpen zo eenvoudig mogelijk willen houden. En daar past geen elektronica bij.

3.3 brainstorm kinderen

Het is algemeen bekend dat kinderen en volwassenen erg verschillen in de verbeelding en de belevenis van dingen.
Om een indruk te krijgen van het denkbeeld dat kinderen hebben over vliegen is er een brainstormsessie gehouden met basisschool La Res in Enschede. Voor deze sessie zijn de groepen 5 en 6 benaderd. Beide groepen waren enthousiast en zeker bereid om mee te werken aan de ontwerp opdracht.

De sessie werd gestart door een filmpje van het klokhuis over Leonardo da Vinci en zijn uitvindingen met betrekking tot het vliegen. Daarna werd er klassikaal een vragenlijst behandeld die als resultaat een indicatie zou geven van de fantasie en het gevoel bij de kinderen die zij associëren met vliegen.

De kinderen waren heel enthousiast en praatten ronduit over hun dromen over vliegen. Groep 5 was vooral veel bezig met dromen en de fantasie die ze over vliegen hebben. Groep 6 was daarentegen veel meer bezig met logische ontwerpen. De tekeningen die ze gemaakt hadden waren voornamelijk gebaseerd op vliegtuigen en luchtballonnen. Deze leeftijdsgroep was al veel meer bezig met de werkelijkheid en bestaande vliegmachines.
Alle resultaten van de brainstorm zijn te vinden in bijlage 1.



Figuur 3 & 4: Tekeningen van een vliegmachine door de kinderen van Basisschool la Res

3.4 Scenario's

Voor de idee generatie begint is het handig om alvast te kijken naar situaties die voor kunnen komen. Door het beschrijven van scenario's ontstaat er een inzicht over hoe het apparaat in variërende situaties moet functioneren. Onderstaand worden vijf scenario's beschreven, waarin rekening gehouden wordt met extreem gedrag. Je kan namelijk niet verwachten dat de gekozen doelgroep zich ten alle tijden netjes gedraagt.

3.4.1 Het kinderfeestje

Op een doordeweekse dag in maart organiseert de kleine Jacco (9 jaar) een kinderfeestje voor 8 vriendjes. Tijdens het kinderfeestje wil hij graag naar het Museum Twentse Welle om daar knutsel activiteiten te doen. Voor dat het kinderfeestje zich naar de fabriek begeeft komen ze nog langs de Fietshelikopter in pakloods 2. De kinderen worden goed ingelicht over wat ze wel mogen doen en wat vooral niet. Bij de eerste twee jongens gaat het goed, maar dan wordt de rest zo enthousiast dat ze beginnen te springen en te schreeuwen. De kleine Piet (8jaar) wordt ongeduldig en begint aan de helikopter te trekken. Op het moment dat hij eindelijk mag vliegen, kan hij moeilijk stil blijven zitten en gaat allemaal bewegingen maken als hij boven in de lucht hangt. Na Piet wil ook Nicolas een vlucht maken, alleen door het drukke gedrag van Piet denkt Nicolas dat hij ook wel druk kan blijven en is nog onrustiger tijdens de vlucht dan dat Piet was.

3.4.2 Het familie-uitje

Jan en Marleen zijn de grootouders van Joost en Iris. Opa en Oma vonden het leuk om met de kleinkinderen naar Enschede te komen om de Twentse Welle te bezoeken. Via de site hadden ze gelezen dat er een vliegmachine in het museum staat, en deze wil vooral Joost graag uitproberen. In het museum aangekomen is Joost dan ook de eerste die in de Fietshelikopter gaat zitten. Hij luistert goed naar de gegeven informatie en maakt zijn vlucht. Waarna Iris ook de helikopter instapt. Na dat beide kleinkinderen zijn geweest, wil opa Jan het eigenlijk ook graag proberen. Maar opa jan heeft van al het bier een buik gekregen en is aan de zware kant. De begeleider zegt tegen opa Jan dat hij eerst op de weegschaal moet gaan staan om te kijken of de helikopter zijn gewicht kan houden voor dat hij een vlucht gaat maken.

3.4.3 De schooltrip

Juf Lisa gaat samen met haar basisschool klas op schoolreis naar Museum Twentse Welle. De Juf heeft op internet een artikel gezien over de Fietshelikopter. Samen met 23 kinderen komt ze aan in het museum. De kinderen zijn allemaal enthousiast en willen allemaal een ritje maken in de Vliegmachine. Behalve Esmee (11 jaar) staan alle leerlingen netjes in een rij te wachten. Juf Lisa heeft alleen een probleem, want de klas heeft maar 2 uur de tijd in het museum, en ze willen ook nog andere dingen bekijken. Al met al hebben ze maar een half uur de tijd om alle leerlingen een ritje te laten maken in de vliegmachine.

3.4.4 De volwassen museumbezoekers

Op een namiddag in mei komt kunstliefhebber Arjan (46 jaar) een bezoek brengen aan de Twentse Welle. Hij is speciaal naar Enschede gekomen voor de kunstwerken van Panamarenko. In het museum aangekomen ziet hij de Fietshelikopter staan en vervolgens wil hij deze graag uitproberen. Arjan heeft een gewicht van 85 kilo en een lengte van 185 cm. Hij is eigenlijk te groot voor de helikopter, maar hij wil het toch graag proberen. De begeleider die naast de helikopter staat denkt dat voor één keer een uitzondering maken voor een enkele bezoeker, geen probleem is. Arjan maakt een vlucht en halverwege de vlucht begint de vliegmachine een klein beetje te kraken. Hij komt snel en veilig weer naar beneden en vervolgt zijn museum bezoek.

Een week later is er een vergelijkbare situatie met Marit (38 jaar, 73 kilo en 177cm groot). De begeleider die deze dag naast de helikopter zit denkt ook wel een keer een uitzondering te maken. Alleen tijdens de vlucht, op een hoogte van 1,80 meter, gaat er iets mis. De ophijssysteem begeeft het en de helikopter valt bijna naar beneden. Gelukkig zit er een goede valbeveiliging in het ophangsysteem, maar Marit is wel flink geschrokken net als de begeleider die ernaast stond.

3.5 Voorlopig Programma van Eisen

Voorafgaand aan het onderzoek is al gezegd dat het programma van eisen moeilijk is vast te stellen zo vroeg in het proces. Na de doelgroep analyse en de marktverkenning zijn er al wel eisen en wensen naar voren gekomen.

Technische eisen:
- Toegankelijk voor een minimale lengte van 120 cm
- Toegankelijk voor een maximale lengte van 180 cm
- Moet een maximaal gewicht van 70 kg kunnen dragen
- Het ontwerp moet gebruiksvriendelijk zijn voor zowel kinderen van 6 jaar als kinderen van 16 jaar
- De gebruiker moet het gevoel krijgen dat hij/zij kan vliegen

Wensen:
- Het kind moet invloed uit kunnen oefenen op het verloop van de activiteit, iedere vlucht is dus uniek.

3.5 Conclusie

De gekozen doelgroep is breed en heeft grote variaties in lengte, gewicht en gedrag. Om het ontwerp goed aan te passen aan de volledige doelgroep, wordt er rekening gehouden met de kleinste en de grootste.

Vervolg op de doelgroep verkenning was het bezoek aan basisschool La Res. De kinderen van groep 4 en 5 zijn van mening dat het vliegen en zweven niet hetzelfde is, en hier moet bij het ontwerpproces zeker onderscheid tussen gemaakt worden.

Aan de hand van de doelgroep en marktverkenning is er een begin gemaakt aan een programma van eisen. In de loop van het verslag wordt het programma van eisen verder aangevuld.

IDEEËN EN CONCEPTEN

Virgin and Child with St. Anne - Leonardo da Vinci (1516)

HOOFDSTUK 4
IDEEËN EN CONCEPTEN

In dit hoofdstuk wordt de informatie, gevonden in de voorgaande hoofdstukken, verwerkt tot ideeën en de eerste concepten. Voorafgaand aan de idee generatie wordt eerst het verschil tussen vliegen en zweven benadrukt en uitgewerkt.

4.1 Vliegmanieren

Het kunnen vliegen is al sinds het bestaan van de mens een wens of droom geweest. Vanaf de eerste vlucht van een luchtballon in 1783[5] is de ontwikkeling van vlieg technieken een flinke groei doorgaan.

Tegenwoordig is het vliegtuig een gangbaar vervoersmiddel. Maar het vliegen met een vliegtuig is niet het de enige manier waarop de mens de zwaartekracht probeert te weerstaan. Hieronder staan manieren waarmee een mens dit nog meer probeert te bereiken:

- Zwemmen
- Skydiven
- Paragliden
- Leviteren
- Liggen in een zoutbad
- Virtual reality
- Zweven met ballonnen
- Magnetisme

Het laatste, magnetisme, gaat vooral over het wrijvingsloos kunnen glijden over een oppervlak.

4.2 Content / structuur

De idee generatie is gebaseerd op de verschillende manieren waarmee de sensatie van het vliegen nagebootst kan worden. Bij de sensatie van het vliegen wordt er onderscheid gemaakt tussen vliegen en zweven. Tijdens de brainstormsessie met basisschool la Res werd duidelijk dat kinderen uit zichzelf al onderscheid maken tussen vliegen of zweven.

Ook moet er gekeken worden naar het verschil tussen hightech en low-tech oplossingen. De ratio tussen deze twee moet 50/50 worden.

4.3 Het gevoel

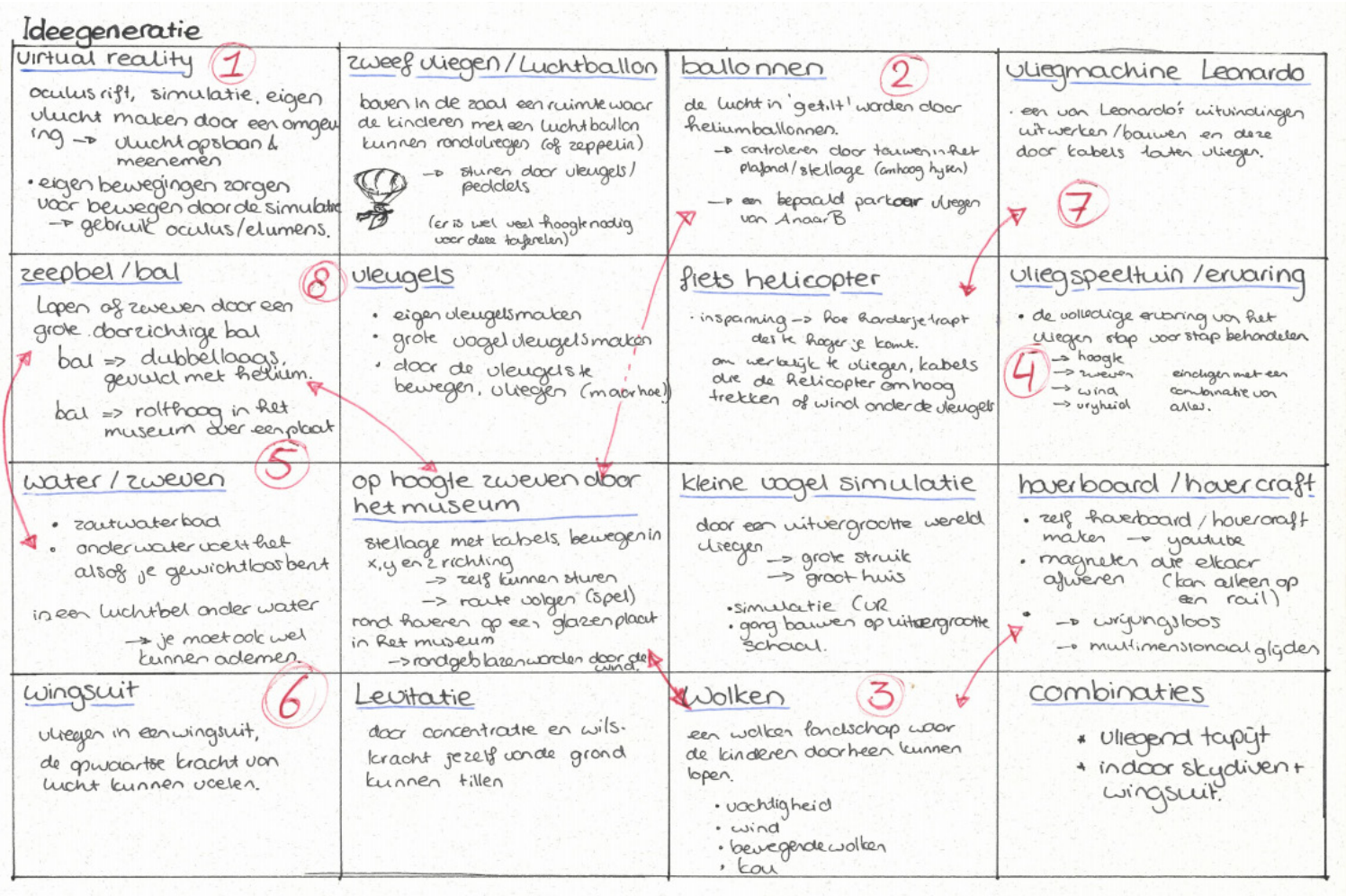
Als eerder benoemd in paragraaf 3.2 is het gevoel van vliegen, het los zijn van de grond en het weerstaan van de zwaartekracht.
Het weerstaan van de zwaartekracht is de wetenschappelijke definitie van vliegen.
Alleen de wetenschap achter vliegen speelt een kleine rol in dit ontwerpproces. Het hoofddoel is het vastleggen van het gevoel. En dan met name het gevoel dat vliegen oproept bij kinderen tussen de 6 en 16 jaar. De beschrijving van dit gevoel is daarom doorslaggevend voor het ontwerp.

Bij de voorbereidingen van het onderzoek is bepaald dat het verschil tussen zweven en werkelijk vliegen van belang is voor het eind ontwerp. De scheidingslijn tussen deze begrippen is iets wat meer duidelijkheid vergt.

In de onderstaande tabel zijn de verschillen tussen zweven en vliegen beschreven door de kinderen van basisschool La Res.

Zweven	Vliegen
Rustig	Vleugels gebruiken
Minder hoog	Spieren gebruiken om in de lucht te blijven
Zweven is langzaam springen. Uiteindelijk kom je weer op de grond	In de lucht blijven hangen door het bewegen van ledematen
Niet spannend	Actief en wel spannend
Rustig om je heen kijken	Het gevoel van de wind onder de vleugels
Geen gevoel, je zweeft in het niets	Je kan zelf de richting bepalen
Er is thermiek nodig	Het overwinnen van de zwaartekracht
Je voelt geen zwaartekracht.	

Figuur 5: Tabel, vliegen tegenover zweven



Figuur 6: Ideegeneratie Chart

4.4 Idee generatie en Chart

Voorafgaande aan de eerste idee generatie is er een mindmap opgesteld. Zie in de bijlage de eerste mindmap.

De mindmap is vervolgens verder uitgewerkt tot een chart. De chart bestaat uit zestien vakken, waarvan er vijftien gevuld zijn met ideeën en manieren om het vlieg gevoel te ervaren. Hierbij is al rekening gehouden met het verschil tussen zweven en vliegen.

4.5 Eerste concepten

De chart is een manier om de verschillende mogelijkheden naast elkaar te zetten en vervolgens combinaties te maken van deze vliegmanieren.
Dit leidt tot het ontstaan van de eerste acht concepten. De acht concepten zullen bestaan uit een idee schets, een mogelijke uitwerking en eventuele specificaties.

4.5.1. Virtual Reality

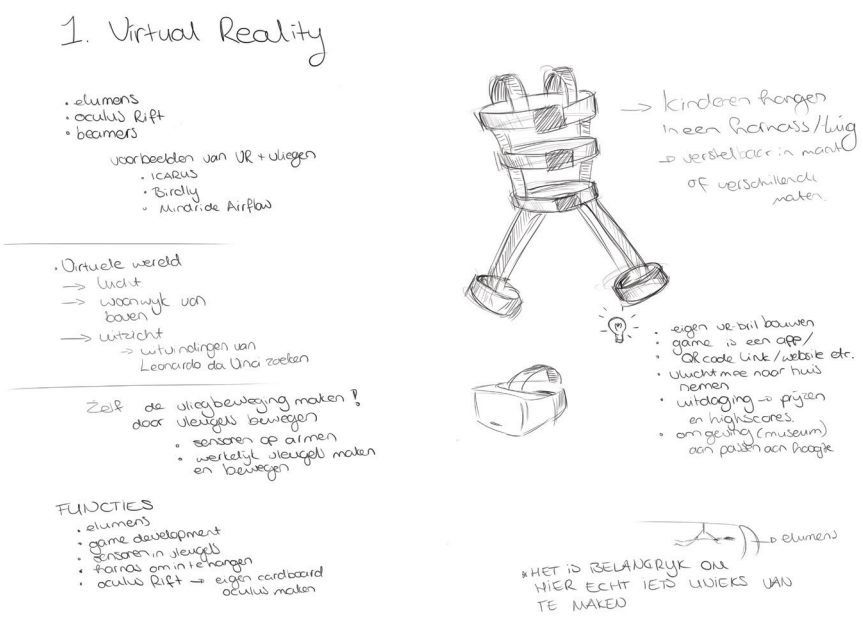
Het gebruik van virtual reality om het vlieg gevoel te simuleren is op verschillende manieren mogelijk. Het meest voor de hand liggende is gebruik maken van de Oculus Rift. Maar toch zijn er manieren waarop dit eenvoudiger en goedkoper te simuleren is.

- De Elumens (een scherm in de vorm van een halve bol)
- Gebruik maken van beamers

Voorbeelden van bestaande toepassingen zijn:

- Icarus
- Birdly
- Mindride Airflow

Omdat virtual reality vaak alleen beleven is, en niet zelf doen, is zelf de vleugelbeweging maken een extra functie die zeer veel kan bijdragen aan de vliegervaring. Bijvoorbeeld door sensoren plaatsen op de armen.



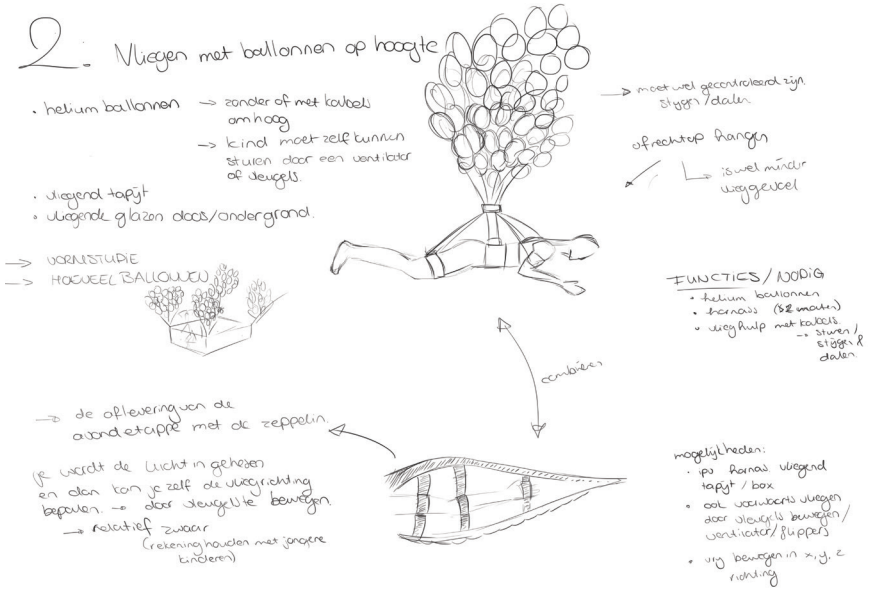
Figuur 7: Concept 1, Virtual Reality

Realisatie en uitwerking:

- Elumens/oculus Rift
- Game development
  -> Virtuele wereld
  -> Over Enschede vliegen (woonwijk
  -> Uitzicht over Enschede en dan tussendoor uitvindingen van Leonardo da Vinci zoeken
- Ingebouwde sensoren in de vleugels
- Hangen in een harnas los van de grond
- Of je eigen cardboard vr-bril maken en dan met eigen telefoon en een applicatie.

Bij dit concept is het belangrijk om er iets unieks van te maken omdat er al ideeën bestaan die hierop lijken. Dit kan bereikt worden door er een doe het zelf ervaring van te maken, of prijzen geven aan de beste vlieger.

Bij het gebruik hangt de deelnemer in een harnas. Dit harnas is verstelbaar voor de verschillende grootten van de gebruikers. Of er worden twee harnassen gebruikt met verschillende maten.



Figuur 8: Concept 2, Vliegen met ballonnen

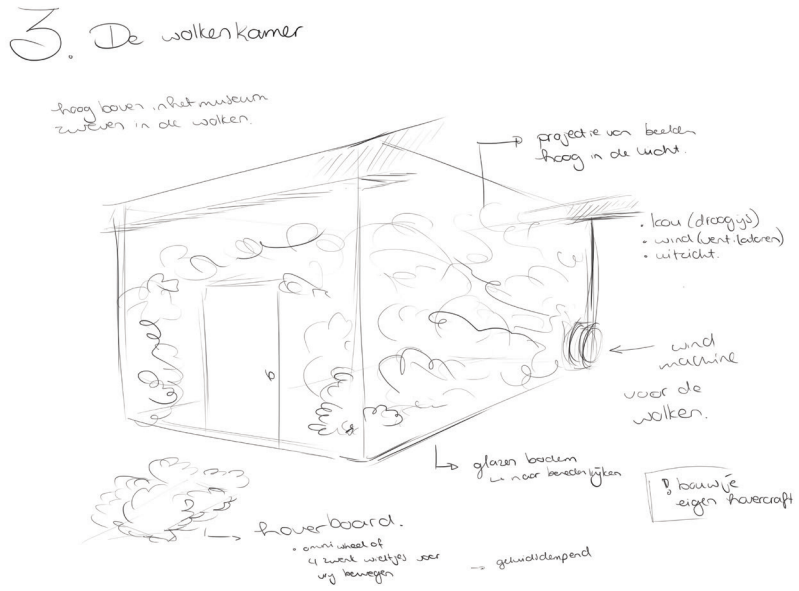
4.5.2. Vliegen met ballonnen

Bij vliegen met ballonnen wordt de gebruiker door ballonnen de lucht in getrokken. Hierbij zijn verschillende mogelijkheden

Helium ballonnen:

- Zonder kabels omhoog (in verband met de veiligheid.
- Het kind moet zelf de mogelijkheid hebben om te sturen door het gebruik van vleugels of een ventilator.
-

Het vliegend tapijt
Vliegende glazen box/bal/vloer
Hiervoor is eerst een vormstudie nodig en er moet duidelijk zijn hoeveel ballonnen er nodig zijn om de lucht in te gaan.



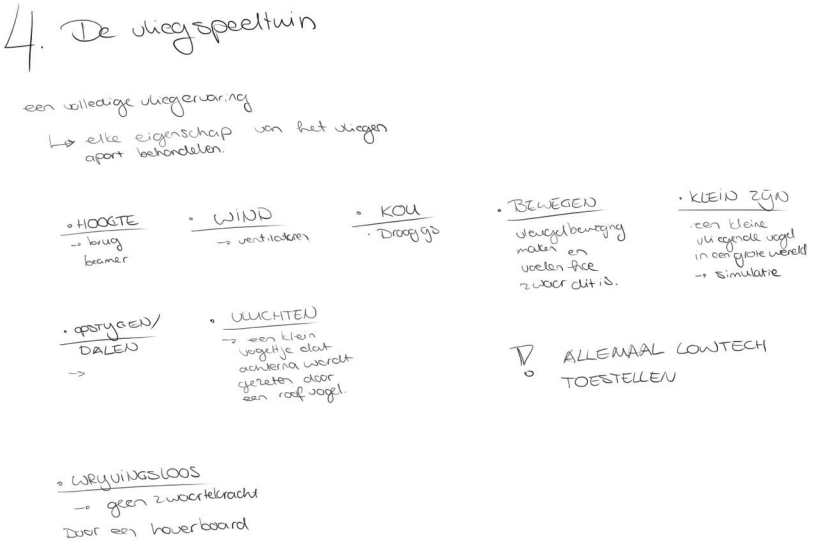
Figuur 9: Concept 3, De Wolkenkamer

4.5.3. De Wolkenkamer

De wolkenkamer is een simulatie van het zweven tussen de wolken hoog in het museum.
Hierbij lig of zweef je op een hoverboard over een glazen plaat. Het is ook mogelijk om het board door een omniwheel/kogelwiel of gewone zwenkwieltjes over een glad oppervlak te laten 'zweven'.

Functies/eigenschappen:

- Glazen bodem
- Eventueel glazen muren
- Wolken/mist door droogijs
- Hoog in het museum
- Op de muren een film van hoog in de lucht projecteren
- Op halve hoogte van de kamer, een net hangen waar kinderen door heen kunnen klimmen

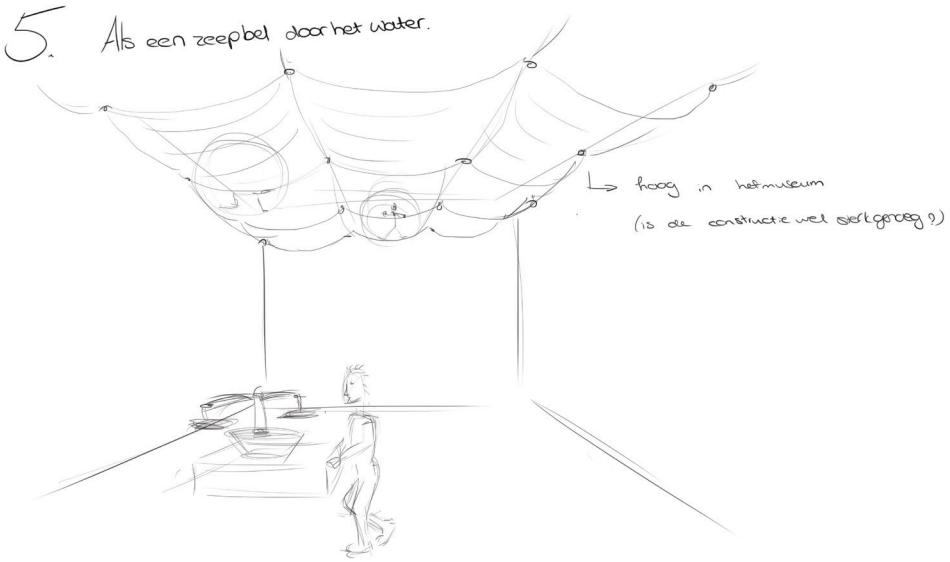


Figuur 10: Concept 4, De vliegspeeltuin

4.5.4. De vlieg(speel)tuin

Bij de vliegspeeltuin worden allemaal low-tech manieren om het gevoel van vliegen te ervaren, na elkaar gezet. Dit wil zeggen dat het gevoel dat vliegen oproept in verschillende categorieën opgedeeld wordt, en bij elke categorie de gebruiker een bepaalde sensatie of gevoel meemaakt.

1. Virtual reality simulatie (eigen VR-bril maken of een simulatie afspelen op de Elumens.
2. Vleugel bewegingen maken, en de wind on der je vleugels voelen .
3. Een gangpad met hoge en grote huizen, om het kind zich zo klein te laten voelen als een mus.
4. Zelf een hovercraft maken. En wrijvingsloos over een glad oppervlak glijden .
5. Een simulatie van de omstandigheden hoog in de lucht. Dat wil zeggen; wind, kou en wolken/mist.
6. En uiteindelijk een combinatie van deze onderdelen om de totale vliegervaring neer te zetten.



Figuur 11: Concept 5, Als een zeepbel door het water

4.5.5. Als een zeepbel door het water

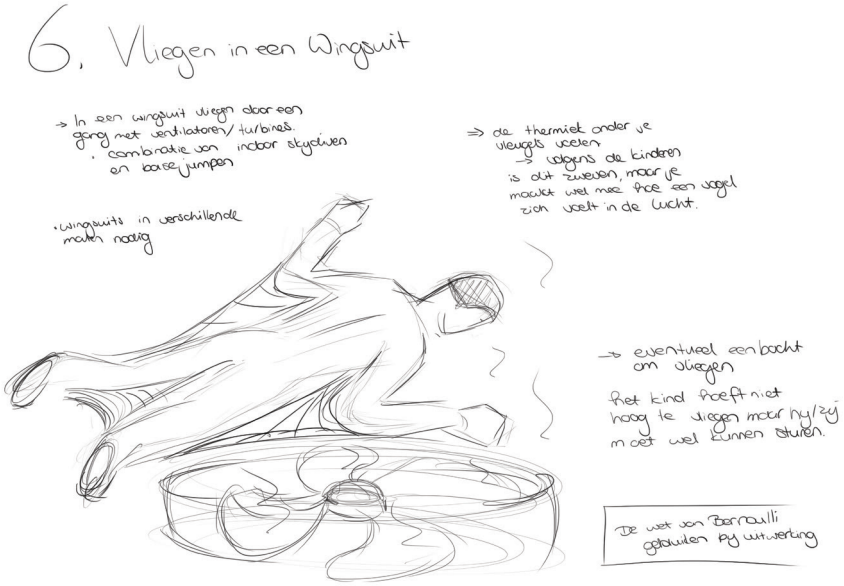
Hierbij gaat de gebruiker in een grote hamsterbal rondlopen boven in het museum. Zo kan de gebruiker naar beneden kijken.

De bedoeling hierbij is dat er een groot net of een hobbelig oppervlak boven in het museum komt te hangen. De 'golven' geven het idee dat men in het water licht en door de golven moet om vooruit te komen.

De bodem is zo gemaakt dat men naar beneden kan kijken naar de rest van de museum bezoekers.

Van te voren moet wel duidelijk zijn of de constructie deze belasting kan hebben, en of het museum hoog genoeg is om er netten in te hangen.

- Golven in het net hebben als effect dat ze lijken op golven in het water
- Dit concept is niet voor kinderen met extreme hoogtevrees



Figuur 12: Concept 6, Vliegen in een Wingsuit

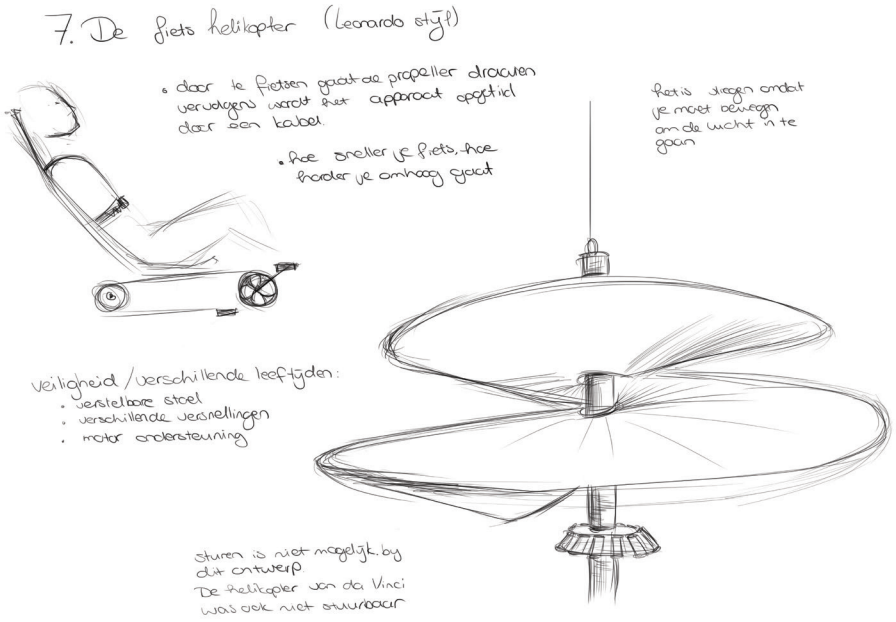
4.5.6. Vliegen in een wingsuit

Dit concept lijkt op indoor skydiven. De gebruiker krijgt een wingsuit aan en in dit pak zweeft hij/zij door een tunnel met ventilatoren voor opwaartse luchtwrijving.

Functies/eigenschappen/benodigdheden:

- Verschillende maten wingsuits;
- Ventilatoren of turbines;
- Een afgesloten ruimte met luchtafvoer.

Omdat het geen indoor skydiven is, maar er gebruik wordt gemaakt van wingsuits, zijn er minder sterke turbines nodig.



Figuur 13: Concept 7, De fiets helikopter (leonardo stijl)

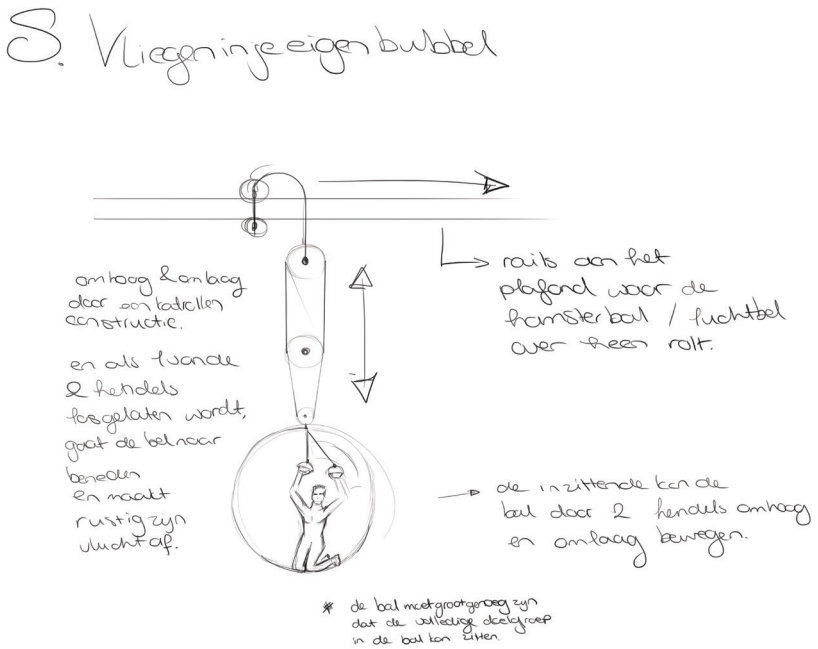
4.5.7. De fiets helikopter (Leonardo stijl)

De gebruiker gaat zitten op een stoeltje en begint te fietsen. Door de fietsbeweging wordt er een propeller aangedreven.
De propeller is naar het ontwerp van Leonardo da Vinci.

Door het fietsen wordt de helikopter omhoog gehesen. Dit gebeurt aan een kabel. Hoe harder de gebruiker fietst, des te sneller hij of zij op zal stijgen.

Tijdens de vlucht kan men niet sturen. Dit kon ook niet bij het ontwerp van Leonardo, en deze helikopter is een variatie op da Vinci's uitvinding.

Benodigdheden en of uitwerking:
- De propeller moet uitgewerkt worden
- Er moet een manier gevonden worden om de fiets helikopter de lucht in te krijgen.



Figuur 14: Concept 8, Vliegen in je eigen bubbel

4.5.8. Vliegen in je eigen bubbel

De gebruiker hangt in een plastic of glazen hamsterbal aan een rails. De bal legt een vaste weg af van het beginpunt tot het eindpunt. Maar tijdens de 'vlucht' kan de inzittende de bal naar boven of naar beneden laten gaan.

De symboliek die er achter zit:
Het kind in de luchtbel wordt gestuurd door de wind, maar hij of zij kan zelf kiezen of ze naar de grond gaan of hoog in de lucht blijven zweven.

Omhoog en omlaag:
Door twee hendels in de hamsterbal. Als men aan de rechter hendel trekt gaat men naar beneden. En de linker hendel stuurt de inzittende omhoog.

4.6 Conclusie ideeën en concepten

Het verschil tussen zweven en vliegen is, voor kinderen uit groep 4 en 5 van basisschool La Res, belangrijk. Hier wordt gedurende het ontwerpproces van de eerste acht concepten rekening gehouden. Ook moet minimaal 50 procent van de concepten, low-tech uitgewerkt kunnen worden.

Het ontwikkelen van de eerste acht concepten begint bij het maken van een ideegeneratie. De idee generatie bestaat uit een mindmap (bijlage2) en een ideeën chart. In deze chart zijn vijftien manieren uitgewerkt waarmee mensen zouden kunnen gaan vliegen. Alles is gebaseerd op het verschil tussen zweven en vliegen.

CONCEPTEN

Le Dejeuner - Claude Monet (1873)

HOOFDSTUK 5
CONCEPTEN

Voorafgaand aan het ontwerpproces heeft zowel Nikki Olde Monnikhof als Arnoud Odding gevraagd om te beginnen met het maken van zes tot acht concepten. Uit de ideegeneratie zijn deze concepten ontstaan en verder onderbouwd. Het proces dat behandeld wordt in dit hoofdstuk is het filteren van de eerste acht concepten en vervolgens drie concepten kiezen voor verdere uitwerking. Hierbij wordt rekening gehouden met de veiligheid, haalbaarheid en belastbaarheid van het product.

5.1 Evaluatie eerste concepten

Zoals al eerder genoemd is het bij het eind ontwerp heel belangrijk dat deze ook werkelijk het gevoel van vliegen geeft aan de gebruiker. Daarom worden de eerste acht concepten ook beoordeeld met het oog op het gevoel en de sensatie, maar ook de haalbaarheid en de geschatte kosten.

Om al deze punten te testen worden ze tegenover elkaar gezet in een tabel. De drie concepten die het meest voldoen aan het gevoel en de haalbaarheid worden verder uitgewerkt.

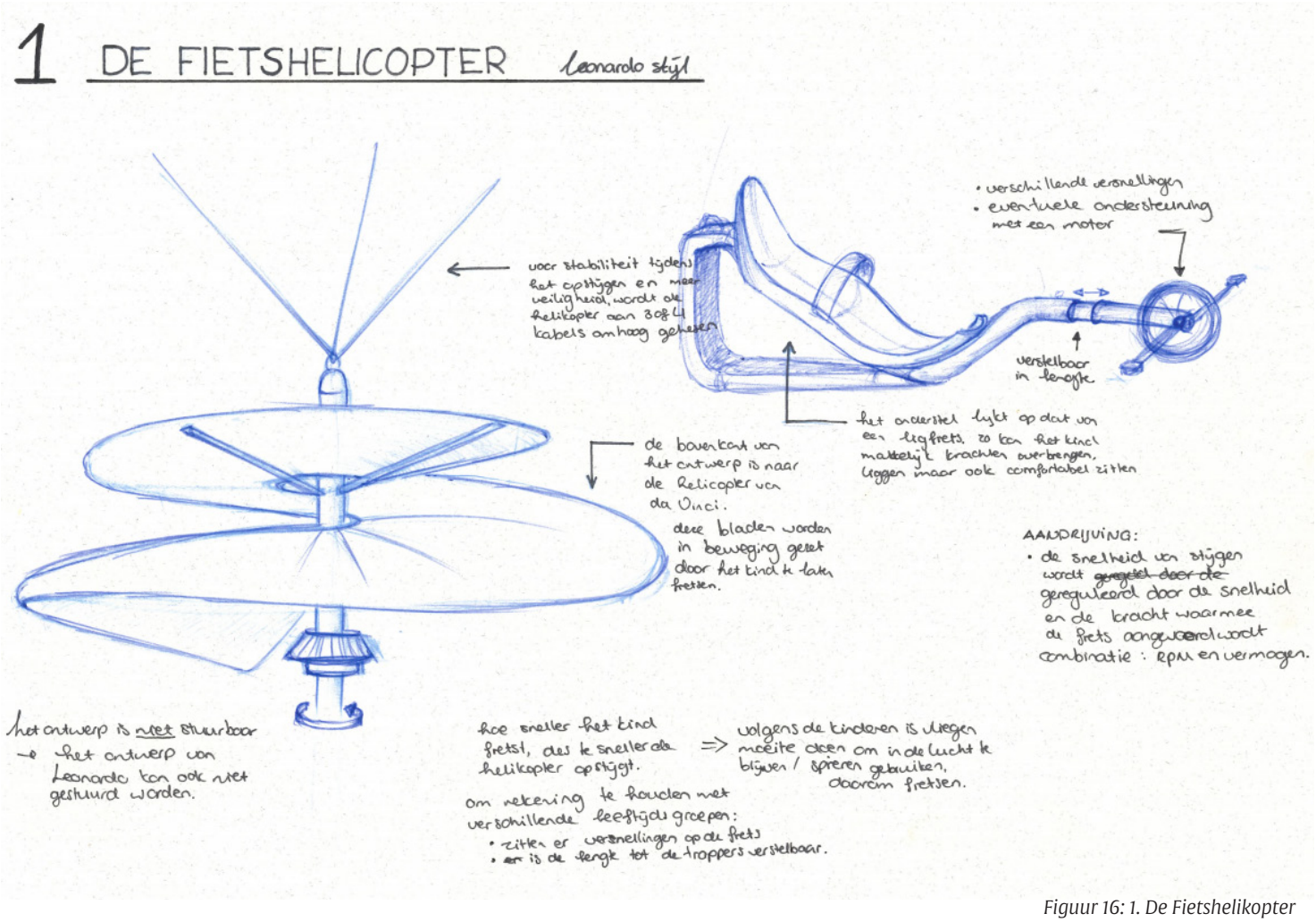
De tabel is zo opgezet dat de drie concepten die het hoogste scoren op alle gebieden de hoogste score zullen hebben. Om overzicht te creëren in de tabel wordt er gebruik gemaakt van symbolen. En dan wel plusjes en minnetjes.

Een - betekent dat het ontwerp er niet goed bij past een +/- Zit er tussenin en bij een + Past het concept goed bij de categorie.

Voor de totaalscore worden de plusjes bij elkaar opgeteld met een waarde van 2, de +/- Is 1 en de - is gelijk aan 0.

Concept	Vliegen	Zweven	Gevoel	Hufter proof	Kosten schatting	Haal-baarheid	Veilig-heid	Totaal
1. Virtual Reality	+	+/-	+/-	-	-	+/-	+	7
2. De Wolkenkamer	+/-	+	+	+/-	-	+	+	10
3. Vliegen met ballon-nen	-	+	+/-	-	+/-	-	-	4
4. De vliegspeeltuin	-	-	+	+/-	-	-	+	5
5. Als een zeepbel door het water	+/-	-	-	-	-	-	-	1
6. Vliegen in een wingsuit	+	+	+	+/-	-	-	+/-	8
7. De Fietshelikopter	+	+/-	+	+	+	+	+/-	12
8. Vliegen in je eigen bubbel	+/-	+/1	-	+/-	-	-	-	3

Figuur 15: Tabel 2, Keuze voor de beste drie concepten



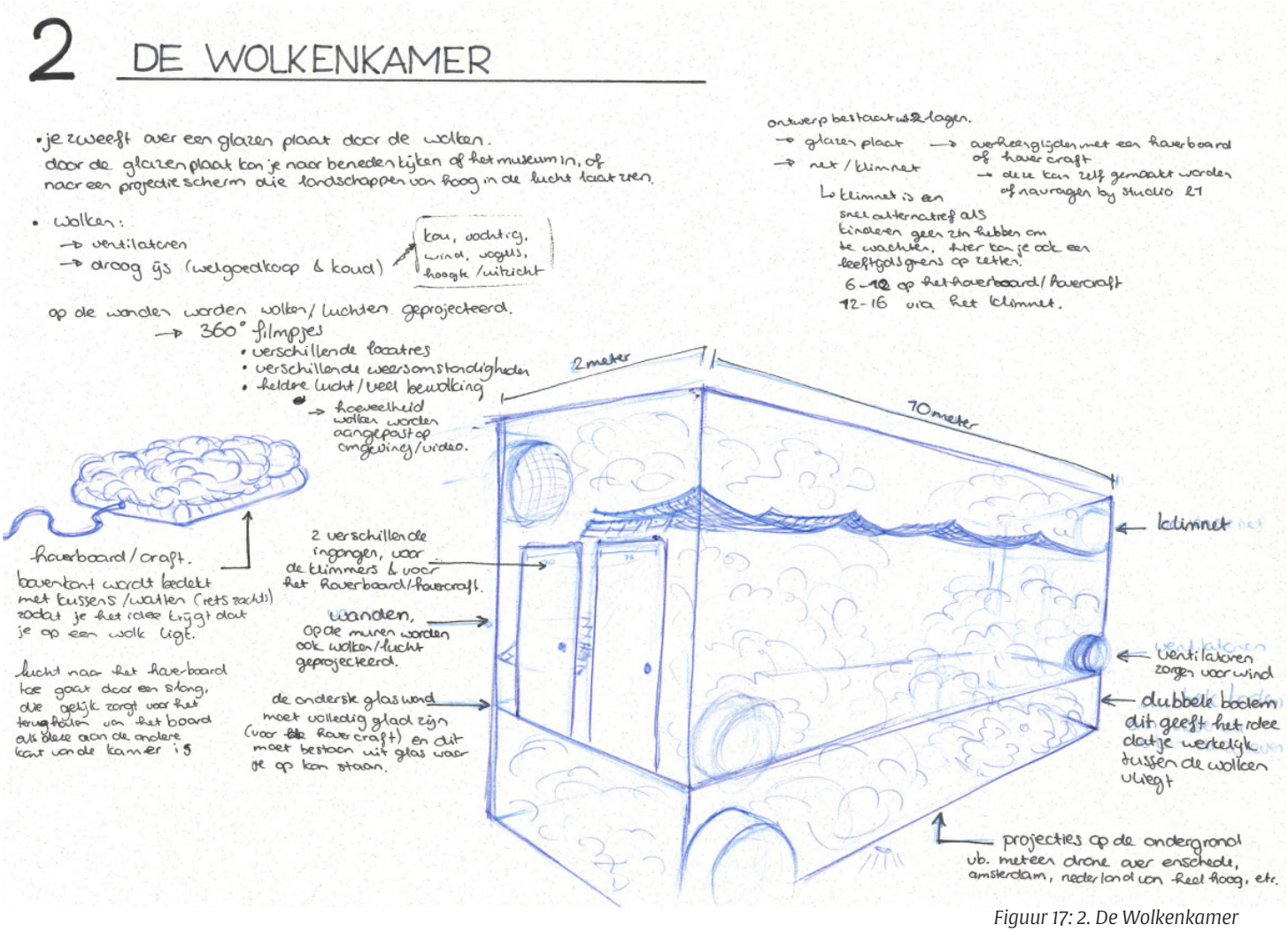
Figuur 16: 1. De Fietshelikopter

Uit tabel 2 valt af te lezen dat er drie concepten zijn die het beste passen binnen de vooraf bepaalde categorieën. Deze concepten zijn de Fietshelikopter, de Wolkenkamer en vliegen in een wingsuit.

5.2 De Fietshelikopter

Het ontwerp de Fietshelikopter is het meest te vergelijken met een van de uitvindingen van Leonardo da Vinci. De Aerial Screw om precies te zijn. Hierbij wordt een grote propeller aangedreven door mensen die rondjes lopen.

Bij dit ontwerp wordt de propeller niet aangedreven door een loop beweging maar juist een fiets beweging. Het maken van een fiets beweging resulteert in het aandrijven van een grote propeller boven het hoofd. In de voorste trapas (de crank-as) zit een sensor die de cadans en het vermogen meet dat de gebruiker trapt. Een externe computer en aandrijving zal ervoor zorgen dat de helikopter de lucht in wordt getild.

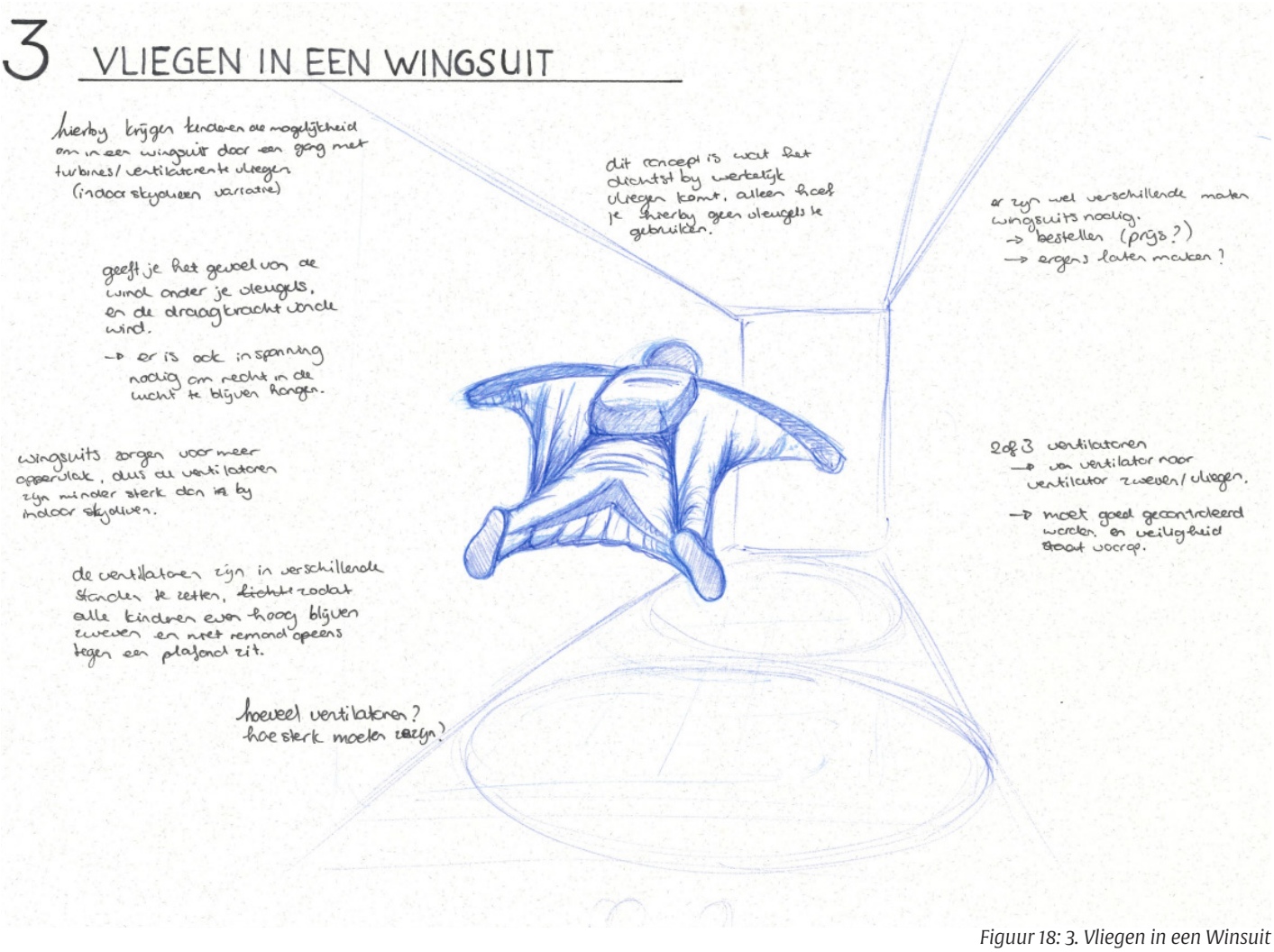


Figuur 17: 2. De Wolkenkamer

5.3 De wolkenkamer

In de wolkenkamer zweeft de gebruiker over een glazen plaat door de wolken. Hierbij krijgt de gebruiker het gevoel dat hij of zij hoog in de lucht vliegt en van boven af toekijkt naar de mensen beneden.
Het is dan ook de bedoeling dat de wolkenkamer zich hoog in het museum bevindt. Een andere oplossing zou kunnen zijn om in plaats van hoog in het museum, de gebruiker van bovenaf naar een projectiescherm te laten kijken met landschappen gezien van boven.

De gebruiker zal op zijn buik over de glazen plaat zweven. Of het zweef gevoel zo goed mogelijk te evenaren, moet de verplaatsing van a naar b wrijvingsloos gebeuren. Door gebruik te maken van een hoverboard wordt het gewenste resultaat het beste bereikt.



Figuur 18: 3. Vliegen in een Winsuit

5.4 Vliegen in een Wingsuit

Vliegen in een Wingsuit is een variatie op indoor skydiven. De kinderen ervaren bij dit concept werkelijk hoe het voelt om de wind onder je vleugels te krijgen. Het kind zal niet blijven hangen op een plek in de lucht, maar hij of zij kan werkelijk van het ene eind van de kamer naar de andere kant 'vliegen'. Dit door gebruik te maken van meerdere ventilatoren of turbines.

5.5 Conclusie concept uitwerking

Uit de eerste acht concepten zijn drie concepten gekozen. Deze concepten zijn gekozen door middel van 7 verschillende categorieën; zweven, vliegen, gevoel, hufterproof, kosten schatting, haalbaarheid en veiligheid. De drie concepten die een hoogste totale score hebben, worden verder uitgewerkt en klaargemaakt voor de definitieve concept keuze.

De drie gekozen concepten zijn; de Fietshelikopter, de Wolkenkamer en Vliegen in een Wingsuit.

CONCEPT KEUZE

Abraham van Beyeren - Bloemstilleven met horloge (1621)

HOOFDSTUK 6
CONCEPT KEUZE

De eerste drie concepten zijn uitgewerkt. Uiteindelijk is het maar voor één concept mogelijk om gerealiseerd te worden. De concept keuze wordt gemaakt aan de hand van vier belangrijke eisen, De uitwerking moet haalbaar zijn, het ontwerp moet veilig zijn in gebruik, het ontwerp moet gemaakt kunnen worden binnen het beschikbare budget en het ontwerp moet voldoen aan de wensen van het museum.

6.2 Voorkeur Musea

De voorkeur van de ontwerper is niet altijd gelijk met de voorkeur van de opdrachtgever.

De keuze voor het concept wordt door de opdrachtgever gebaseerd op de mogelijkheid van werkelijk vliegen. Vliegen in een Wingsuit viel al gelijk af, omdat deze niet binnen in het museum geplaatst kan worden. Ook is deze risicovol voor de gebruiker, en zal een hoge energierekening geven.

Er was twijfel tussen de Fietshelikopter en de Wolkenkamer. De Fietshelikopter is uiteindelijk het gekozen ontwerp geworden door beide musea. Arnoud Odding was van mening dat de wolkenkamer vereenvoudigd kon worden tot een projectie op het plafond. Het concept moest dan echter zover aangepast worden, dat de volledige beleving anders zou worden.

6.3 Haalbaarheid

Het doel van deze opdracht is het ontwerpen van een vliegmachine die wordt gebruikt tijdens de manifestatie van Leonardo in Twentse Welle. Het product gaat intensief worden gebruikt door kinderen en bij uitzondering volwassenen. Het product moet dan ook worden aangepast aan de verschillen binnen de gebruikersgroep. Bij het ene product zal dit eenvoudiger zijn dan bij de ander.

6.3.1 Haalbaarheid van de Fietshelikopter

Om voor februari de Fietshelikopter in het museum te hebben staan, moet er eerst een uitgebreide analyse en uitwerking van het ontwerp plaatsvinden.
De Fietshelikopter lijkt met de werking redelijk veel op een fiets.

Als men kijkt naar de haalbaarheid van deze helikopter, zie je dat het ontwerp niet verschrikkelijk ingewikkeld is, maar dat het bij realisatie, technisch goed in elkaar moet zitten. De helikopter bevat bewegende onderdelen en zware belasting tijdens gebruik. Ook moet er veel rekening gehouden worden met het lengteverschil van de gebruikers.

6.3.2 Haalbaarheid van de Wolkenkamer

De wolkenkamer is een concept dat op veel verschillende manieren uitgewerkt kan worden. Het idee hierachter is dat de uitwerking van het concept niet ingewikkeld is en op het moment dat het er staat, eenvoudig is in gebruik. Er komen weinig technische specificaties aan te pas.

Om de wolkenkamer te laten slagen, moet niet alleen de constructie zo optimaal mogelijk worden gebouwd, maar ook de virtuele omgeving met projectie schermen. Alle technische onderdelen en specificaties moeten precies op elkaar afgestemd worden, en met elkaar samen werken. Op het moment dat er een essentieel onderdeel niet goed uitgewerkt kan worden, zal dit gelijk ten koste gaan van de hele vlieg ervaring. Dit omdat alle onderdelen van het ontwerp nauw met elkaar samen moeten werken.

6.3.3 Vliegen in een wingsuit

De realisatie van vliegen in een Wingsuit is niet haalbaar. Omdat de constructie van het gebouw, Pakloods 2 in Museum Twentse Welle, niet toereikend is. Het concept zal veel geluid produceren, en heeft een geavanceerde luchtafvoer nodig.

Ook brengt vliegen in een wingsuit grote risico's voor de gebruiker met zich mee. Als er de deelnemer van de ene naar de andere ventilator zweeft, is er tussen de ventilatoren door een punt waar de opwaartse luchtstroming wegvalt. De gebruiker zou naar beneden kunnen vallen als hij of zij hier niet mee om kan gaan.

6.4 Productie kosten

6.4.1 De Fietshelikopter

Voor de productiekosten van de Fietshelikopter moet er eerst duidelijk zijn welke onderdelen er nodig zijn.

Het ontwerp kan opgedeeld worden in twee hoofd-onderdelen; de Fietshelikopter en het ophang mechanisme. De Fietshelikopter wordt vervolgens onder gedeeld in sub onderdelen.
De kosten van het ophang mechanisme zijn nog niet te bepalen, omdat er nog niet duidelijk is hoe deze er precies uit gaat zien. De geschatte productie kosten van de helikopter zijn hieronder te zien:

Onderdeel	Omschrijving	Prijs
Frame	Gewalste buizen - Ø1500 mm - Ø1400 mm - boven: vrijlooplager - Onder: druklager	P.o.a Schatting: €500,-
Crankset + Pedalen	Met een crankafstand van 17mm [9]	€170,-
Trapas buis	Buis waar de crank in geplaatst wordt met de bevestiging aan het frame	Inbegrepen in prijs hierboven
Ketting	baanwielren ketting 4x [16]	€50,-
Conische tandwielen	2x conisch tandwiel plus lagers	P.o.a Schatting: €350,-
Zitting en bevestiging	Ligfiets stoeltje[17] Bevestiging wordt gedaan op de universiteit	€150,-
Mast en propeller	- $Ø_{mast}$: 100mm Met inkepingen voor lager bevestiging (zegering) - Propeller	P.o.a. Schatting is €350,-
Ophangsysteem	Het volledig ophangsysteem inclusief stijger buizen constructie.	Prijs op aanvraag, Schatting is €10000

Figuur 19: Tabel3: Kosten schatting Fietshelikopter

De geschatte totale productie kosten komen op een bedrag van 15.00 euro

6.4.2 De Wolkenkamer

Alleen al de glazen vloer die nodig is om op te zweven gaat ruim 7000 euro kosten. Hierbij zijn nog geen kosten gerekend voor de gehele opstelling, ventilatoren en het hoverboard.

Een schatting voor de rest van het ontwerp is rond de 10.000 euro. Dit komt op een minimaal totaal bedrag van 12.000 euro.

6.4.3 Vliegen in een wingsuit

De aanschaf van drie axiale industriële ventilatoren komt neer op een bedrag van €1000,-.
Dan moet er nog een afgesloten ruimte en een toereikende luchtafvoer geplaatst worden.

Maar de meeste kosten komen uiteindelijk te liggen bij het energieverbruik. Gedurende een half jaar moeten er drie ventilatoren en een sterke luchtafvoer, zes uur per dag en zes dagen in de week aan staan.

6.5 Veiligheid

Voor alle ontwerpen staat de veiligheid van de gebruiker centraal. Het product wordt een attractie in een openbaar museum. Het is dus van groot belang dat de risico's, bij gebruik, gering blijven.

6.5.1 De Fietshelikopter

De risico's van dit ontwerp liggen vooral in het opstijgen en vervolgens het dalen. Dit is een actie waarbij het kind ten alle tijden in het zitje moet blijven, en de volledige stellage moet blijven staan. Er moet gekeken worden naar de veiligheidseisen van attracties en speeltoestellen.

6.5.2 De Wolkenkamer.

Dit ontwerp is een dicht systeem afgesloten van de museum omgeving. De gebruiker zal vlak over een glad oppervlak zweven en op geen moment het gevaar om te vallen. De constructie zelf zal op de grond komen te staan en afgesloten zijn voor niet-gebruikers. Al met al is het ontwerp, bij een goede uitwerking, op geen moment gevaarlijk voor de gebruiker.

6.5.3 Vliegen in een Wingsuit

Vliegen in een wingsuit is op geen moment veilig voor de gebruiker. De gebruiker wordt in de lucht gehouden door opwaartse luchtstroming. Op het moment dat ergens deze stroming wegvalt of minder wordt, kan de gebruiker naar beneden vallen en zich bezeren.

6.6 Interactief ontwerp

Bij interactief ontwerp moet je vooral kijken naar wat de gebruiker zelf moet ondernemen om deel te nemen aan de vlieg ervaring. Vliegen is iets waar men voor moet werken, en moeite moet doen, om dit te laten slagen.

De drie concepten zijn naast elkaar gezet, en het concept dat de minste interactie heeft met de gebruiker, is vliegen in een wingsuit. Het concept met de meeste interactie is de Fietshelikopter. Hiervoor geldt dat door de inspanning van de gebruiker beweging komt in de vliegmachine, en deze de lucht in gaat. De wolkenkamer is niet zozeer ontworpen voor interactie met de gebruiker, maar vooral het nabootsen van de situatie hoog in de lucht.

6.7 Conclusie en concept keuze

Alle punten onder elkaar gezet en de voorkeur van het museum mee genomen, laat zien dat het concept met de grootste slagingskans, de Fietshelikopter is.

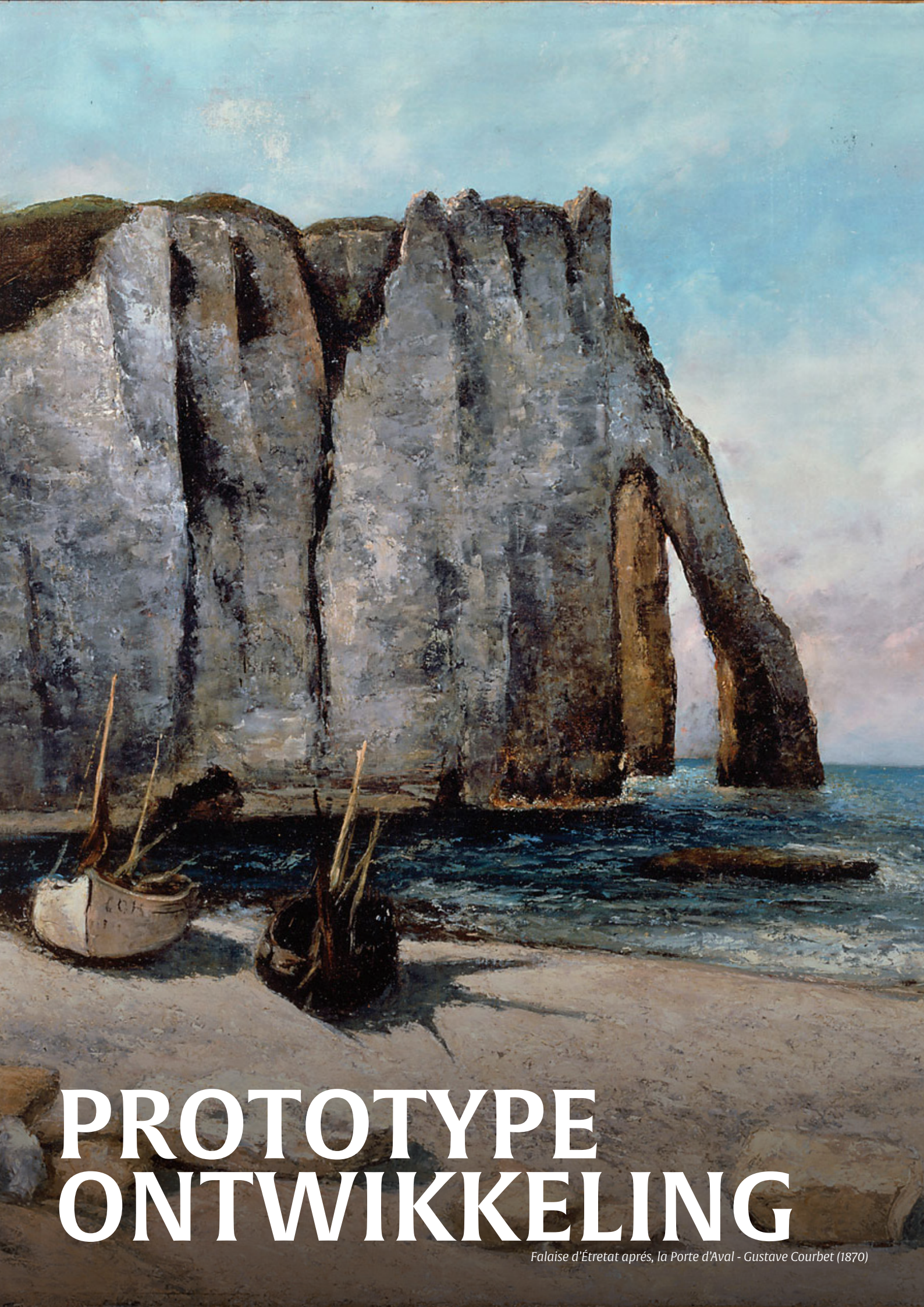
De geschatte haalbaarheid van de Fietshelikopter is ook het grootst. De wolkenkamer is afhankelijk van perfecte uitwerking van essentiële onderdelen en de samenwerking hiervan.

De haalbaarheid van de Wolkenkamer hangt af van de beschikbare middelen. Op het moment dat er bepaalde functies niet aanwezig kunnen zijn, gaat dit ten koste van de beleving. Dus het ontwerp is haalbaar, maar bij kleine veranderingen in de uitwerking wordt de beleving een stuk minder.

De productie kosten van de helikopter zijn nu al redelijk te overzien, in tegenstelling tot de wolkenkamer en vliegen in een wingsuit. Deze twee concepten missen nog concretisering van de benodigde onderdelen en uitwerking.

Als men kijkt naar de veiligheid van het concept, komt de wolkenkamer het best naar voren. Omdat de wolkenkamer een afgesloten systeem is, en de gebruiker vlak over de grond zweeft, is er geen mogelijkheid tot ongelukken of gevaarlijke situaties.

Vliegen in een wingsuit daarentegen, heeft een zeer groot risico voor de gebruiker, en kan alleen uitgewerkt worden na jaren lang onderzoek en het betrekken van experts.
De veiligheid van de Fietshelikopter is volledig afhankelijk van het ophangsysteem en hoe deze uitgewerkt gaat worden.



PROTOTYPE ONTWIKKELING

Falaise d'Étretat aprés, la Porte d'Aval - Gustave Courbet (1870)

HOOFDSTUK 7
PROTOTYPE ONTWIKKELING

In het vorige hoofdstuk is de concept keuze gemaakt. Wat nu volgt is het in detail uitwerken van het gekozen concept, de Fietshelikopter. Naarmate het hoofdstuk vordert, wordt er steeds meer naar de kleine details en technische specificaties gekeken. Zoals al besproken in Hoofdstuk zes, worden de belangrijkste keuzes gedaan met het oog op veiligheid, haalbaarheid en kosten schatting. Dit allemaal zonder het vlieg gevoel weg te nemen.

7.1 Vormgeving

Voor dat het concept aangepast wordt moet het eerst duidelijk zijn wat de eisen en wensen zijn van de gebruiker en de omgeving.

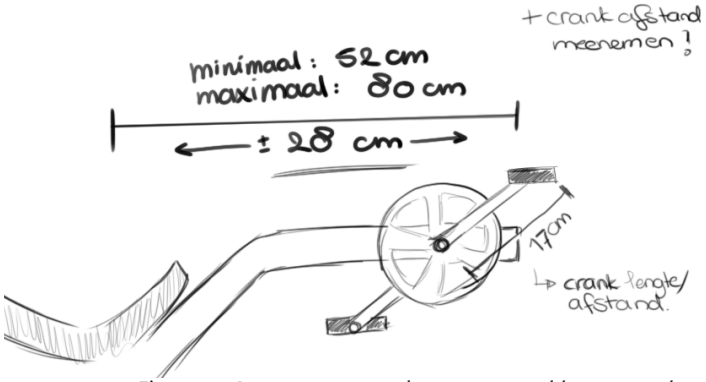
7.1.1 Wat zijn de afmetingen van de gebruiker?

In hoofdstuk 3 is al bepaald wat de minimale en de maximale lengte van de gebruiker is. De minimale lengte is 120 cm en er wordt van een maximale lengte van 180 cm uitgegaan. Dit betekend dat het frame van de Fietshelikopter voor zowel kinderen van 120 cm als kinderen van 180cm toegankelijk moet zijn. Het verschil in lengte moet ook toegepast worden op de afstand van de zitting tot aan de trapas. Deze maat wordt bepaald door de binnenbeen lengte (zie paragraaf 7.1.2).

Voorafgaand, aan het verder uitwerken tot in detail van de Fietshelikopter, wordt de aanname gedaan dat de gebruiker een maximaal gewicht van 70 kilo mag hebben.

7.1.2 Binnenbeen lengte

De binnenbeen lengte is zowel een frame maat als een broekmaat. Het is de lengte tussen de voet en het kruis. Ook wel de lengte van het zadel tot de pedalen onder een hoek van[8]



Figuur 20: Lengte waarover de trapas versteld moet worden.

De verschillen in lengte tussen de gebruikers is groot. De Fietshelikopter moet voor alle gebruikers toegankelijk zijn. Het is dus nodig dat de trapas en crank in lengte verstelbaar zijn.

De lengte waarover deze te verstellen moet zijn is de maximale binnenbeen lengte min de minimale binnenbeen lengte. Vervolgens moet hier de crank afstand van 170 mm vanaf getrokken worden. Hieruit komt een afstand van 28 cm over welke de crank-as verstelbaar moet zijn.

7.1.3 Het trappend vermogen van de gebruiker

De onderdelen voor de aandrijving van de propeller zijn standaard fiets onderdelen.

Er wordt uitgegaan van de zwakste en de jongste gebruiker. Omdat een kind wel zijn of haar spieren moet gebruiken bij het 'vliegen', is het minimaal trappend vermogen van de gebruiker gezet op 40 Watt. Dit kan je vergelijken met het fietsen op een ligfiets met een snelheid van 15 km/h met een totaal gewicht van 50 kilo. [12]
Voordat de eerste aanpassingen waren gedaan aan het ontwerp, was het de bedoeling dat de Fietshelikopter ging stijgen en dalen door een sensor die het getrapte vermogen en de cadans afleest. Een combinatie van deze twee zullen de snelheid en de hoogte van de helikopter bepalen.

Na overleg met het museum is besloten dat er geen gebruik gemaakt zal gaan worden van sensoren en software die de vlucht van de helikopter bepalen. Dat wil zeggen dat het minimale en maximale trapvermogen van de gebruiker geen invloed zal hebben in het ontwerp.

Dit is niet volledig correct, want het trapvermogen heeft zeker invloed op het stijgen en dalen van de helikopter. Bij gebrek aan aerodynamische kennis is het onmogelijk om te berekenen wat het minimale vermogen is, dat nodig is om de helikopter de lucht in te laten gaan. Voor zover bekent is het nog niet mogelijk geweest om onprofessionele wielrenners de lucht in te laten gaan op eigen kracht en trapvermogen.

7.1.4 Het ophangsysteem

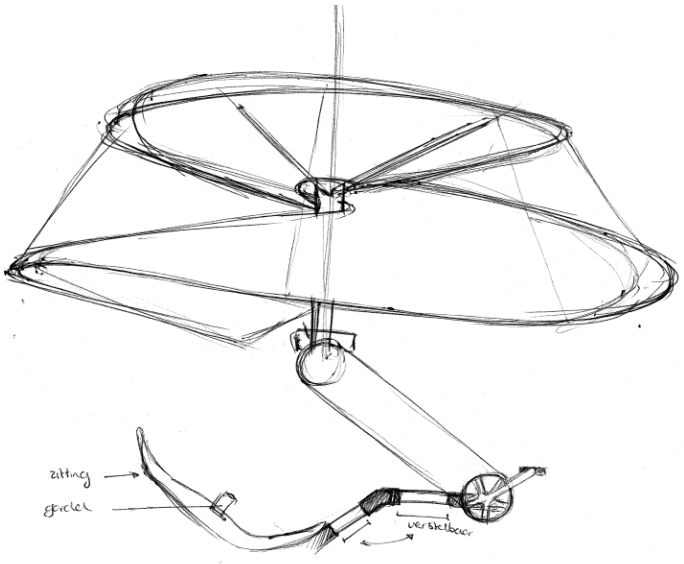
Het ophangsysteem is essentieel voor het slagen van het ontwerp. Het ophangsysteem is het begrip voor het mechanisme om de Fietshelikopter heen.
Dit systeem is uiteindelijk het onderdeel waardoor de Fietshelikopter werkelijk gaat vliegen.

Tijdens het proces is de keuze gemaakt om het ophangsysteem en de Fietshelikopter als twee losse onderdelen te zien. De Fietshelikopter wordt zo ontworpen dat deze zo bevestigd kan worden aan de ophanging, en andersom geldt hetzelfde.

Het ophangsysteem is een losstaand mechanisme. Deze kan in het museum geplaatst worden, maar als het nodig is, ook verplaatst worden. Verder is het de bedoeling dat de Fietshelikopter tot een maximale hoogte van 2,5 meter getild moet worden.
Dit betekend gelijk dat het volledige ophangsysteem al met 5,5 meter hoog zal worden.

7.2 Product specificaties

Het eind ontwerp kan opgedeeld worden in verschillende onderdelen. Elk onderdeel heeft zijn eigen functie en werking, maar moet wel foutloos samenwerken met de rest van de onderdelen.
De Fietshelikopter wordt opgedeeld in zes onderdelen. Het frame, de aandrijving, de overbrenging, de



Figuur 21: 3. Essentiële onderdelen

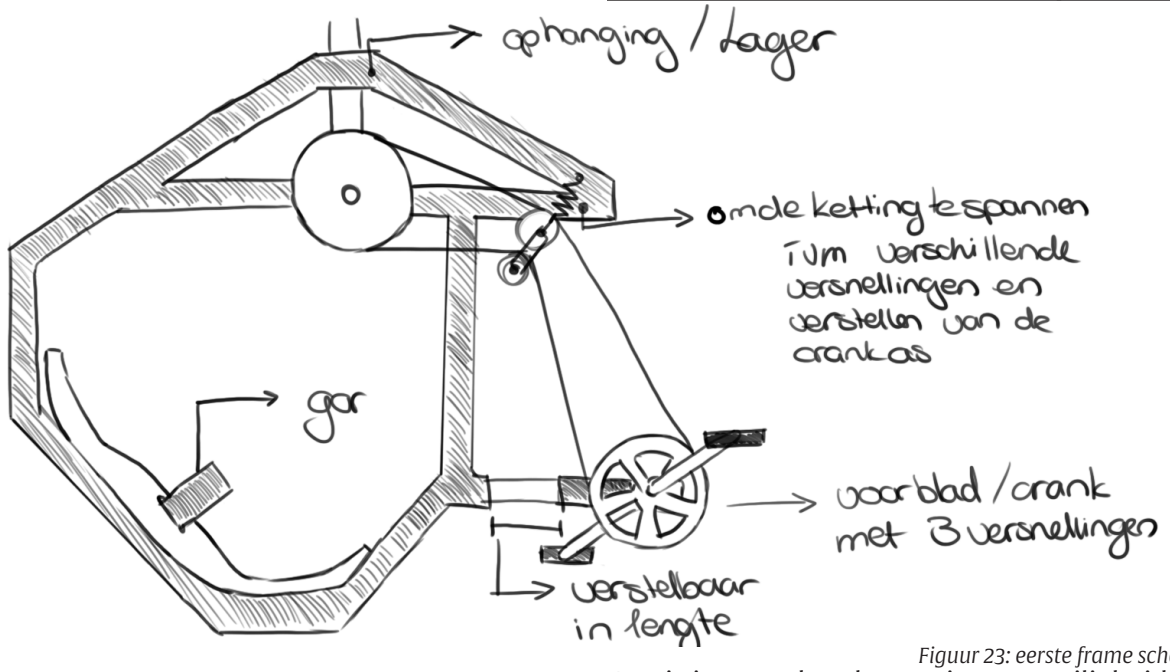
zitting en beveiliging, de propeller en het ophang systeem. Voor dat de onderdelen uitgewerkt kunnen worden moet het programma van eisen volledig uitgewerkt zijn. Het ge-update programma van eisen is te zien in figuur 22.

Schetsen
Het bepalen van de vormgeving gebeurt door het maken van meerdere schetsen die ieder gemaakt worden aan de hand van de benodigde onderdelen in de helikopter. Dat wil zeggen dat de positie van de zitting, het voorblad, de aandrijving en de propeller vast staan en het design van het frame hier omheen ontworpen wordt.

De eerste schetsen zijn variaties op de bestaande ligfiets. Zoals hierboven te zien is in afbeelding (nummer). De onderdelen die getekend zijn in het model, zijn de uitgangspunten voor het ontwerp van het frame. Het frame wordt er omheen ontworpen.

- De trapas moet verstelbaar zijn over 28 cm
- De helikopter moet tenminste 3 versnellingen hebben
- De helikopter moet een maximaal gewicht van 70 kilo dragen (wens is meer)
- De inzittende moet beschermd zijn tegen val gevaar
- De helikopter moet stabiel in de lucht hangen
- De helikopter moet toegankelijk zijn voor zowel gebruikers van 120 cm lang als 180 cm.
- De helikopter moet aangedreven kunnen worden met een minimaal vermogen van 40 Watt
-

Figuur 22: Geüpdatet programma van eisen



Figuur 23: eerste frame schets

Het frame.
De basis van de helikopter, het frame, moet de verschillende onderdelen samenbrengen tot een werkend voorwerp. Voor inspiratie is er gekeken naar ligfietsen en racefietsen.

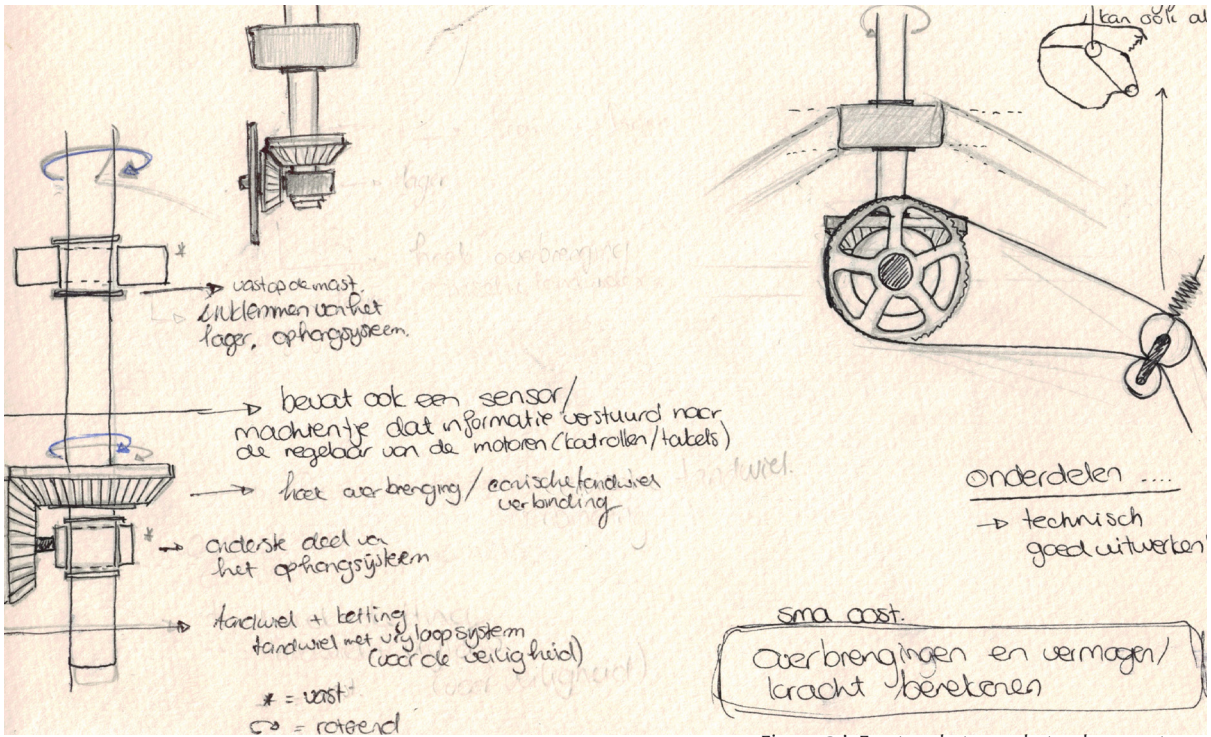
Het eind ontwerp van de Fietshelikopter bestaat uit twee gewalste ronde buizen Beide buizen hebben een gelijke dikte, maar variëren van diameter.
De buis die verticaal ligt is voor de bevestiging van de zitting en de trap-as. De horizontale buis is voor de bevestiging aan het ophangsysteem.

De zitting
Zoals boven genoemd, wordt de onderste buis gebruikt om de zitting aan te bevestigen. De zitting die wordt gebruikt, is de standaard zitting van een ligfiets.

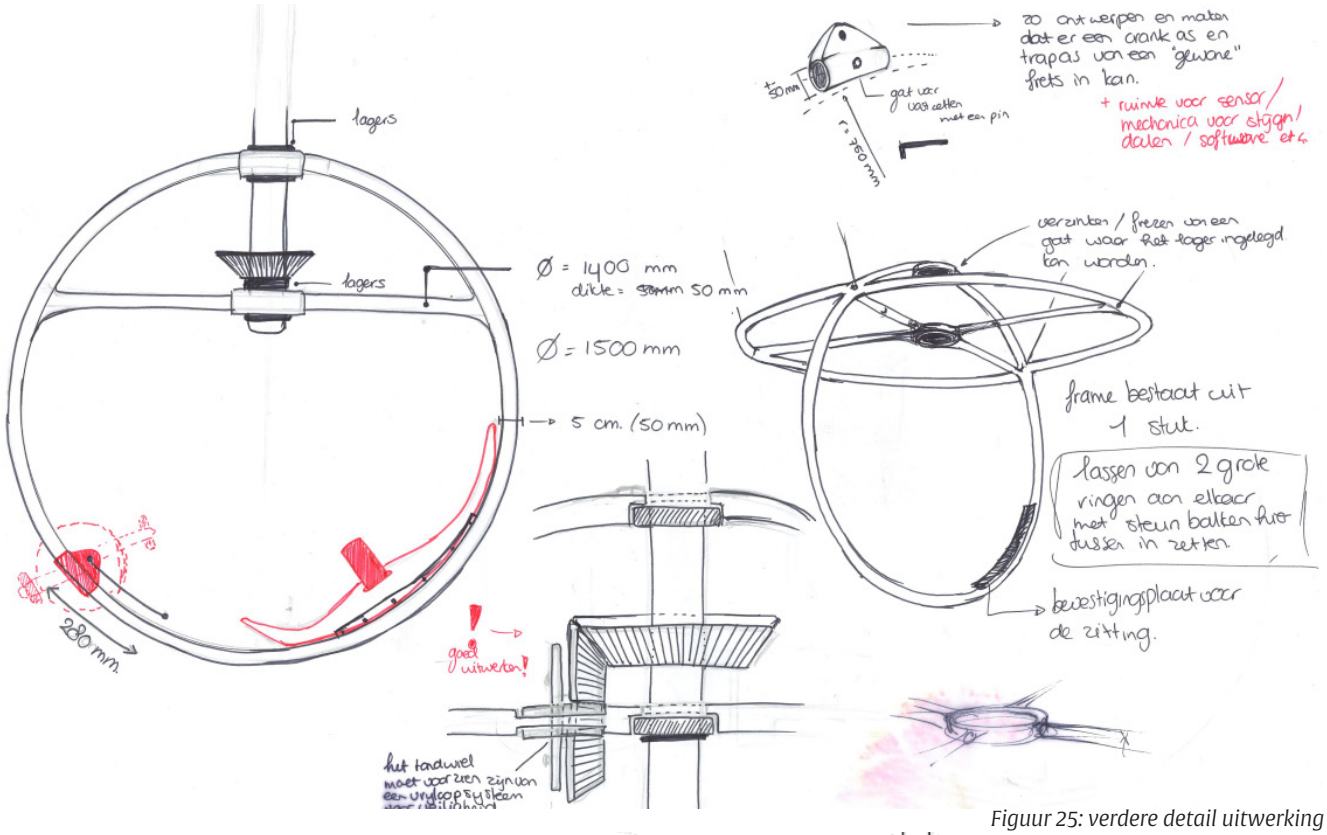
De zitting wordt ook voorzien van veiligheidsgordels en beveiliging. De beveiliging moet er voor zorgen dat de helikopter niet de lucht in gaat voor dat het kind zijn of haar gordel om heeft en netjes zit.

De aandrijving
De aandrijving is te vergelijken met die van een fiets. De gebruiker oefent kracht uit op de pedalen en zet zo het voorblad, en daarbij de rest van de helikopter, in beweging. Boven het hoofd van de inzittende zit het tandwiel, naast een haakse overbrenging, die de propeller in beweging zet.

De overbrenging
Het punt, waar de rotatie van het bovenste tandwiel, omgezet wordt in de rotatie van de propeller, is de overbrenging. Deze haakse tandwiel verbinding kan gerealiseerd worden door zowel conische tandwielen als een wormwiel. In het ontwerp is gekozen voor een conisch tandwiel. Zie figuur 24.



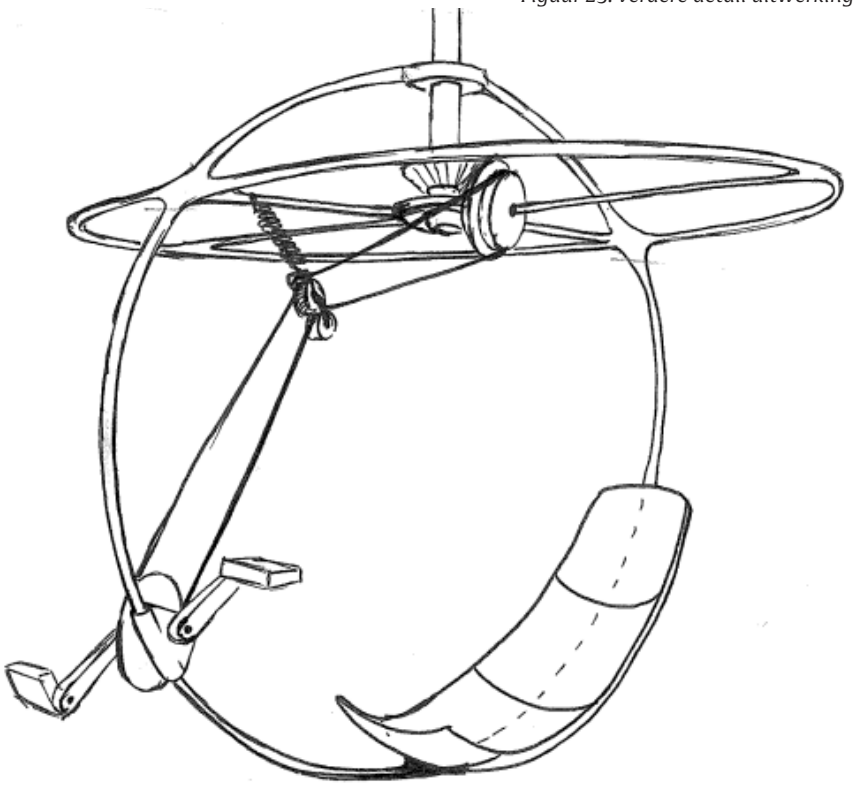
Figuur 24: Eerste schets van het ophangsysteem



Figuur 25: verdere detail uitwerking

Figuur 25 :
Deze afbeelding laat de eerste uitwerking zien van het concept de Fietshelikopter. Alle ontwikkelingen in het proces zijn aanpassingen op functies, beschreven in deze afbeelding.

Figuur 26:
Hiernaast staat de eerste concept tekening van het ontwerp. Hierop zijn alle onderdelen te zien die nodig zijn, behalve de propeller. De gebruikte propeller is hier de schroef van Leonardo da Vinci.



Figuur 26: Fietshelikopter concept tekening

De Propeller

De propeller wordt aangedreven door een haakse overbrenging.
Om de helikopter de lucht in te laten gaan door middel van luchtverplaatsing, is niet mogelijk. Een mens kan niet genoeg vermogen creëren om de lucht in te gaan door luchtwrijving. Het bedrijf Aerovelo [10] is er in 2014 in geslaagd een mens-gestuurde helikopter de lucht in te laten gaan. Deze hebben hiermee een prijs gewonnen van $250.000.

Er kan dus van uit gegaan worden dat de helikopter niet door luchtverplaatsing de lucht in zal gaan. Daarom is er in eerste instantie gekozen voor de propeller van Leonardo da Vinci. Er is bewezen dat deze propeller alleen maar in het water beweging kan veroorzaken.

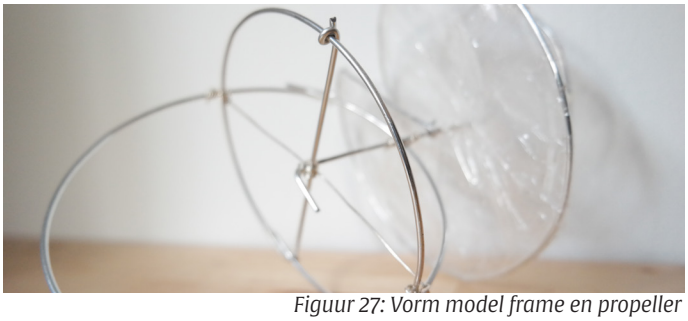
Om zeker te zijn dat de propeller wel of niet vliegt in lucht is er een prototype gemaakt. Zie figuur 28. Dit prototype is gemaakt van ijzerdraad en vliegerpapier.

Bij het draaien van de propeller, gaat deze wel de lucht in, maar hij stijgt niet op. Hij blijft op een plek hangen maar verder gebeurd er niets.
De 'normale' helikopter propeller die stijgt wel op als men er een draai aan geeft.

Vormmodel

Het museum heeft, voorafgaand aan de detail uitwerking, gevraagd om een vormmodel van de Helikopter. Het maken van een vormmodel heeft, niet alleen als doel een beeld geven van het ontwerp, maar ook laat het de samenwerking tussen de verschillende onderdelen zien. Met ijzerdraad en fimo-klei zijn vormmodellen gemaakt.

Figuur 28: Propeller prototype



Figuur 27: Vorm model frame en propeller

Figuur 29: Vorm model fietshelikopter

7.2.1 Aanpassingen

De overbrenging

In plaats van conische tandwielen, gebruik maken van een haakse transmissiemotor. (Elektromotor overbrenging) of een haakse tandwielkast. De positie van de tandwielen verandert van directe bevestiging op de steunbalken, naar eronder. Dit zorg ook voor versteviging in het frame, omdat er geen aanpassingen gedaan moeten worden aan de steunbalken en constructie van het frame. Dit is ook slijtvast, en het afstellen van de helikopter is minder nauwkeurig. Het tandwiel, bevestigd aan een as van de haakse tandwielkast, werkt door middel van een vrijlooplager om het voor de veiligheid van het kind beter te maken.

De crank.

De crank moet in afstand tot de zitting te verstellen zijn. Maar om de crank te bevestigen aan het frame moet er een klemverbinding om het frame heen komen. Dit kan door gebruik te maken van een standaard buisklem. De buisklem wordt aan een kant vast gezet met een schroef die door de gebruiker niet los te maken is, de andere kant met een vlindermoer of een andere manier waardoor deze snel los en vast gemaakt kan worden. Op de twee buisklemmen wordt een gekromde plaat gelast. Aan deze plaat komt de trapasbuis. De trapas buis is de buis waar de crank -as en tegelijkertijd de crank in gezet wordt. Deze oplossing draagt wederom bij aan de duurzaamheid van het model. Een trapas buis en een crank-as zijn onderdelen die makkelijk te verkrijgen zijn en daarom, als het nodig is, gemakkelijk te vervangen. Deze onderdelen zijn ook speciaal ontworpen voor radiale belastingen die bij het fietsen optreden.

De versnellingen

Bij het concept worden bij het onderste tandwiel 3 bladen gebruikt. Bij de verbetering van het ontwerp wordt er een enkel tandwiel gebruikt (niet te groot) en wordt bovenin, in plaats van een enkel tandwiel, een volledige cassette gebruikt. Door een derailleur kan het kind zelf de versnellingen veranderen. Door het frame loopt een versnellingskabel die tot onder de zitting loopt. Zo kan het kind gemakkelijk en snel zelf de versnellingen veranderen. Er moet wel gebruik gemaakt worden van een race cassette, waarbij het grootste tandwiel minimaal 28 tanden heeft.

Overleg in het museum met Arnoud Odding

Tijdens het werkoverleg op 15 november, zijn er veel positieve reacties geweest op het vorm model en het idee van de Fietshelikopter. Volgend op het werkoverleg is er een overleg geweest met directeur Odding.

Dit overleg bracht nieuwe informatie en wensen van het museum naar voren. De wens is dat de Fietshelikopter werkelijk gaat vliegen, dat wil zeggen, stijgen en dalen door luchtverplaatsing. Dus niet door de aandrijving van motoren en katrollen, maar door een evenwicht met contragewichten. Het moet dan wel zo zijn dat de propeller genoeg kracht en luchtwrijving genereert om de lucht in te gaan. Om dit te realiseren moet er eerst een aerodynamisch onderzoek gedaan worden naar de luchtverplaatsing van een propeller.

Verder moet er gekeken worden naar het gebruik van contragewichten in het ophangsysteem. Voor het kind de helikopter instapt, moet eerst zijn of haar gewicht bepaald worden en ingesteld. De gewichten moeten worden aangepast, dit door een medewerker, en als vervolgens de helikopter in evenwicht hangt kan er gefietst worden.
Het ontwerp moet dan wel voorzien zijn van een veiligheidssysteem waardoor het kind niet naar beneden kan vallen als deze ophoudt met fietsen. Ook moet ervoor gezorgd worden dat de helikopter niet op kan stijgen als de gordel nog niet vast gemaakt is.

Als de helikopter in evenwicht hangt (stil hangt) moet er ook een systeem komen dat ervoor kan zorgen dat de helikopter na de vlucht weer netjes naar beneden komt. Dit af laten hangen van de medewerker, die de gewichten weghaalt van de kabels of de helikopter naar beneden trekt, kan snel minder veilig worden. Hier moet dus een goed veiligheidssysteem voor komen.

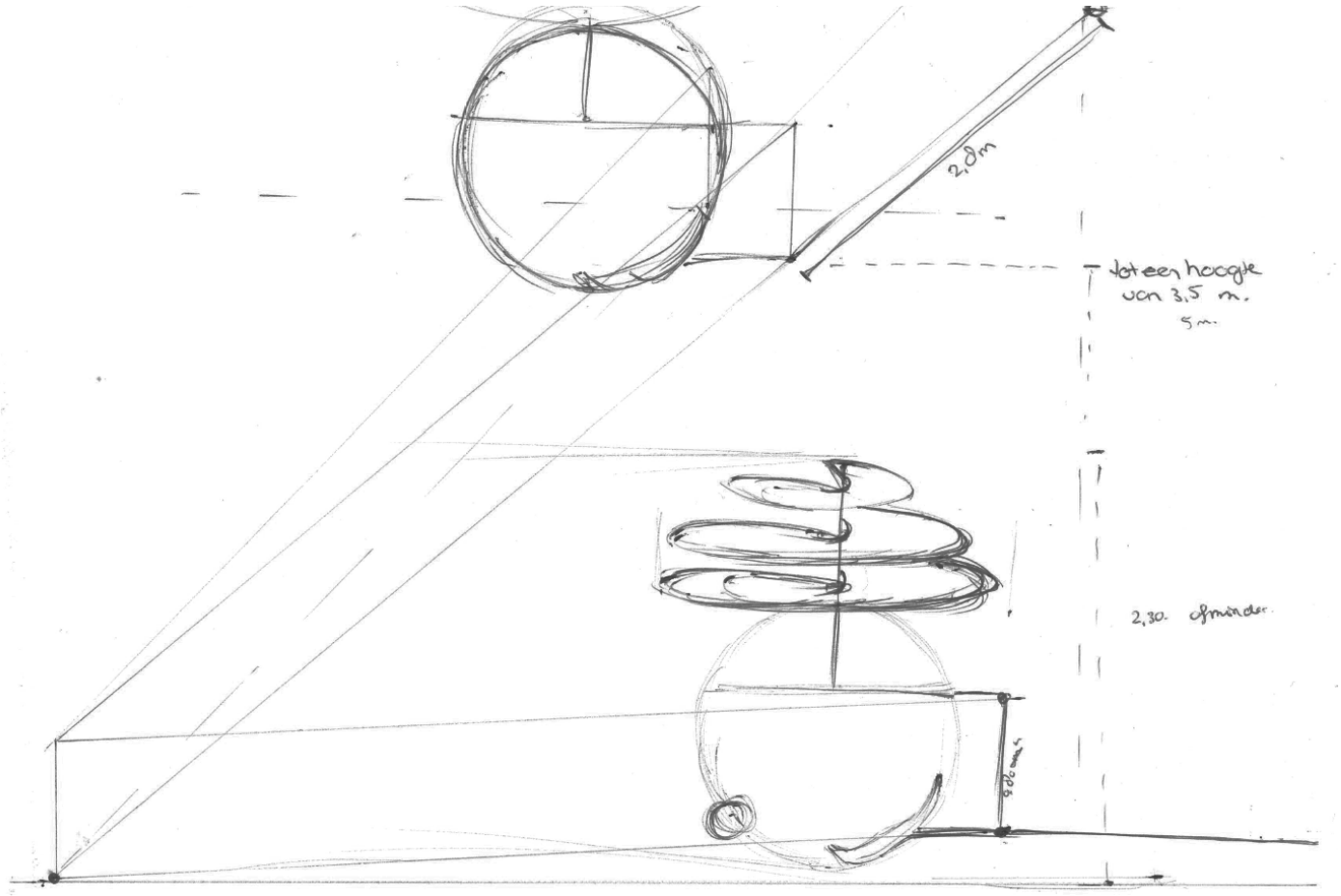
Overleg op de Universiteit (17 november 2016)
Het product moet als het ware balanceren in de lucht. Het voorwerp is in verhouding met de lucht. Het product laten balanceren in de lucht is door verschillende veiligheidsredenen niet haalbaar. Om te voldoen aan de wensen van het museum wordt het product inherent instabiel.

Het gebruik van kabels in het ophangsysteem zorgt per definitie voor instabiliteit, en dit moet voorkomen worden. Een mogelijke oplossing is een driehoeksconstructie van parallellogrammen. Zie onderstaande afbeelding.

De punt van de driehoek wordt omhoog gehesen aan een kabel of geleider. Het ophijsen van de helikopter bij dit ontwerp kan zowel mechanisch als door industriële katrollen en lieren. De driehoek staat op twee scharnierpunten vast op de vloer van het museum.

Gebruik maken van contragewichten binnen het ophangsysteem brengt veel problemen met zich mee. De balans tussen helikopter en contragewicht moet gecontroleerd worden en niet makkelijk te verstoren. Volgens Eric Lutters is deze uitwerking ingewikkelder dan een elektronisch ontwerp met ingebouwde software, die het stijgen en dalen reguleert.

Verder is er besloten dat een aerodynamisch onderzoek naar de propeller niet nodig is, omdat de gekozen propeller van Leonardo da Vinci, hoe dan ook niet gaat vliegen door luchtverplaatsing. Als er werkelijk iets moet gaan vliegen, door luchtverplaatsing, is er een andere propeller nodig.



Figuur 30: Schets ophangsysteem, driehoeksconstructiei

7.3 Technische specificaties

Na het maken van een inventarisatie van de benodigde onderdelen en de werking van de helikopter, worden de onderdelen tot in detail uitgewerkt.

7.3.1 De Fietshelikopter

In het bepalen van de specificaties wordt er onderscheid gemaakt tussen de Fietshelikopter en het ophangsysteem. De helikopter wordt tot in detail uitgewerkt, inclusief maten en 3D modellen. Er worden offertes aangevraagd en een totale kostenschatting gemaakt.

Het materiaal

Het frame zal gemaakt worden van stalen buizen. Er is voor staal gekozen, en niet voor aluminium, omdat de constructie in geen geval stuk mag gaan. De stijfheid van aluminium voldoet waarschijnlijk ook voor dit ontwerp, en zal ook lichter zijn in gewicht, hoewel de zekerheid van staal heeft de voorkeur.

Als er gebruik wordt gemaakt van stalen buizen, met een diameter van 50 mm en een wanddikte van 4mm, is het gewicht,

In de toekomst zou er ook gekeken kunnen andere materialen. Bamboe zou een materiaal zijn dat goed toegepast kan worden op het frame. Bamboe is sterk maar het soortelijk gewicht is laag. Dit vergt verdere uitwerking en eventuele aanpassingen op het ontwerp van het frame. Maar daar wordt verder niet meer naar gekeken in dit verslag.

Het frame

Het frame bestaat uit twee grote cirkels, een met een diameter van 1500 mm en de ander met een diameter van 1400 mm. De twee cirkels zijn loodrecht op elkaar bevestigd.
De bovenste cirkel wordt gebruikt voor de bevestiging aan de omgeving/het plafond. De onderste cirkel wordt gebruikt als basis voor de zitting en de trapas.

De verbindingen tussen beide cirkels worden verstevigd door vijf steunbalken. Vier daarvan worden vanuit het midden van de helikopter, het centrum, naar de horizontale buis getrokken. De vijfde buis is de verbinding tussen het centrum en de verticale buis. Deze laatste steunbalk zorgt ervoor dat de verticale ring niet uitrekt wordt door het gewicht van de gebruiker.

Figuur 31: NX render

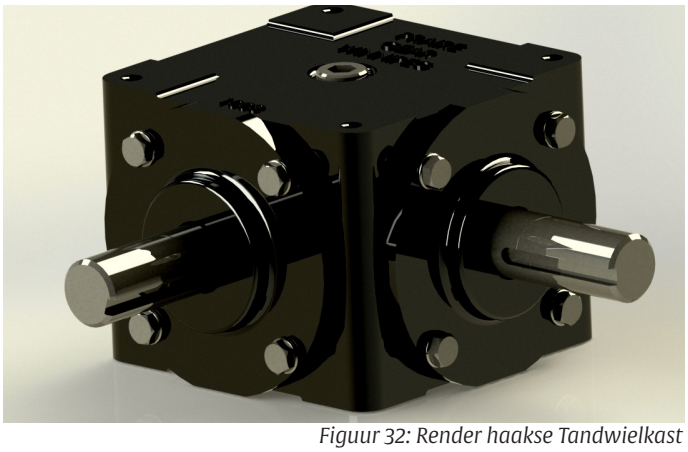
Deze steunbalk is vroeg in de detailleringsfase niet terug te vinden. Dit omdat er tijdens de Fem-analyse (paragraaf 7.4) naar buiten is gekomen dat zonder deze steunbalk de ring te veel doorbuigt. Dit gaat ten koste van de duurzaamheid en ook de veiligheid.

De aandrijving

Voor het crankstel wordt een enkel tandwiel blad gebruikt met 34 tanden. De crankafstand bedraagt, zoals eerder vermeldt, 170mm.

Vanaf de trapas en crank beneden loopt een ketting naar de cassette, die naast de haakse overbrenging gepositioneerd is. De cassette is gemonteerd op een uitgaande as van de haakse overbrenging. Omdat de cassette een vrijloop nodig heeft, in verband met de veiligheid van het kind, wordt er een speciale cassette lager op deze as gemonteerd.

De cassette heeft 10 versnellingen en wordt voorzien van een derailleur. De versnellingskabels worden door het frame getrokken tot onder de zitting van de gebruiker. Deze kan, voor dat hij of zij gaat vliegen, de juiste versnelling opzoeken.



Figuur 32: Render haakse Tandwielkast

Figuur 33: Render houten vintage propeller

De overbrenging

De afbeeldingen die hiernaast zijn weergegeven zijn twee verschillende oplossingen voor een haakse tandwieloverbrenging. Bij Figuur 32 Is de haakse overbrenging getekend bij het gebruik van conische tandwielen. Echter is hier een haakse tandwielkast voor in de plaats gekomen.

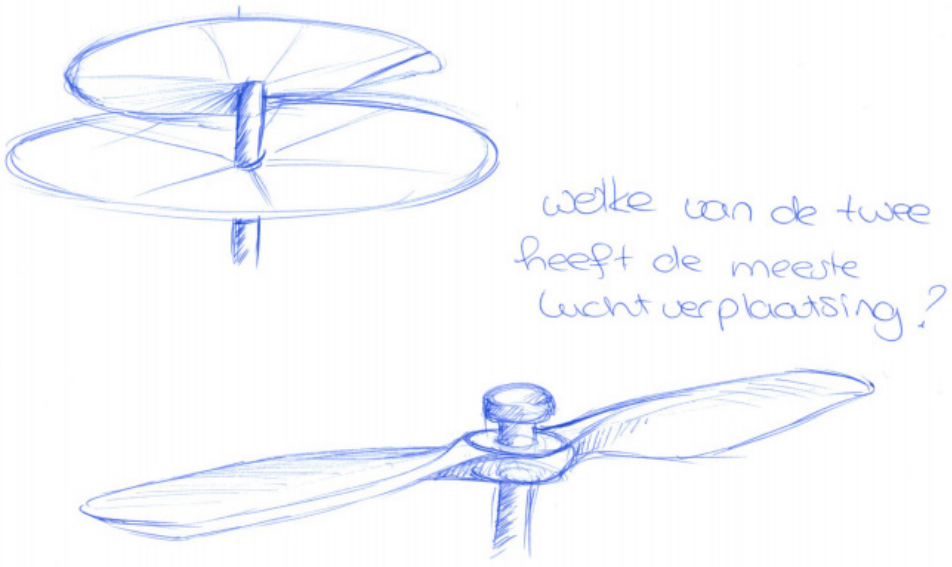
De haakse tandwielkast wordt aangevraagd bij een specialist. De bevestiging van de tandwielkast aan het frame is afhankelijk van de kast zelf. Er moet eerst duidelijk zijn waar de bevestigingsmogelijkheden zitten op de kast voor dat deze aan het frame bevestigd kan worden.

In figuur 32 is een voorbeeld te zien van hoe een haakse tandwielkast er uit ziet. Een as zal bevestigd worden doormiddel van een spie verbinding aan de propeller mast. De andere as wordt verlengd zodat de cassette met vrijlooplager aan de as gemonteerd kan worden.

De propeller

Net als de extra steunbalk in het frame, is de doorslaggevende beslissing over welke propeller gebruikt gaat worden, vrij laat in de detailleringsfase genomen.
De keuze van welke propeller is afhankelijk van het ophangsysteem. Op het moment dat de helikopter, door middel van luchtverplaatsing de lucht in gaat, dan wordt er een normale helikopter propeller genomen. Op het moment dat de vormgeving belangrijk is wordt de propeller van Da Vinci gebruikt.

De beslissing is gevallen op het gebruik van een ‘standaard’ propeller. Deze propeller, zoals te zien in figuur 33 is een oude vliegtuig propeller gemaakt van hout.



Figuur 34: Aerial screw vs. Propeller

7.3.2 Het ophangsysteem

Het ophangsysteem wordt als een los onderdeel gezien. Het uitwerken van de Fietshelikopter is het belangrijkste doel van de ontwerp opdracht, maar het systeem om de helikopter heen wordt wel tot op bepaalde hoogte uitgewerkt.

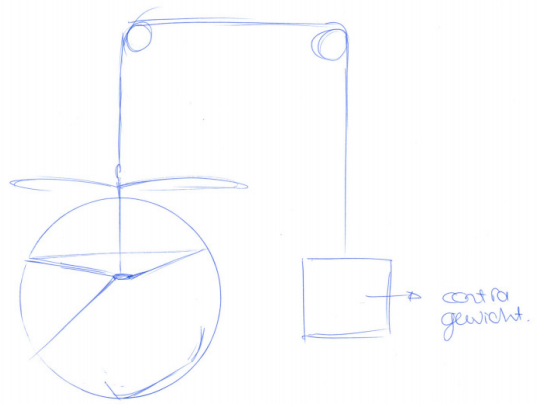
Om meer duidelijkheid te krijgen over hoe het ophangsysteem er uit ziet, en wat het maken van bepaalde keuzes hier mee te maken heeft, wordt er een programma van eisen op gesteld.

Technische eisen

- De helikopter moet tot een hoogte van 2,5 meter komen
- Het ophangsysteem moet tenminste twee valbeveiligingen bevatten
- Kleine verstoringen en bewegingen tijdens de vlucht mogen geen gevolgen hebben voor de veiligheid van de inzittende
- De inzittende moet beschermd zijn tegen valgevaar
- De helikopter moet stabiel in de lucht hangen
- Het ophangsysteem moet een minimaal gewicht van 200 kilo moeten dragen
- De helikopter moet ten alle tijden rechtop blijven hangen
- Het ophangsysteem moet voldoen aan de wettelijke eisen voor attracties en speeltoestellen
- De productie kosten moeten binnen het budget van €10.000 blijven.

Buiten de technische eisen, zijn er ook nog de wensen van het museum, waar het ophangsysteem aan moet voldoen.

Eerder is al benoemd dat het museum geen gebruik wil maken van software. Het liefst is het volledige ophangsysteem mechanisch. Arnoud Odding had als wens dat de helikopter vanuit een evenwichtssituatie de lucht in gaat. Hoe dat er volgens hem uit ziet, staat in figuur 35

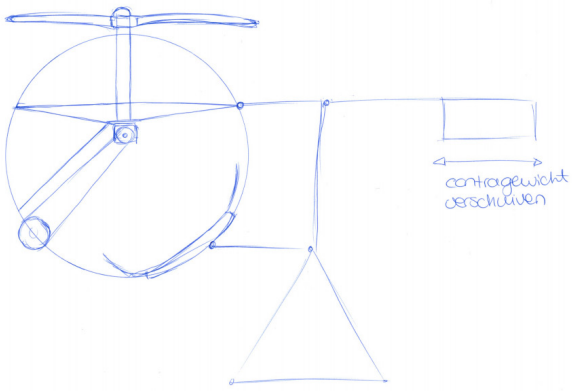


Figuur 35: Simpele schets van ophangsysteem met contragewicht

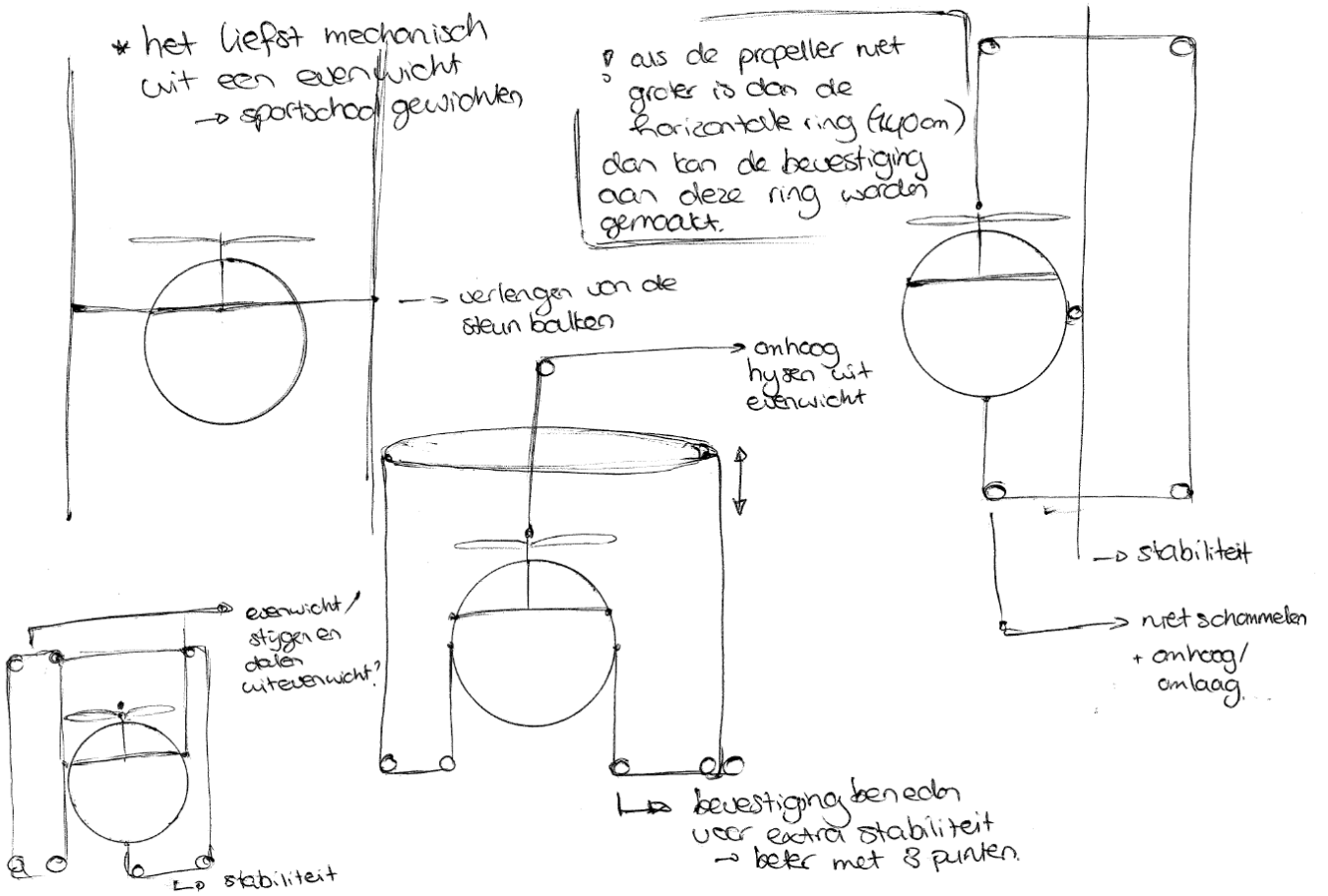
Een lange tijd is er nog onduidelijkheid geweest over de keuze van het ontwerp. Door het maken van verschillende schetsen, waarbij er gevarieerd wordt in de bevestiging van de helikopter aan het systeem, de geleiding, en het hijs mechanisme, is er meer duidelijkheid gekomen in de mogelijkheden en problemen.

Binnen het museum was niet genoeg technische expertise. Daarvoor was het nodig om extern verder te zoeken naar experts op het gebied van mechanische constructies. Om te beginnen is er contact gezocht met medewerkers op de Universiteit Twente.

Norbert Spikker kwam met een idee om de helikopter te bevestigen aan een balans arm. Aan het uiteinde van de arm komt een contragewicht, deze massa kan je over de lange arm verschuiven en zo het moment veranderen. Voor dat het kind plaatsneemt in de helikopter moet hij of zij eerst op een weegschaal gaan staan, en vervolgens het contragewicht dichterbij of verder van het rotatiepunt schuiven. Zie figuur 36



Figuur 36: ophangsysteem met contragewicht en rotatiepunt



Figuur 37: Idee generatie voor ophangsystemen.

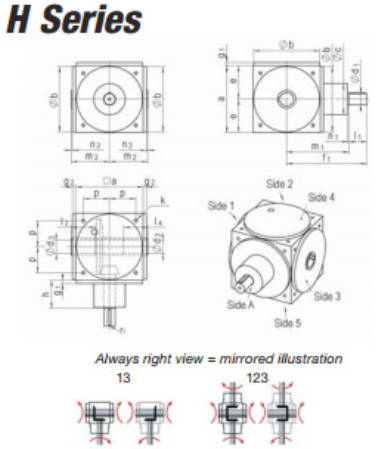
Figuur 38: NX render zitting

7.4 Technische uitwerking

De technische uitwerking wordt gedaan door de Fietshelikopter uit te werken in het programma Siemens NX. Tijdens de uitwerking wordt er onder andere een Fem-analyse van het frame gedaan om te bepalen wat de meest optimale constructie is, en wat de maximale belasting zal zijn. Aan de hand van de technische specificaties, besproken in 7.3, wordt er in deze paragraaf ingegaan op de mogelijke realisatie van het product. Er worden offertes aangevraagd en een totale kostenschatting gemaakt.

De haakse overbrenging

In eerste instantie was het plan om de haakse overbrenging van de tandwielen naar de propeller met twee conische tandwielen te realiseren. Maar na overleg met verschillende specialisten is ervoor gekozen om een kast aan te schaffen met daarin een haakse overbrenging. Dit is slijtvast, en zorgt voor minder moeilijkheden bij het afstellen. Deze kasten zijn verkrijgbaar en worden gemaakt voor intensief en industrieel gebruik.



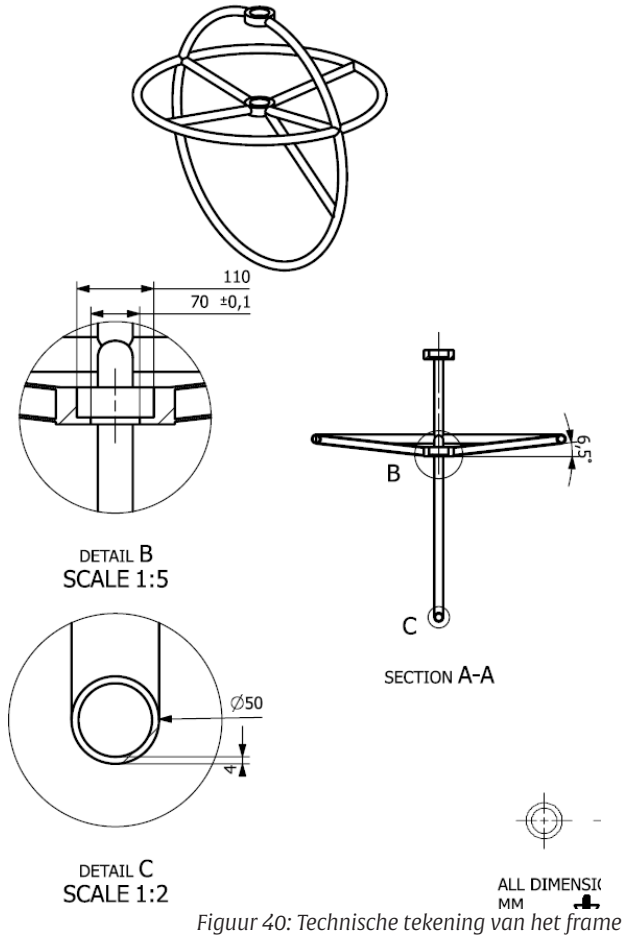
Figuur 39: Haakse tandwielkasten

Technisch bureau Hengelo is gespecialiseerd in het maken van haakse tandwielkasten. Om de begroting rond te krijgen, is er een offerte aangevraagd voor de P75H met overbrenging 1:1. Het bedrag van deze kast komt op €825,- excl. BTW, met een levertijd van ongeveer zes weken. De levertijd van zes weken is te lang om het product binnen de bachelor opdracht uit te werken. Het is ook mogelijk om bij een technisch bedrijf binnen te lopen, en vragen om een wormkast.

Het frame

Het frame bestaat uit twee gewalste ronde buizen met een wanddikte van 4mm. De buis die horizontaal komt te liggen heeft een Diameter van 1400mm. De verticale buis heeft een Diameter van 1500mm. Beide diameters zijn zo gekozen dat ze zowel ergonomisch als technisch te onderbouwen zijn.

De buizen worden aan elkaar bevestigd waardoor er een geheel ontstaat. Om het frame verder te verstevigen en bevestiging mogelijkheden te creëren voor de aandrijving en de propeller, worden er steunbalken toegevoegd.
Deze steunbalken komen onder een hoek te staan ten opzichte van de horizontale ring. De technische tekening hieronder laat het frame zien.



Figuur 40: Technische tekening van het frame

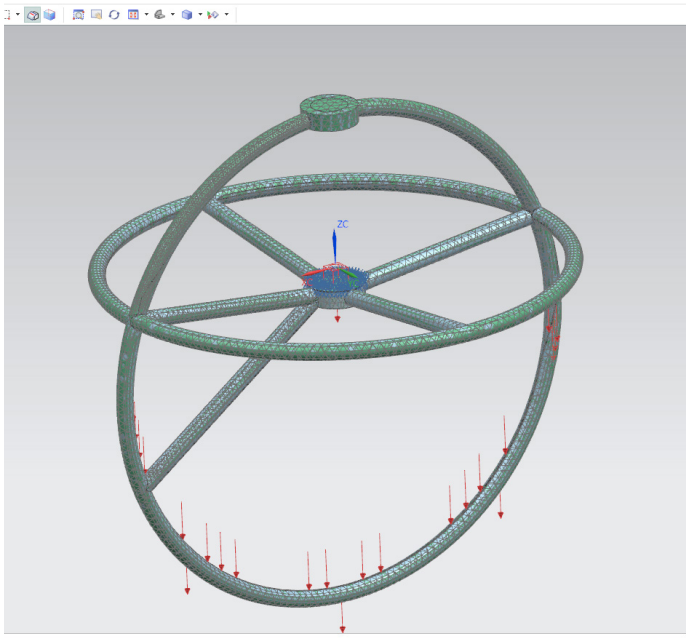
Het walsen van de buizen wordt gedaan door een extern bedrijf, Steggink Metaal uit Oldenzaal. De ringen worden 360⁰ gewalst uit een stalen naadloze precisie buis met diameter Ø:50x4, niet gelast. Voor een totaalbedrag van €495,-

Het lassen van de steunbalken en van beide ringen, wordt gedaan in de werkplaats van de Universiteit. Tegelijk met het maken van het frame, moet de propeller mast in het frame geplaatst worden. De propeller komt gelagerd in het frame, door axiale lagers. De verbinding tussen frame en mast moet zo zijn dat bij nood de volledige helikopter aan de mast kan hangen.

7.4.1 FEM analyse en deformatie analyse

Alvorens de opdracht voor het walsen van de buizen verstuurd kan worden, moet het zeker zijn dat het stalen frame een belasting van 70 kilo kan ondervinden.

De analyse is alleen uitgevoerd op het frame. De rest van de onderdelen zijn speciaal gemaakt voor de belasting die ze gaan ondervinden. Het frame daarentegen is eigen ontwerp. Eerst moet er een mesh aangemaakt worden, met een grootte van 40mm.

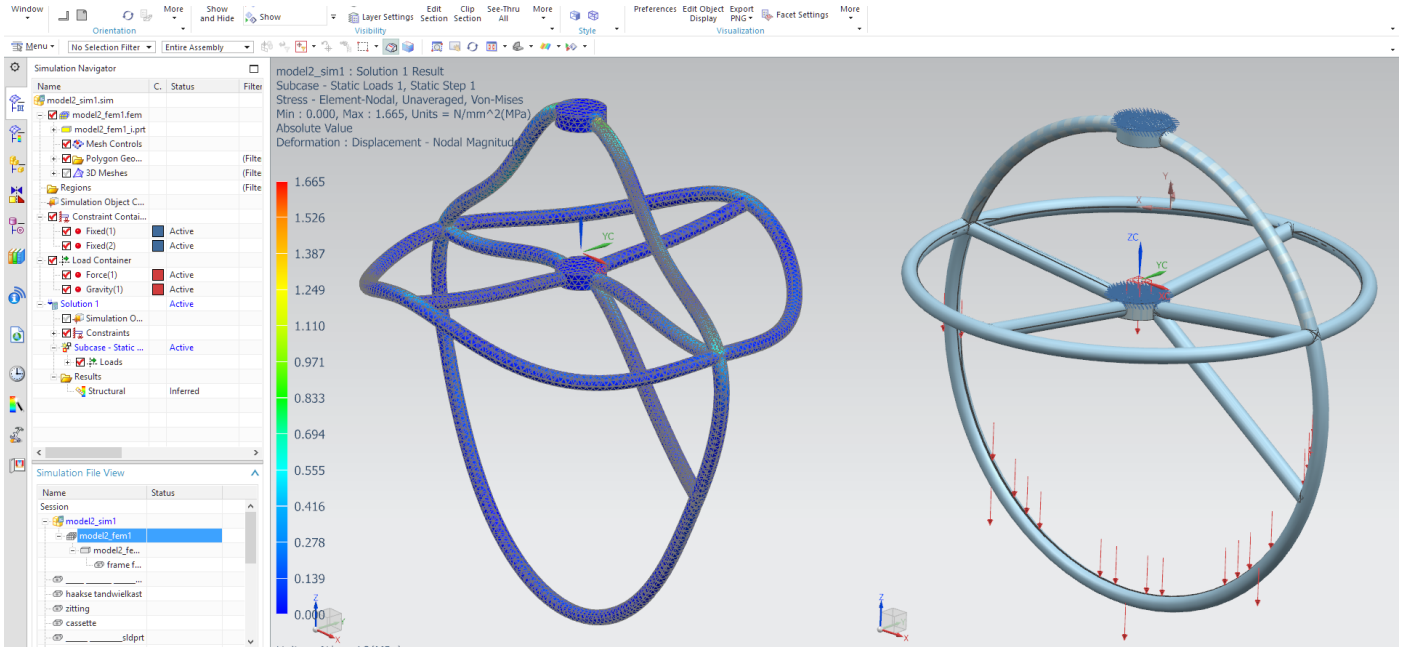


Figuur 41: Mesh en krachten binnen het model tijdens 700N belasting

Vervolgens wordt het frame op 4 punten vast gezet. Er wordt een fixed constraint gezet op de steunbalken, en beide punten waar de propeller aan het frame bevestigd is.

Vervolgens worden zowel de zwaartekracht aan het frame toegevoegd, zie figuur 41, en een belasting van 700 N op de onderste verticale ring.

Voor dat de analyse uitgevoerd wordt moet er duidelijk zijn hoe de mogelijke resultaten gelezen moeten worden. Er wordt niet alleen naar staal gekeken maar ook naar aluminium. Bij een von mises FEM analyse wordt gekeken naar de plastische vervorming van een voorwerp.



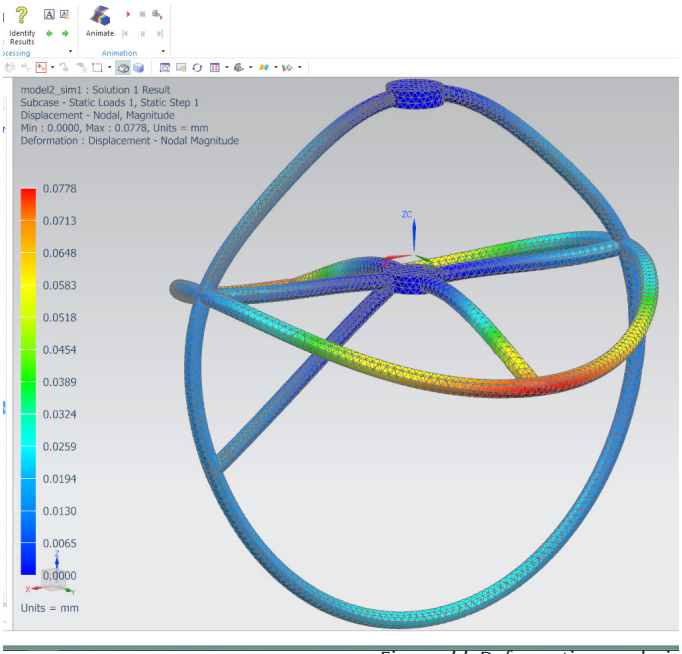
Figuur 42: Von mises stress, bij een stalen frame

Een voorwerp vervormt pas plastisch als de stress, in de von mises analyse, boven de vloeigrens van het desbetreffende metaal komt. Voor staal is deze vloeigrens 250 MPa en voor Aluminium 105 MPa.

Uit de von mises element nodal stress, komt dat er maximaal 1.665 MPa op het frame komt te staan. Dit betekent dat, bij een belasting van 700 N (71.3 kg) het frame niet bezwijkt onder deze kracht.

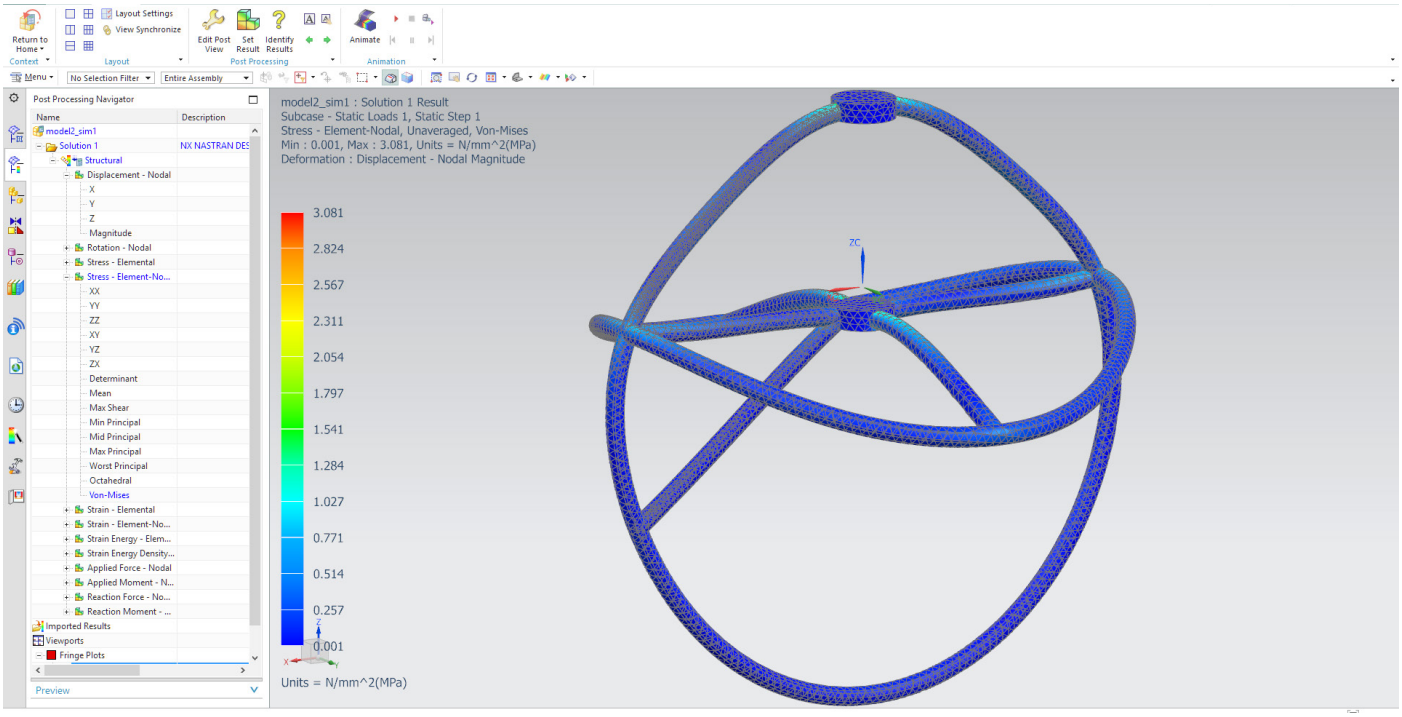
De analyse heeft laten zien dat staal sterk genoeg is voor het frame. Omdat het geheel het liefst zo licht mogelijk moet zijn, wordt dezelfde analyse ook uitgevoerd met aluminium. De resultaten zijn te zien in figuur 43. Uit deze analyse kan men ook concluderen dat aluminium ook een sterk genoeg materiaal is voor het frame.

Naast de von mises stress analyse, is er ook nog gekeken naar de maximale deformatie op de zwakke punten van het frame. In de afbeelding die hiernaast te zien is, heeft het frame een maximale doorbuiging of verplaatsing van 1.665 mm.



Figuur 44: Deformation analysis

Uit alle gevonden waarden kan gezegd worden dat het frame, bij het gebruik van stalen buizen met Ø50mm en een wanddikte van 4mm, sterk genoeg is voor het gebruik als Fietshelikopter.



Figuur 43: Von mises stress bij een aluminium frame

7.4.2 Fietsonderdelen

Onder de fietsonderdelen vallen de crank, trapas, ketting, zitting, cassette en derailleur. Al deze onderdelen kunnen aangeschaft worden bij een groothandel of fietsenwinkel.

Als voorbereiding op het ontwikkelen van het werkende prototype, is contact op genomen met de fietsenwinkel Ten Tusscher in Enschede.
Na overleg in de winkel is geconcludeerd dat de fietsonderdelen geen probleem zullen zijn. Het grootste probleem zit bij de bevestiging van de cassette op de as van de haakse tandwielkast. Een speciale shimano vrijloop cassette bearing kan, na het eventueel aanpassen van de as, met een spie en imbus verbinding op de as gemonteerd worden. Over de bearing wordt de cassette gezet. De derailleur komt aan het frame zelf vast te zitten. De geschatte kosten van alle onderdelen samen zijn 500 euro.

De speciale zitting was niet verkrijgbaar bij Ten Tusscher. Hiervoor moet contact op genomen worden voor een ligfiets speciaalzaak in Dronten. De geschatte kosten voor een zitting zijn 200 euro, inclusief kussen.

De ophanging
Voor de uitwerking van het ophangsysteem is er contact opgenomen met Freerk Wieringa, een kunstenaar uit Deventer.
Hij kwam tot de conclusie dat het mogelijk is om een ophangsysteem te maken voor de helikopter, alleen niet binnen de beschikbare tijd en het budget. Een grove schatting van de kosten kwam neer op een bedrag €20.000. Dit is het dubbele van het beschikbare budget.

Hierna is besloten om het ophangsysteem niet te bouwen. En als het besluit valt deze wel te maken, het ophangsysteem zo ver aan te passen dat hij binnen het budget past, en voldoet aan alle veiligheidseisen.

De voorkeur gaat nog steeds uit naar het gebruik van software, die het stijgen en dalen van de Helikopter reguleert.

7.5 Veiligheid

De veiligheid van het ontwerp is in dit geval doorslaggevend voor de uitwerking.

<u>De Helikopter</u>
De veiligheidseisen in het frame zitten hem vooral in de manier waarop deze bevestigd wordt aan het ophang systeem en de belasting op het frame. Het frame is zo ver tot in detail uitgewerkt, dat er gezegd kan worden dat deze veilig is in gebruik.

<u>Het ophangsysteem</u>
De veiligheidseisen bij het ophang systeem zijn van een andere orde dan de rest van het ontwerp. De Fietshelikopter wordt achter af gezien als een onderdeel van het ophangsysteem.

Het museum had als wens dat de helikopter vanuit een evenwichtssituatie met een contragewicht, de lucht in zou gaan. Het stijgen moet dan gebeuren door de luchtwrijving van de propeller.

Deze oplossing is hoe dan ook instabiel. Het gewicht van de helikopter komt maximaal op 200 kilogram te liggen. Op het moment dat een voorwerp van 200 kilogram een versnelling krijgt, door een kleine verstoring in een evenwicht, kan dit grote gevolgen hebben.

Dit kan heel simpel laten zien worden door de traagheidswet, F=m*a. Bij een constante massa is de versnelling van een voorwerp evenredig met de grootte van de netto kracht.
Stel een voorwerp van 200 kilo in een evenwicht, wordt uit het evenwicht gehaald en krijgt een versnelling. De netto kracht die hieruit ontstaat kan gevaarlijke situatie opleveren, en moet ten alle tijden gecontroleerd worden.

Op het moment dat een evenwicht gecontroleerd wordt, kan men stellen dat het geen werkelijk evenwicht meer is.

Figuur 45: MakerFestival Twente flyer

Woensdag 18 januari 2017: inloop om 19.30 uur, aanvang om 20.00 uur
TOEGANG: € 5,- p.p. (inclusief een drankje) VOORAANMELDING: gewenst per email naar: aanmeldingen@twentsewelle.nl o.v.v. De droom van het vliegen) LOCATIE: Museum TwentseWelle

Meet-up Lieke van den Brink over haar Vliegmachien

'De droom van het vliegen'

"De mens zal met grote vleugels succesvol de lucht overwinnen en zich op haar verheffen kunnen". Voor Leonardo da Vinci was het duidelijk: als mensen moeten we kunnen vliegen. Zijn hele leven droomde hij daarvan. Leonardo was niet de enige. De droom om los te komen van de aarde, om op eigen kracht door het luchtruim te suizen, achtervolgt ons al eeuwen. Van Leonardo's schetsontwerpen, via de luchtballon en de zeppelin, naar de motorisch aangedreven drones van vandaag.

Het thema van MFT 2017 is Leonardo de uitvinder. Leonardo da Vinci: renaissancemens, homo universalis, kunstenaar, ingenieur en wetenschapper, een grote geest die het MFT meer dan waardig is. In 'Leonardo, of de droom van het vliegen'- vanaf 18 februari te zien in Museum TwentseWelle - wordt het onzichtbare zichtbaar gemaakt. De tentoonstelling gaat over luchtwervelingen en windtunnels, over beweging, lichtheid, evenwicht en zweven.

Maar ook mensen zélf kunnen 'vliegen'. Lieke van den Brink, student industrieel ontwerpen aan de Universiteit Twente, vervult haar bachelor opdracht bij Museum TwentseWelle. Ze ontwerpt een mechanische vliegmachien. Op 18 januari vertelt ze over haar ontwerp en gaat met het publiek in gesprek. De Vliegmachien zal tevens te zien zijn tijdens het MFT op 20 en 21 maart.

Figuur 46: Uitnodiging Meet-up

Certificaten en licenties
Op het moment dat het ophangsysteem wel volledig veilig is, moet deze ook nog veilig verklaard worden door overheidsinstanties. Volgens artikel 3a van het Warenwetbesluit[11], is het verboden om attractie toestellen te gebruiken, die niet voldoen aan, in strijd zijn met de gestelde voorschriften.

In Bijlage 1 van het warenwetsbesluit[11] attractie- en speeltoestellen behorende bij artikel 4, staan de voorschriften met betrekking tot het ontwerp en vervaardiging van attractie toestellen.

7.6 Presentatie MakerFestival Twente

In de aanloop van het MakerFestival Twente op 20 mei, is er een presentatie gegeven over deze bachelor eindopdracht. In Museum Twentse Welle werd een korte uitleg gegeven over het ontwerpproces, met daaropvolgend een discussie over de mogelijkheden van het ophangsysteem. De dag ervoor was besloten dat het niet mogelijk is om het ophangsysteem, zoals deze bedacht was, te bouwen. De vraag aan de bezoekers van de Meet-up (figuur 46) was, "stel, je hebt de helikopter zonder het ophangsysteem. Hoe kan je een ophangsysteem maken die zowel aan de wensen van het museum voldoet, als de eisen van de universiteit?"

De deze discussie heeft veel nieuwe ideeën opgeleverd. Ten eerste kwam hieruit naar voren dat de mogelijkheden voor een ophangsysteem eindeloos zijn, het probleem zit hem alleen in de certificaten en licenties. De truc is om deze wettelijk vastgestelde veiligheidseisen te omzeilen.

Op het moment dat een kind of gebruiker niet hoger gaat dan 0,80m dat is er geen extra val beveiliging nodig. Als de gebruiker wel door luchtverplaatsing om hoog kan, maar niet hoger dan 0,80 cm, veranderd er heel veel aan de veiligheidseisen. Er moet dan wel opnieuw nagedacht worden over de ervaring. Maar door bijvoorbeeld gebruik te maken van virtual reality, of een beamer die iets projecteert, zou het ontwerp al een hele andere vlieg dimensie kunnen krijgen.

Verder is ook nagedacht over de materiaalkeuze voor het frame. Hierover werd de opmerking gemaakt waarom er geen natuurlijke materialen gebruikt worden, zoals bamboe of hout. Ook kan er gekeken worden naar een carbon frame.

7.7 Productontwikkeling

De ontwikkeling wordt net als het ontwerp in twee onderdelen verdeeld; het maken van de Fietshelikopter en het bouwen van het ophangsysteem.

Het bouwen van de Fietshelikopter wordt gedaan in de werkplaats van de Universiteit Twente. De benodigde onderdelen worden eerst aangeschaft en vervolgens geassembleerd. In paragraaf 7.5 (Technische ontwikkeling) is al besproken welke bedrijven en winkels helpen bij de voorziening van deze onderdelen.

Als de eerste versie van de Fietshelikopter in elkaar is gezet, kan er gekeken worden naar gebruik van andere materialen. Materialen die net zo sterk zijn, maar minder zwaar zijn.

Het ophangsysteem daarentegen kan niet uitgewerkt worden. Voor verdere ontwikkeling moet eerst bepaald worden hoe door middel van de helikopter de gebruiker het gevoel van vliegen kan ervaren. Er moet een stap teruggedaan worden in het ontwerpproces, en opnieuw gekeken worden naar de mogelijkheden. Na de presentatie op 18 januari, is naar voren gekomen dat de mogelijkheden voor het ontwikkelen van een prototype binnen het budget, niet onmogelijk is maar wel meer tijd vergt.

Figuur 47: NX render, volledige fietshelikopter

CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Meisje in de witte kimono - George Hendrik Breitner (1895)

HOOFDSTUK 8
CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

8.1 Conclusie

Het doel van deze Bachelor eindopdracht is: "Het ontwerpen van een vliegmachine voor Museum Twentse Welle en Rijksmuseum Twenthe, om kinderen het gevoel van vliegen te later ervaren." Het eindresultaat is een detailuitwerking en een aanbeveling voor verdere uitwerking van het ontwerp.

Het eind ontwerp zal naast het totale programma van eisen gelegd worden. En daarna zal er gekeken worden naar de manier waarop het ontwerp van de helikopter bijdraagt aan het gevoel van vliegen.

Verder zal er ook besproken worden hoe het Rijksmuseum Twente en Museum Twentse Welle gereageerd hebben op het ontwerpvoorstel. De vervolgstappen die het product moet ondergaan tot een werkend prototype worden ook uiteengezet.

8.1.1 Programma van eisen

Doelgroep eisen
1. Toegankelijk voor een minimale lengte van 120cm
2. Toegankelijk voor een maximale lengte van 180cm
3. Maximaal gewicht van 70 kilo kunnen dragen
4. Het ontwerp moet gebruiksvriendelijk zijn voor zowel een zesjarige als zestienjarigen
5. De gebruiker moet het gevoel krijgen dat hij of zij kan vliegen
6. Het kind moet invloed uit kunnen oefenen op het verloop van de activiteit, iedere vlucht is uniek.

Product eisen
7. De trapas moet verstelbaar zijn over 28 cm
8. De helikopter moet tenminste 3 versnellingen hebben
9. De inzittende moet beschermd zijn tegen val gevaar uit de helikopter
10. De helikopter moet stabiel in de lucht hangen
11. De helikopter moet aangedreven kunnen worden met een minimaal vermogen van 40 Watt

Technische eisen
12. De helikopter moet tot een hoogte van 2.5 meter komen
13. Het ophangsysteem moet tenminste twee valbeveiligingen hebben
14. Kleine verstoringen en bewegingen tijdens de vlucht, mogen geen gevolgen hebben voor de veiligheid van de inzittende
15. De inzittende moet beschermd zijn tegen valgevaar
16. Het ophangsysteem moet ervoor zorgen dat de helikopter stabiel in de lucht blijft hangen
17. Het ophangsysteem moet tenminste 200 kg moeten kunnen dragen
18. De helikopter moet ten alle tijden rechtop blijven hangen, en dus niet kantelen
19. Het ophangsysteem moet voldoen aan de wettelijke voorschriften en eisen voor attracties en speeltoestellen
20. De productie kosten moeten binnen het budget van €10.000,- blijven.

Eisen van het museum
21. De machine moet de lucht in gaan door luchtverplaatsing
22. Geen gebruik van elektrische componenten

Na het ontwerpproces kan er nog niet voor alle eisen vastgesteld worden of er aan voldaan wordt. Deze eisen (5, 6, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) moeten nog getest worden bij verdere uitwerking en verdere specificering van het ontwerp. De meeste eisen waar nog niet aan voldaan is zijn afhankelijk van het ophangsysteem.

Wel voldoet het ontwerp al aan de eisen die van betrekking zijn op het ontwerp van de Fietshelikopter. Het ontwerp is zo gemaakt dat kinderen, met de gedefinieerde afmetingen, plaats kunnen nemen in de helikopter.

8.1.2 Het gevoel van vliegen

Het programma van eisen is tijdens het ontwerpproces een hulpmiddel geweest om tot het eind product te komen. Maar pas toen er wat meer duidelijkheid was over de vliegmachine, werd deze pas van toepassing. Vooraf was vooral de definitie en de simulatie van het gevoel dat bij vliegen komt kijken van belang. Daarom is het ook interessant om te kijken naar, hoe de Fietshelikopter, de gebruiker het gevoel van vliegen laat ervaren.

Het belangrijkste aspect van werkelijk vliegen is het in de lucht gaan door gebruik van de spieren. Het ontwerp van de fietshelikopter is specifiek hiervoor ontwikkeld. De aandrijving van persoon tot propeller is aanwezig. Maar het werkelijk kunnen vliegen door luchtverplaatsing, is op het moment nog niet mogelijk.
Uiteindelijk is het niet de Fietshelikopter die ervoor zorgt dat deze inzittende vliegt, maar het ophangsysteem eromheen. Het ophangsysteem is hetgeen dat ervoor zorgt dat de Helikopter in evenwicht hangt met een contragewicht, en ervoor zorgt dat de inzittende veilig in de lucht hangt.

8.1.3 De fietshelikopter
Het ontwerpproces van de fietshelikopter is afgerond. In de tijd van een half jaar is de helikopter uitgewerkt tot in detail, en klaargemaakt om gebouwd te worden.

De onderdelen van het frame zijn samengevoegd in een 3d model, en geoptimaliseerd voor gebruik. Het gebruik van industriële onderdelen zoals de haakse tandwielkast en de lagers in het frame, bevorderen de duurzaamheid van het ontwerp. En bij het gebruik van goede kwaliteit standaard fietsonderdelen, kan men ook zeker zijn dat dit het intensieve museum gebruik aan kan.

8.1.4 Het ophangsysteem
Tijdens het proces is er veel aandacht besteedt aan het bedenken van een ophangsysteem. Dit was een onderdeel van het geheel, dat niet alleen meer expertise nodig had, maar ook meer tijd tot uitwerking.

Er is voor gekozen om het ophangsysteem bij een aanbeveling te houden. Bij eventuele uitwerking is het belangrijk dat de eisen er weer bij gepakt worden. Bijvoorbeeld eis nummer 12, die zegt dat de helikopter tot een hoogte van 2.5 meter moet komen.

Er is veel tegenspraak in de eisen van het Museum en de technische eisen. Het vliegen door middel van luchtverplaatsing is in tegenspraak met meerdere technische eisen (12, 14, 17). Om hier een oplossing voor te vinden moet er een paar stappen terug gedaan worden, of de eisen aangepast worden.

8.1.5 De beslissing van het Museum
In overleg met het museum is besloten om het ontwerp niet verder uit te werken. Als ontwerper is het niet fijn om een product op de markt te zetten waarvan het nog niet zeker is of deze volledig veilig en legaal is. De begeleiders en leidinggevenden van het museum waren van mening dat het ontwerp mooi is, maar binnen het budget niet mogelijk is om te maken. Meer budget vrijmaken voor de realisatie van de Fietshelikopter is niet mogelijk.

8.2 Aanbevelingen

8.2.1 De fietshelikopter
De helikopter is al zover uitgewerkt dat deze al gebouwd kan worden. In ieder geval kan een werkend prototype op werkelijke grootte gemaakt worden. Om de helikopter te optimaliseren, kan er gekeken worden naar andere materialen voor het frame, die net zo sterk zijn, maar lichter.

Ook kan er verder onderzoek gedaan worden naar de tandwiel overbrengingen en de kracht die de gebruiker genereert om de propeller in werking te zetten. Op het moment dat de inzittende niet meer kracht levert, maar de propeller wel sneller gaat draaien, is de kans op vliegen door luchtverplaatsing groter.

Voor het kiezen van de beste propeller voor de helikopter, kan er nog een aerodynamisch onderzoek gedaan moeten worden. Ook naar de luchtverplaatsing die de helikopter van Da Vinci genereert.

8.2.2 Het ophangsysteem
Het ophangsysteem moet een andere definitie van vliegen krijgen. Er zou gekeken kunnen worden naar het stijgen van maar 80 cm van de grond, maar wel volledig uit menselijke kracht.

Er bestaan oplossingen die ervoor kunnen zorgen dat alle eisen en wensen toegepast kunnen worden. Maar er zijn experts nodig om te beslissen welke constructie het beste is.

Wanneer het ontwerp uiteindelijk zover uitgewerkt is dat er een werkend prototype gemaakt kan worden, moet deze getest worden. Voor de beste resultaten moet het prototype getest worden bij verschillende situaties. Mogelijke test situaties zijn te vergelijken met de scenario's beschreven in hoofdstuk 3. Er moet getest worden of het ontwerp geschikt is voor gebruik van grote groepen kinderen, maar ook of er eventueel ook volwassenen in kunnen vliegen.

Dit kan getest worden door bijvoorbeeld kinderen een middag hun eigen gang laten gaan, en een andere middag, volwassenen van 30 jaar en ouder, de Fietshelikopter laten testen. Hierbij moet een toezichthouder naast staan die de bijzondere situaties vastlegt en documenteert. Op het moment dat de testen gedaan zijn, en het prototype succesvol is verklaard, en de nodige licenties en goedkeuringen heeft van de overheid, dan kan het definitieve ontwerp uitgewerkt worden en in het museum geplaatst worden. Klaar voor gebruik.

REFLECTIE

Falaises ses près de Pourville - Claude Monet (1882)

HOOFDSTUK 9
REFLECTIE

Tijdens dit ontwerpproces heb ik veel geleerd als ontwerper. Hieronder staan mijn leerpunten in een rijtje.

Leerpunten:
- Omgaan met onduidelijkheden en hierin mijn eigen keuzes maken met betrekking tot het ontwerp.
- Aanpassen aan veranderende wensen van het museum, en op de momenten dat er echt niets verandert kan worden, dit vertellen.
- De veranderingen in de wensen toepassen in het ontwerp.
- Bij mijn eigen standpunt blijven en keuzes maken tijdens het ontwerpproces. En vertrouwen hebben in mijn eigen kennis en kunnen.
- Tijdens het ontwerpproces zijn er keuzes gemaakt voor het ophangsysteem. Om er voor te zorgen dat het volledige ontwerp gerealiseerd kan worden moeten bepaalde keuzes gereflecteerd worden en eventueel aangepast worden. Het is namelijk zo dat de combinatie van de eisen en de wensen van de universiteit en het museum niet bij elkaar aansluiten. En niet binnen het beschikbare budget en veiligheidseisen gerealiseerd kan worden.

Om er voor te zorgen dat dit wel kan moeten er een paar stappen terug worden gedaan en de definitie van vliegen, en de ervaring van het gevoel van vliegen op nieuw bekeken worden.

Tijdens de presentatie gegeven voor Het Maker Festival Twente werden belangrijke verbeter punten besproken. Hier werd gezegd dat de mogelijkheid om de Fietshelikopter volledig uit te werken, nog steeds aanwezig is. Om zowel de Fietshelikopter als het ophangsysteem binnen de beschikbare tijd uit te werken, was meer kennis en mankracht nodig.
Het ontwerp van de Fietshelikopter is klaar om uitgewerkt te worden, alleen het ophangsysteem vergt meer uitwerking en aandacht.

Over het behaalde resultaat tijdens deze bachelor eindopdracht, ben ik zeer tevreden. Als ik terugkijk naar wat aan het begin mijn doel was, en wat er uiteindelijk op papier staat, is dit wel het hoogst haalbare geweest. Het was sowieso niet mogelijk om in een tijdsbestek van zes maanden een volledige vliegmachine te bouwen voor in het museum. In een tijdsbestek van zes maanden was het niet onmogelijk om een vliegmachine uit te werken en te bouwen, maar het was wel een uitdaging. Ik ben de uitdaging aan gegaan en heel dichtbij gekomen, maar uiteindelijk was zes maanden toch te kort.

BIJLAGEN

Zegenende Christus - Rafaël (ca. 1505-1506)

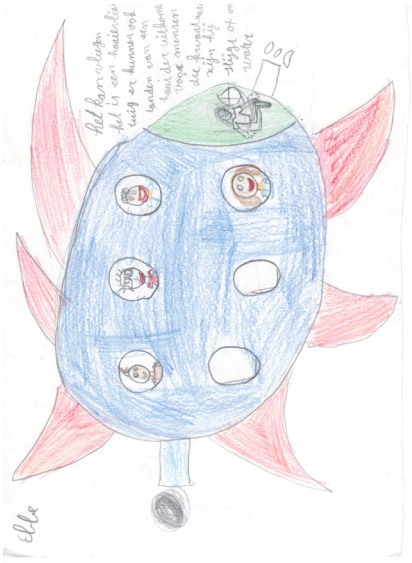
BIJLAGE 1

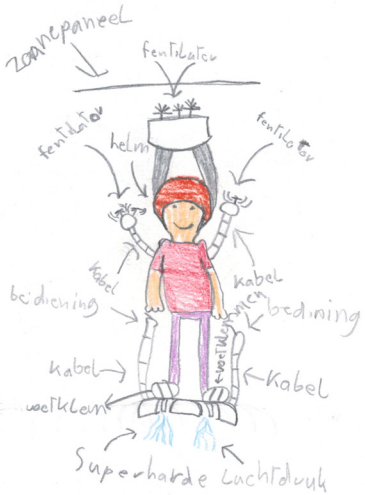
VRAGENLIJST BASISSCHOOL LA RES

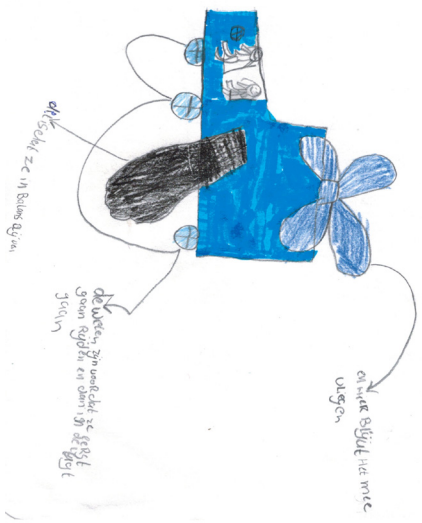
Groep 5	Groep 6
Welke woorden komen er bij je op als je denkt aan vliegen?	
Vliegtuig, vleugels, helikopter, vogel, engel, vlieger, luchtballon, drone, duivel, jet pack, racketlaarzen, heks, draak, vlinder, zwerkbal	Vliegtuig, helikopter, vogel, wind langs je gezicht, hoog in de lucht, vleugels, raket, snelheid, oorpijn in het vliegtuig, hoogtevrees
Wat denken jullie dat vliegen nou eigenlijk is?	
Hoog in de lucht, niet kunnen vallen, evenwicht houden, naast een vliegtuig vliegen, licht, hoogtevrees, frisse lucht, naar de zon vliegen, zweven, wolken, mooi, zwaartekracht	Met vleugels bewegen in de lucht hangen,
Zou je graag willen vliegen?	
Ja, geen auto's, goedkoop	Ja, meer vrijheid, snel, gratis, onafhankelijk
Hoe zouden vogels zich voelen?	
Vrij, bang Snel en sterk.	Vrij, het eerste antwoord waar ze mee kwamen.
Mus	
- Beetje bang - Slimmer - Sneller - Verlegen - Heel klein - Snel verstoppen - Makkelijk vast te pakken - Zichzelf optillen	- Lichter - Sneller - Vrij - Bang om aangevallen te worden door een grote vogel of mens - Stoer doen
Arend	
- Stoer - Sterk - Groot - Minder onzeker	- Groot - Machtig - Valt sneller naar beneden - Snel en sterk - Niet bang
Piloot	
- Gezellig met alle passagiers - Leuk - Held - Cool - Sterk - Vliegtuig is moeilijk om te besturen dus slim - Saai - Dapper	- Voelt zich stoer omdat hij dat durft - Zelfverzekerd - Iedereen klapt, hij is een held - De leider
Als je zou kunnen vliegen, hoe zou je dat dan graag willen doen? Bijvoorbeeld met vleugels, of met een vliegtuig, of met een ballon?	
Allemaal vliegen met eigen vleugels, een paar met een vliegtuig omdat ze dit nog nooit gedaan hebben Deltavlieger, jet pack, katapult, vleermuisvleugels, snel bewegende vleugels, papagaaien vleugels, vliegtuig, rugzak met opvouwbare vleugels, in een game vliegen, onzichtbare vleugels die licht geven in het donker.	Vliegtuig: II Ballon: I Vleugels: Bijna de gehele klas Vleugels omdat: zelf sturen, zelf stijgen en kunnen dalen, landen op kleine plekjes (geen grote vliegvelden nodig)

Heb je weleens gedroomd over vliegen?	
Ja, vallen uit de lucht en dan een schok krijgen. Dromen over kunnen vliegen naar school met eigen gemaakte vleugels en elfenstof. Vliegen als een draak en vuurspuwen.	Allemaal ja: Vooral over het vliegen en dan vallen, uit bed vallen, of uit bed springen. Van de trap afvallen Zweven in een bad,

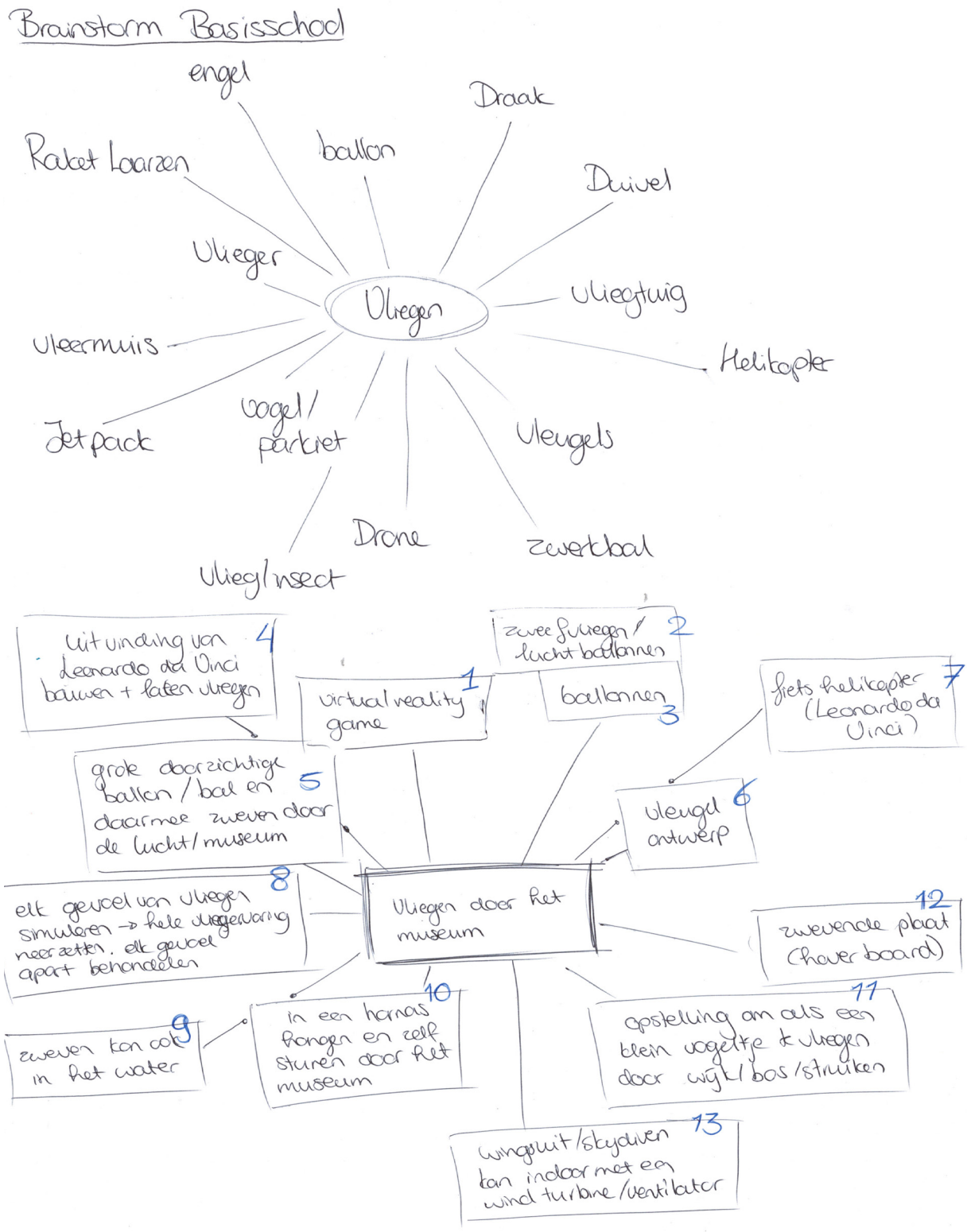
	Zweven in een zeepbel uit bad naar het plafond
Wat denken jullie dat het verschil is tussen vliegen en zweven?	
Zweven: - Niet werken - Niet hoog - Niets doen - Vallen - Langzaam springen - Saai - Om je heen kijken - Geen gevoel, je zweeft in het niets (ruimte) Vliegen: - Flapperen - Werken - In de lucht blijven hangen - Vleugels - Wind - Gevoel dat je iets kan doen - Sneller dan zweven - Wind onder je vleugels - Spieren gebruiken.	Zweven: - Niets doen - Er is thermiek nodig - Geen zwaartekracht Vliegen: - Pegasus - Vleugels gebruiken - Kracht gebruiken - Zelf kunnen sturen



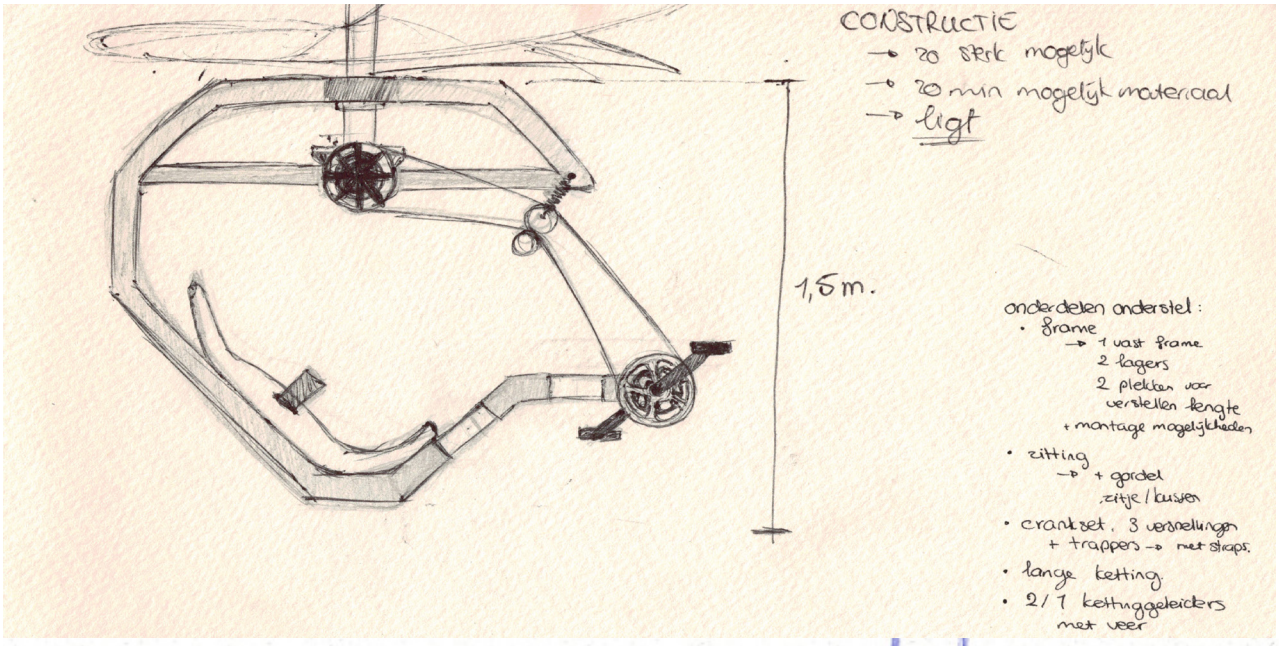


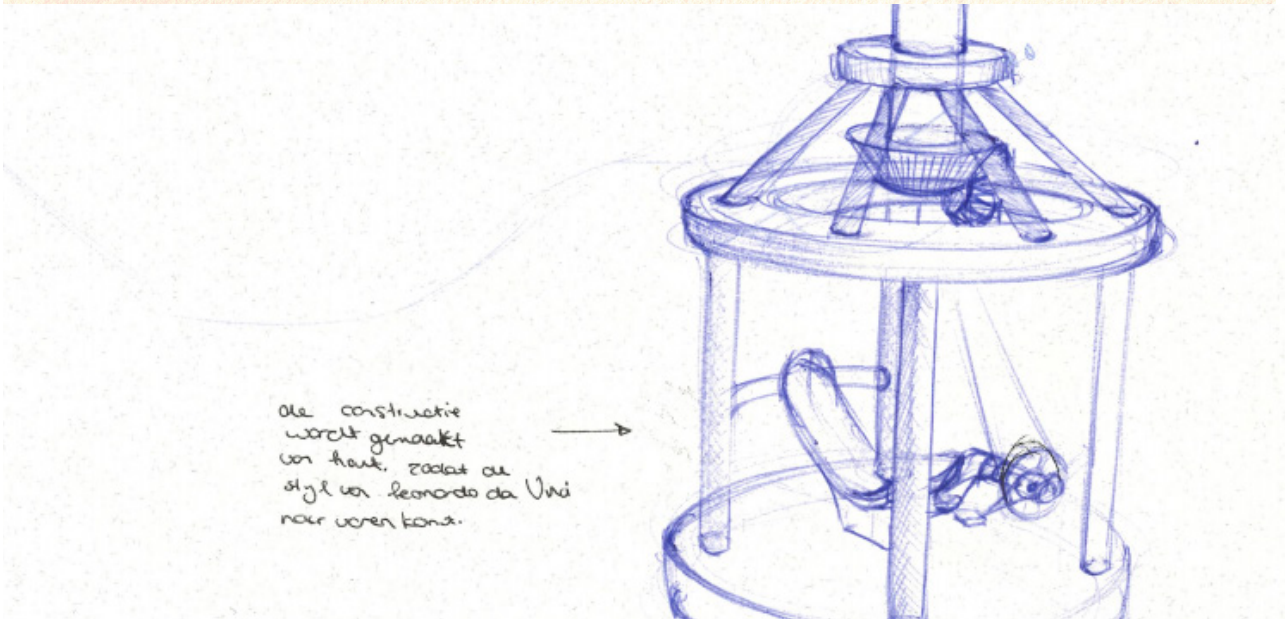


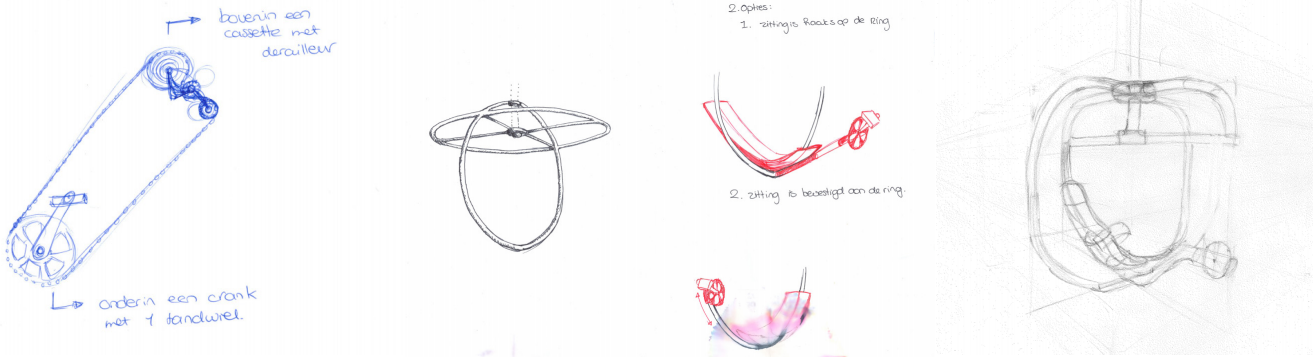
BIJLAGE 2
MINDMAPS



BIJLAGE 3
SCHETSEN

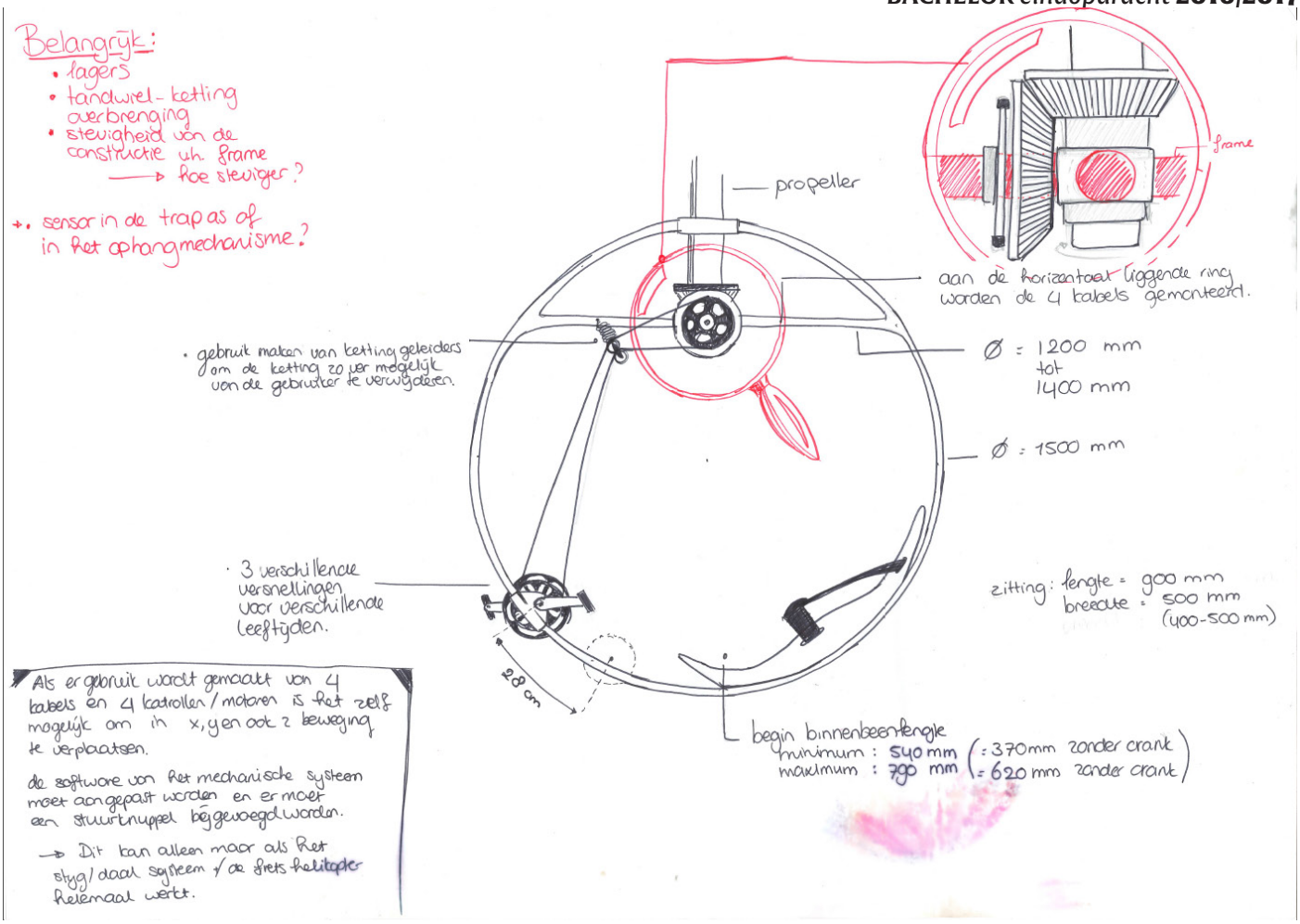






Belangrijk:
- lagers
- tandwiel - ketting overbrenging
- stevigheid van de constructie vh. frame → hoe steviger?

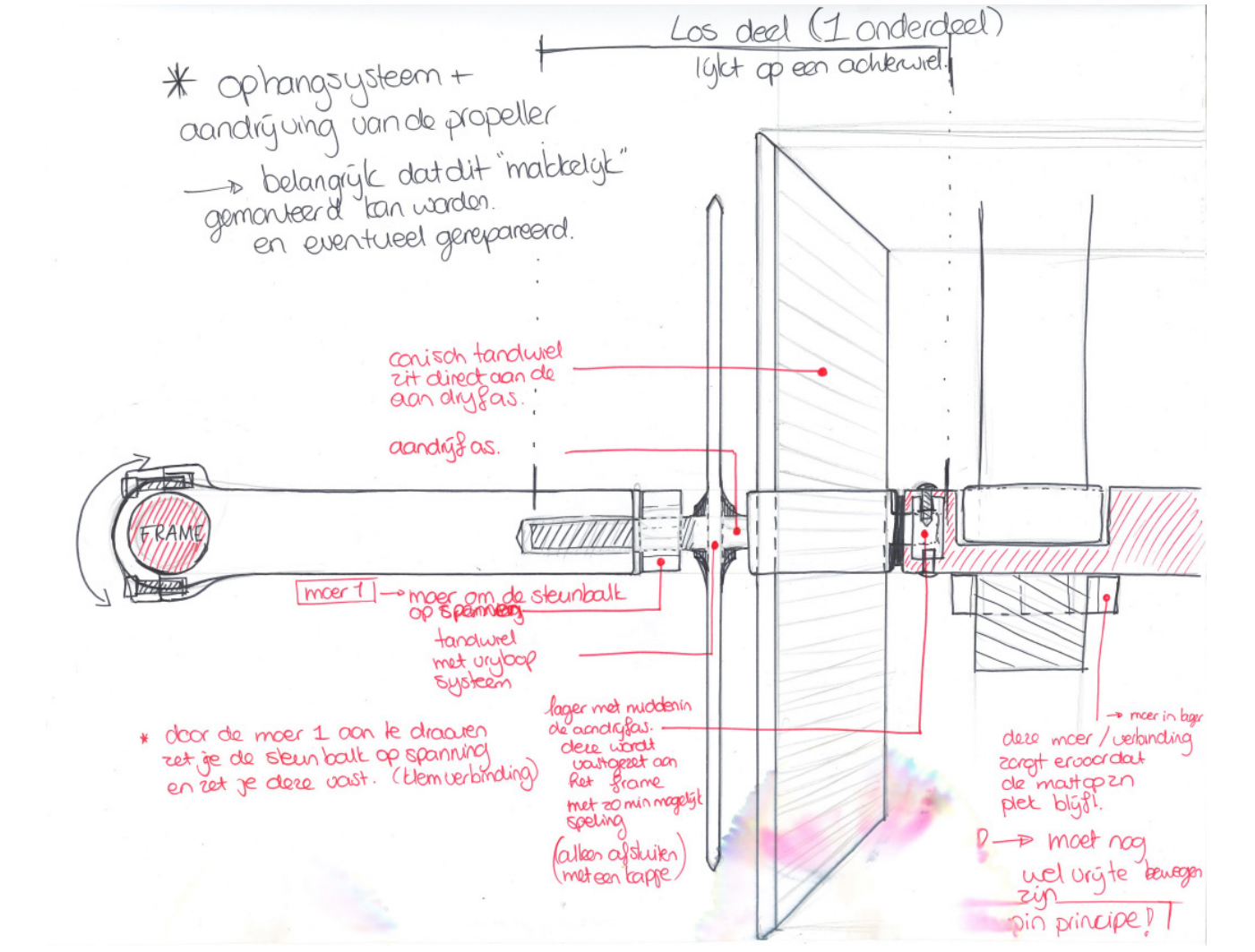
+. sensor in de trapas of in het ophangmechanisme?



Als er gebruik wordt gemaakt van 4 kabels en 4 katrollen / motoren is het zelf mogelijk om in x, y en ook z beweging te verplaatsen.

de software van het mechanische systeem moet aangepast worden en er moet een stuurknuppel bijgevoegd worden.

→ Dit kan alleen maar als het stijg/daal systeem / de fiets helitopter helemaal werkt.



vryloop lager:

csk..p2) d.: 40 mm D: 80 mm L: 22 cm torque: 7,0
massa = 0,5 kg.

csk..pp2) d = 40 mm D = 80 mm L = 22 cm "
"

asgat diameter = 40 mm
↳ mogelijk als de as 40 mm dik is.
Alleen sperlager voor tandwiel moet een grotere diameter hebben.

stieber csk Ø binnen = 40 mm € 96,98.

metaalketen.com

voor de assen

lengte buis = 96,5 ~~9424 mm~~
~~≈ 9500 mm~~
≈ 4712 mm
≈ 4800 mm

RVS : buiten diameter = 50 mm
wand dikte = 3 mm
lengte = 4800 mm
massa = 17 kg

wand dikte = 5 mm
massa = 27,13 kg

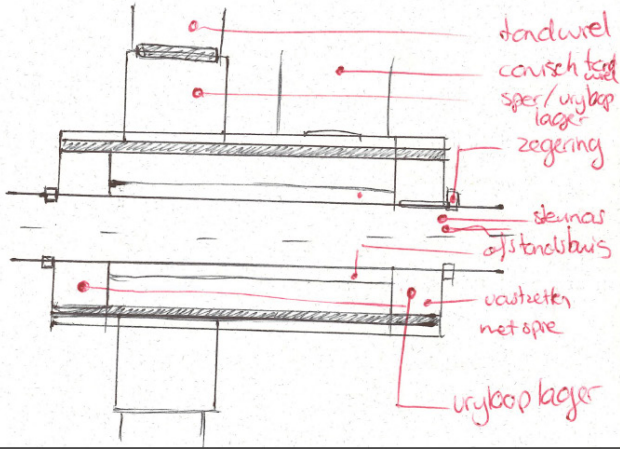
buis: (50 x 3) | 55 x 5 | 50,8 x 2,5 |
RVS (50 x 4) | 51 x 4 |

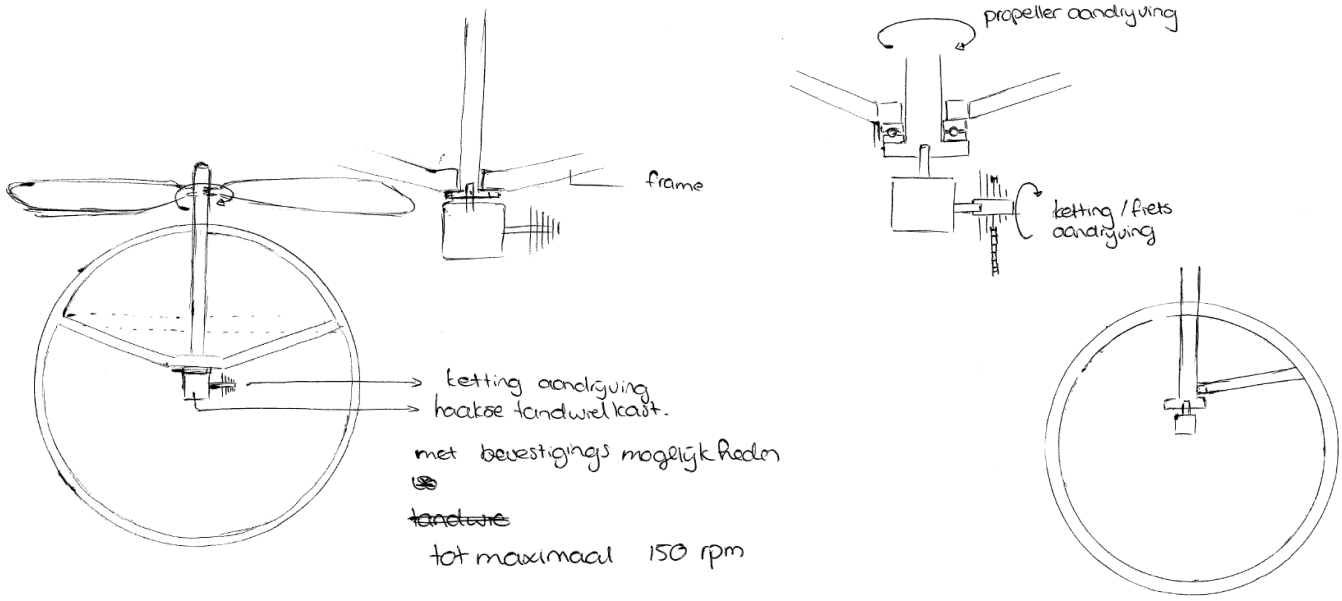
METAALKETEN HENGELO

ONLINE ~~VERKRIJGBAAR~~ verkoop

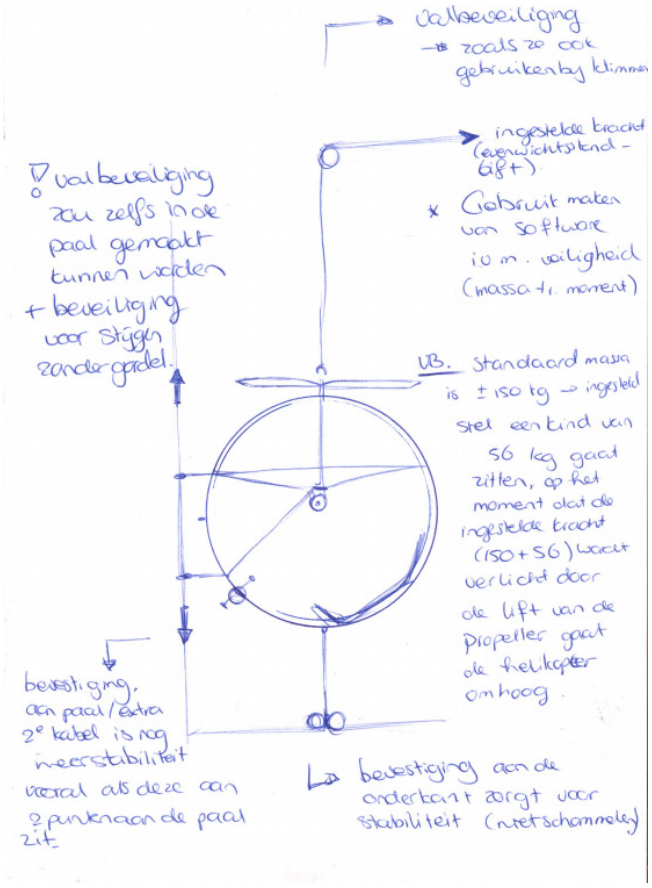
wat kan:
asdikte van (15 mm (→ wat is maximaal)
binnenste lagers : Ø binnen = 15 mm
Ø buiten = 35 mm
L = 11 mm
buiten buis : Ø binnen = 35 mm
Ø buiten = 40 mm
l = afhankelijk van conisch tandwiel + tandwiel
sper lager ~~om de~~ voor tandwiel : Ø binnen = 40 mm
Ø buiten = 80 mm.

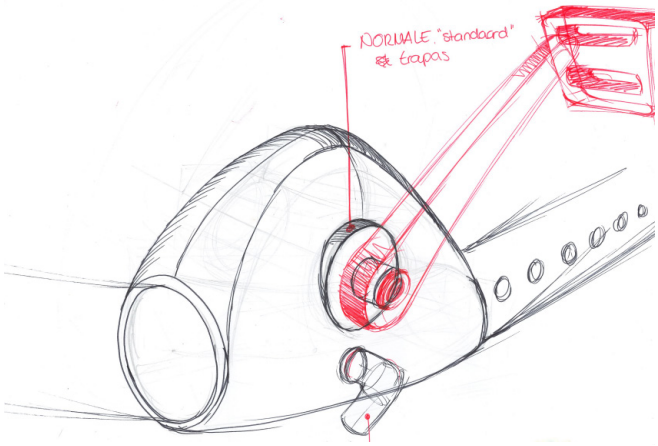
seegering

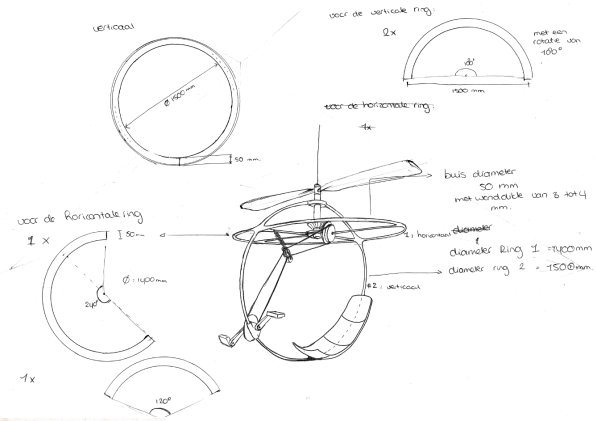


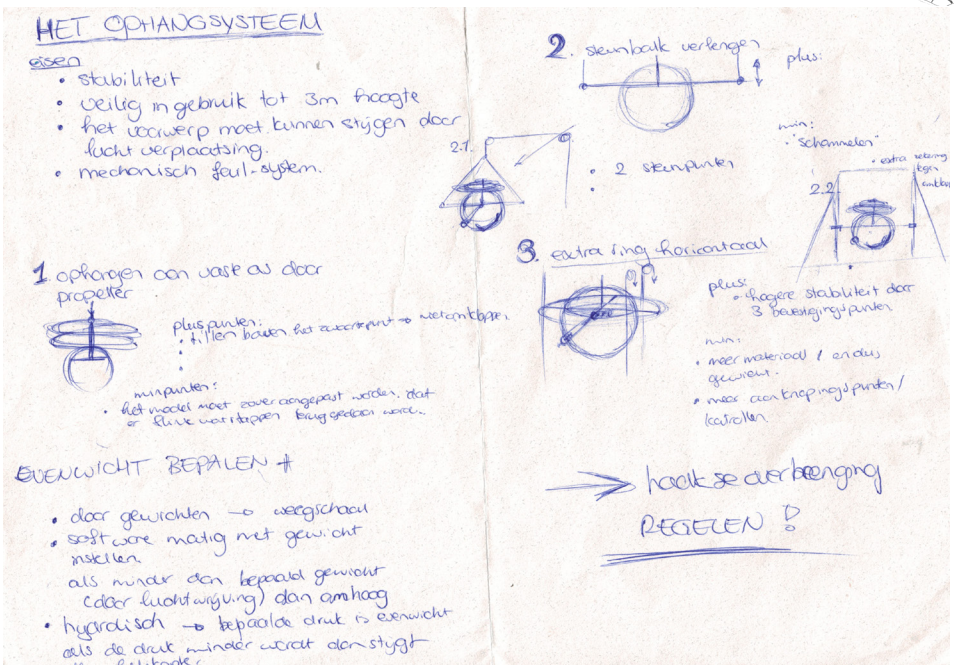


met bevestigings mogelijkheden
~~tandwie~~
tot maximaal 150 rpm


valbeveiliging
→ zoals ze ook gebruiken bij klimmen
ingestelde kracht (evenwichtsstand - lift)
! valbeveiliging zou zelfs in de paal gemaakt kunnen worden
+ beveiliging voor stijgen zonder gordel.
x Gebruik maken van software i.v.m. veiligheid (massa + moment)
VB. standaard massa is ± 150 kg → ingesteld
stel een kind van 56 kg gaat zitten, op het moment dat de ingestelde kracht (150 + 56) wordt verlicht door de lift van de propeller gaat de helikopter omhoog.
bevestiging aan paal / extra 2e kabel is nog meer stabiliteit vooral als deze aan 2 punten aan de paal zit.
bevestiging aan de onderkant zorgt voor stabiliteit (niet schommelen)


NORMALE "standaard" trapas


verticaal
voor de verticale ring:
2x
met een rotatie van 100°
1500 mm
voor de horizontale ring:
1x
buis diameter 50 mm met wanddikte van 3 tot 4 mm.
voor de horizontale ring
1 x
50 mm
Ø: 1400 mm
240°
1x
120°
1: horizontaal
diameter ring 1 = 1400 mm
diameter ring 2 = 150 mm
2: verticaal


HET OPHANGSYSTEEM
eisen
• stabiliteit
• veilig in gebruik tot 3m hoogte
• het voorwerp moet kunnen stijgen door lucht verplaatsing.
• mechanisch fail-system.
1. ophangen aan vaste as door propeller
plus punten:
• tillen boven het zwaartepunt → niet omkloppen.
minpunten:
• het model moet zover aangepast worden, dat er flink wat stappen terug gedaan wordt.
EVENWICHT BEPALEN
• door gewichten → weegschaal
• software matig met gewicht instellen.
als minder dan bepaald gewicht (door luchtwrijving) dan omhoog
• hydrolisch → bepaalde druk is evenwicht
als de druk minder wordt dan stijgt
2. steunbalk verlengen
plus:
min:
• "schommelen"
• extra rekening tegen omklappen
2.1.
• 2 steunpunten
2.2.
3. extra ring horizontaal
plus:
• hogere stabiliteit door 3 bevestigingspunten
min:
• meer materiaal / en dus gewicht.
• meer aanknopingspunten / kabrollen
→ haakse overbrenging
REGELEN !

BIJLAGE 4
PRESENTATIE TWENTSE WELLE

MUSEUM TWENTSE WELLE

De Fietshelikopter

Lieke van den Brink
Student Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

Het ontwerpproces

- Geen marktanalyse
- Idee generatie
- Belangrijke keuzes
- Concepten
- Concept uitwerking
- Prototype ontwikkeling

MUSEUM TWENTSE WELLE

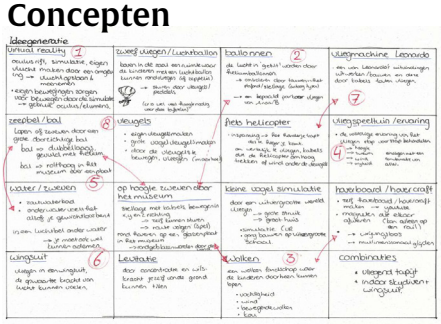
Basisschool La Res

Wat verstaan kinderen onder zweven en vliegen?

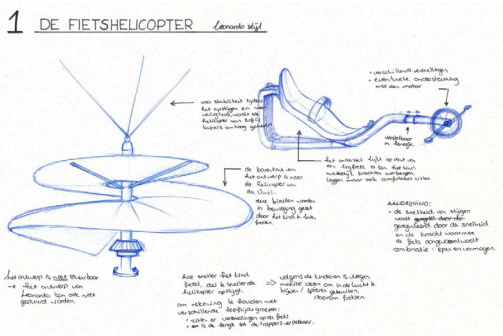
Zweven	Vliegen
Rustig	Vleugels gebruiken
Minder hoog	Werken om in de lucht te blijven
Zweven is langzaam springen	In de lucht blijven hangen
Niet spannend, je kan rustig om je heen kijken	Actiever dan zweven
Geen gevoel (je bent in het niets)	Het gevoel van de wind onder je vleugels
Er is thermiek nodig	Je moet zelf je richting kunnen bepalen
Geen zwaartekracht	Het overwinnen van de zwaartekracht

MUSEUM TWENTSE WELLE

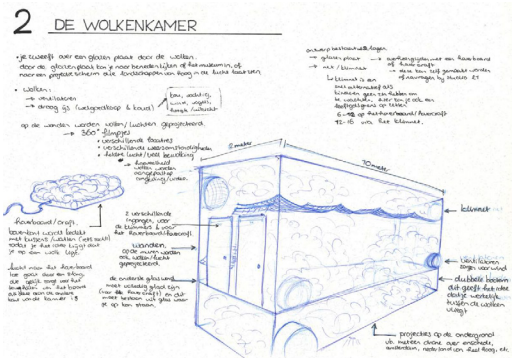
Concepten



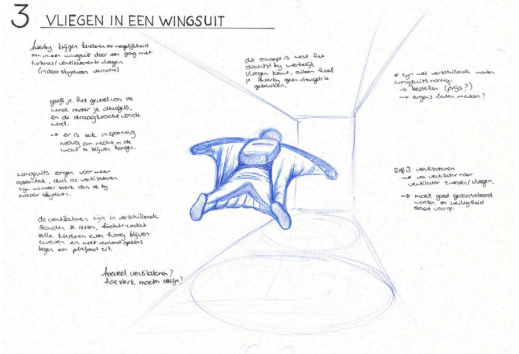
MUSEUM TWENTSE WELLE



MUSEUM TWENTSE WELLE



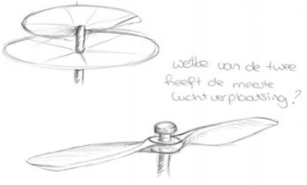
MUSEUM TWENTSE WELLE



MUSEUM TWENTSE WELLE

Prototype en zichtmodel

- Knutselen met ijzerdraad
- Propeller analyse

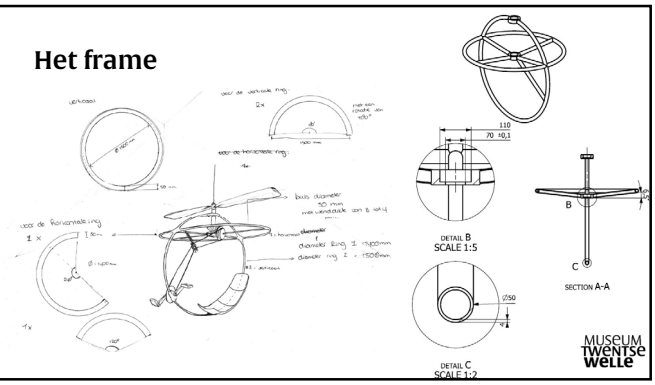


MUSEUM TWENTSE WELLE

Eindontwerp

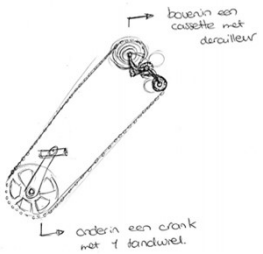
MUSEUM TWENTSE WELLE

Het frame



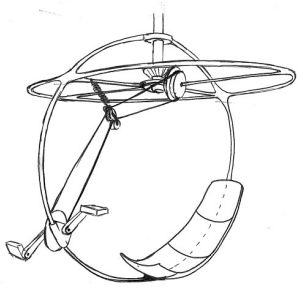
MUSEUM TWENTSE WELLE

De aandrijving



MUSEUM TWENTSE WELLE

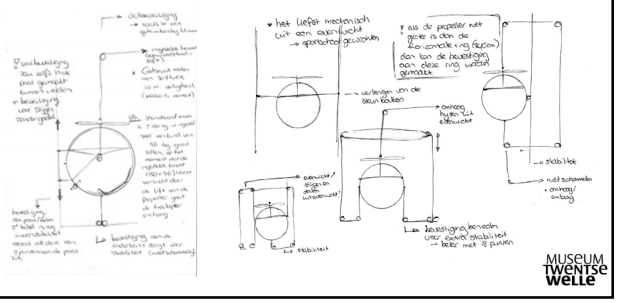
De overbrenging



MUSEUM TWENTSE WELLE

De propeller

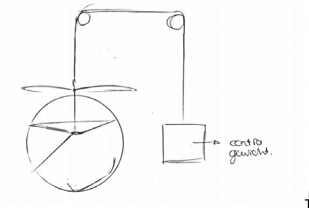
Het ophangsysteem



MUSEUM TWENTSE WELLE

De wensen

- Stijgen en dalen door middel van luchtverplaatsing
- Mechanisch ontwerp
- Licht en eenvoudig
- Mobiel



MUSEUM TWENTSE WELLE

De eisen

De veiligheid
- Stabiliteit
- Certificaten en inspecties
- Extreme situaties
- Duurzaamheid en vermoeiing

Haalbaarheid
- Kosten vs. Begroting
- Certificering
- Uitbesteding
- Technische specificaties

MUSEUM TWENTSE WELLE

Knopen doorhakken

Aan het eind van een ontwerpproces moeten keuzes gemaakt worden.
De eisen en wensen voor de ophanging waren niet bij elkaar te voegen voor een eindontwerp.

De instabiliteit en complexiteit van de ophanging hebben ervoor gezorgd dat deze niet gemaakt kan worden binnen de beschikbare tijd en het budget.

Maar stel..

MUSEUM TWENTSE WELLE

Discussie

- Stel, je hebt de helikopter zonder het ophangsysteem. Hoe kan je een ophangsysteem maken die zowel aan de wensen van het museum als de eisen van de universiteit voldoet?

MUSEUM TWENTSE WELLE

Vragen

MUSEUM TWENTSE WELLE

BIJLAGE 5
BRONNENLIJST

Referenties

1. Rijksmuseum Twenthe Geschiedenis: https://www.rijksmuseumtwenthe.nl/content/145/nl/geschiedenis-rmt
2. Visie Museum Twentse Welle: https://www.twentsewelle.nl/content/1439/nl/museum-twentsewelle-in-de-toekomst
3. H. Anna Suh (2013), *Leonardo da Vinci, schetsen & aantekeningen*. Libero Nederland B.V.
4. Wikipedia, Wet van Bernoulli (2016), Wikipedia: wikipedia.
5. De geschiedenis van het vliegen, jaartallen: http://www.geschiedenis.nl/nieuws/artikel/80/geschiedenis-van-het-vliegen-in-jaartallen
6. Eigenschappen van kinderen bij verschillende leeftijden: http://www.scholieren.com/samenvatting/28400
7. ICAROS fitness: http://www.icaros.net/index.php/pages/about-icaros/
8. Maten voor het afstellen van een fiets. http://www.wielersportinfo.nl/fietsafstelling.htm
9. Crankstel, 165mm met trapas: https://singlespeedparts.nl/blb-notorious-track-crankset-165mm-black-46t-19003.html
10. Wise, Jeff (juli 11, 2013) Finally! A Human Powered Helicopter wins the $250,000 Sikorsky prize, Popular Mechanics, http://www.popularmechanics.com/flight/how-to/a9138/finally-a-human-powered-helicopter-wins-the-250000-sikorsky-prize-15682369/
11. Warenwetbesluit attractie- en speeltoestellen (15 augustus, 2003) http://wetten.overheid.nl/BWBR0008223/2016-05-25#BijlageI
12. Het vermogen berekenen van een fietser: http://www.velofilie.nl/vermogen.htm
13. Wikipedia, De gebroeders Wright (2016), Wikipedia: wikipedia
14. Fliervoet, Yorick (4 september 2015) *Virtueel vliegen als een vogel met Birdly,* PCMag Benelux, http://nl.pcmag.com/oculus-rift/2199/news/virtueel-vliegen-als-een-vogel-met-birdly
15. VRLA- Mindride airflow: https://www.youtube.com/watch?v=vTABfNoCF_c
16. Kosten voor een fietsketting: https://singlespeedparts.nl/kmc-z1x-rb-ketting.html
17. Ligfiets zitting: https://www.nazca-ligfietsen.nl/nl/list/tech/item/60/
18. Van der Vleuten, Wil (2012), De anatomie van vogels, skelet, veren en sterke spieren, InfoNu.nl, http://dier-en-natuur.infonu.nl/vogels/89810-de-anatomie-van-vogels-skelet-veren-en-sterke-spieren.html

Afbeeldingen:

1. Figuur 1: http://www.icaros.net/wp-content/uploads/2014/06/ICAROS_train_musc1.jpg
2. Figuur 2: 2014-exhibition-view-Panamarenko-Universum-M-HKAphotoclinckx2.jpg
3. De rest van de afbeeldingen is gemaakt door de auteur zelf.