

# Bachelorverslag

---

Herontwerp foto opstelling



Henk van den Hoorn

S1108956

Begeleider UT

Coördinator UT

Begeleider bedrijf

Examinator

Ilanit Lutters

Arie Paul van de Beukel

Martin van de Binnengracht

Maarten Bonnema

## Voorwoord

Voor u ziet u het verslag van mijn bachelor opdracht van de studie Industrieel Ontwerpen, genoten aan de Universiteit Twente. De bachelor opdracht is het project waarmee de bachelor wordt afgesloten en welke individueel wordt uitgevoerd. Dit verslag geeft weer wat mijn opdracht was, hoe deze opdracht is aangepakt en vervolgens is uitgevoerd.

De opdracht is uitgevoerd voor het bedrijf Photovision, een bedrijf dat zich heeft gespecialiseerd in productfotografie. Mijn opdracht richt zich op het herontwerpen van de huidige foto opstelling, om deze te perfectioneren in gebruiksgemak, constructie en compactheid. Hierbij werd ik, vanuit Photovision, actief begeleid door Martin van de Binnengracht. Hij heeft de opdracht richting gegeven en helpen meedenken in mogelijke oplossingen. Tevens heeft fotograaf Richard van Dijk mij veel geholpen bij het in kaart brengen van de huidige foto opstelling.

Vanuit de Universiteit ben ik goed begeleid door Ilanit Lutters. Zij heeft het gehele proces begeleid, bijgestuurd en helpen meedenken over belangrijke ontwerpbeslissingen.

Vanaf deze plaats wil ik al mijn begeleiders hartelijk danken voor hun hulp, richting mij, bij het uitvoeren van de bachelor opdracht.

Henk van den Hoorn

## Inhoudsopgave

Voorwoord	2	
Inhoudsopgave	3	
Samenvatting	4	
1. Inleiding	5	
2. Analysefase	6	
2.1 Probleemanalyse		6
2.2 Observatie		7
2.3 Scenario's		8
2.4 Ergonomische analyse		9
2.5 Concurrentie analyse		11
2.6 Programma van eisen		13
2.7 Markt		17
3. Ideefase	18	
3.1 Idee mobiliteit		18
3.2 Idee flitslampen		20
3.3 Idee softbox		22
3.4 Idee ronde studio		23
4. Conceptfase	24	
4.1 Concept 1		24
4.2 Concept 2		26
4.3 Concept 3		28
4.4 Conceptkeuze		30
5. Detailleringsfase	32	
5.1 Inleiding		32
5.2 Scharnier		33
5.3 Positie steunen		34
5.4 Statief		36
5.5 Steunen		38
5.6 Frame		41
5.7 Softbox		43
5.8 Bevestiging softbox		45
5.9 Boven-achterkant		45
5.10 Studiobodem		47
5.11 Gewicht en hoogte inperken		48
5.12 Blokkering		49
6. Prototype	51	
6.1 Modelleren		51
6.2 Assembleren		52
7. Testfase	53	
7.1 Foto's		53
7.2 Ervaringen fotograaf		55
8. Massaproduct	56	
8.1 Frame		56
8.2 Zijkanten		58
8.3 Boven-achterkant en softbox		59
8.4 Kostprijsberekening		59
9. Reflectie	61	
10. Aanbevelingen	62	

Bijlagen in apart boekwerk

## Samenvatting

De opdracht die er ligt, dankzij Photovision, is het herontwerpen van een foto opstelling, welke gebruikt wordt voor het fotograferen van duiven. Het herontwerp is nodig, aangezien het huidige model verouderd is, niet heel gebruiksvriendelijk is en bovendien geen constante licht opstelling garandeert. Om deze constante licht opstelling te garanderen is het van belang de flitskoppen te fixeren aan de fotostudio of foto opstelling zelf. Samen met het gewicht, de compactheid en inklapbaarheid vormen dit de grootste eisen aan het herontwerp.

Om dit herontwerp vorm te geven is allereerst de huidige situatie in kaart gebracht, door stakeholders te interviewen en het proces te observeren. Na het opstellen van meerdere scenario's is het programma van eisen vastgesteld, wat richting moet geven aan het ontwerp. De markt is onderzocht naar al aanwezige oplossingen of alternatieven. Ook is er gekeken naar de stijl van producten in de fotografiewereld, om zo ook het uiteindelijke uiterlijk te matchen met de rest.

Na deze analysefase is er volop geschetst om ideeën op te doen. Hieruit zijn ideeën gevormd in de richtingen: fixeren van de flitskoppen, mobiliteit, ronde studio, softboxen en meer. Uit deze schets- en brainstormsessies zijn veel oplossingen naar boven gekomen, welke vervolgens gebundeld zijn in drie solide concepten. Deze concepten zijn alle drie voorzien van een verschillend inklapmechanisme, een verschillende oplossing voor het bevestigen van de softboxen en verschillende oplossingen voor het ondersteunen en fixeren van de flitskoppen. Na een gewogen keuze tussen deze concepten, aan de hand van de AHP-methode, is gekozen voor het eerste concept. Concept 1 bestaat uit een solide frame waarop twee inklapbare zijpanelen staan en een los boven-achterkant combinatie. Daarnaast biedt het frame ruimte voor twee uitschuifbare steunen, waarop de flitskoppen ondersteuning vinden. De gebruikte materialen zijn: acrylaat, aluminium, kunststof en hout.

Dit concept is verder, tot in detail, uitgewerkt in de detailfase. Het concept is opgedeeld in alle benodigde onderdelen en hun afmetingen bepaald. De toegepaste ideeën hebben hier hun uitwerking gekregen, zodat het concept ook in werkelijkheid tot stand kan worden gebracht. Vervolgens is dit detailontwerp in Solidworks gemodelleerd, waarna begonnen is aan de bouw van het prototype. Alle onderdelen zijn besteld en ingekocht, vele hiervan vereisten lichte, of grotere, bewerking voor assemblage plaats kon vinden. Het samenvoegen van alle, bewerkte, onderdelen tot een volwaardig en volledig functionerend prototype heeft in de laatste weken plaats gevonden.

Na overlevering van het prototype aan de opdrachtgever is het de foto opstelling getest door de professionele fotograaf. Zijn opmerkingen, samen met overige verbeterpunten, zijn opgenomen in de aanbevelingen, zodat op een later tijdstip een verder verbeterde versie geproduceerd kan worden.

# 1. Inleiding

## *Huidige situatie*

De huidige foto opstelling is verouderd, minder gebruiksvriendelijk en kan bovendien geen constante licht opstelling garanderen. Dit komt doordat de statieven, welke op de grond staan, niet altijd op exact dezelfde positie kunnen staan als gewenst. Dit komt onder meer doordat de fotograaf niet op de millimeter nauwkeurig kan bepalen waar de statieven moeten staan. Daarnaast biedt de ruimte of omgeving waarin de foto opstelling is geplaatst niet altijd de gelegenheid om de statieven op de goede positie te plaatsen.



**Figuur 1. Oude opstelling**

## *Actoren*

Hierom is het van groot belang dat de flitskoppen op een manier worden gefixeerd aan de foto opstelling. Dit biedt namelijk een constante belichting van het te fotograferen object en dus ook een constantere kwaliteit van de foto's. De kwaliteit van de foto's bepaald de positie van Photovision in de markt en Photovision richt zich op het hogere segment, waardoor kwaliteit geeist wordt door de klanten. De fotograaf heeft ook belang bij een gebruiksvriendelijk, licht en compacte foto opstelling. Hij moet namelijk de foto opstelling iedere dag op- en afbouwen, vervoeren en gebruiken. Als laatste zijn de fotobewerkers ook gebaat bij een constantere kwaliteit van de foto's. Een constantere kwaliteit foto betekent dat zij minder voor verrassingen komen te staan en hun werk sneller kunnen uitvoeren. Uiteindelijk is dat ook weer gunstig voor de werkgever Photovision.

## *Eisen en wensen*

Daarbij zijn er meerdere eisen omtrent gewicht en afmetingen. Vanwege de noodzakelijkheid de foto opstelling in een handige rolkoffer te vervoeren zijn de maximale afmetingen reeds bepaald. De opgebouwde foto opstelling moet echter zo groot mogelijk zijn, net zoals dat het gewicht zo laag mogelijk moet zijn om de mobiliteit te verhogen. Daarbij is van belang het gewicht te beperken vanwege de extra kosten die dit met zich meebrengt tijdens het vliegen.

## Doelstelling

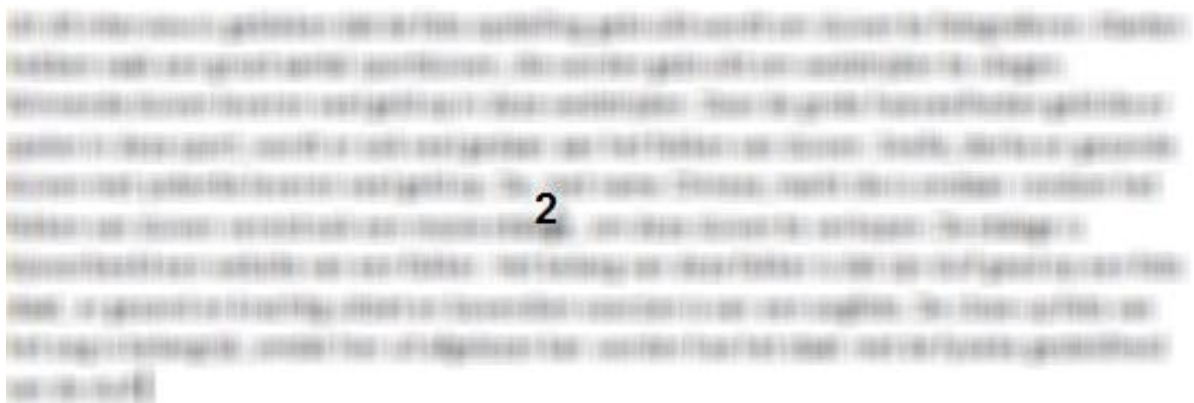
Het bedrijf Photovision wil een kwalitatief gezien zo hoog mogelijke foto leveren, als eindproduct, aan de klant. Voor het verkrijgen van een hoge kwaliteit foto is een goede licht-opstelling in de foto-opstelling van groot belang. Het doel van de opdracht is om een nieuwe mobiele foto-opstelling te ontwerpen, waarin de nieuwe licht-opstelling wordt toegepast. Hiervoor wordt allereerst onderzoek gedaan naar het ideaal belichten van producten voor fotografie. Daarbij wordt er onderzoek gedaan naar de wensen van de stakeholders en de problemen die zij momenteel ondervinden. Hiermee wordt een programma van eisen gecreëerd van waaruit verschillende ideeën voor een oplossing worden bedacht. Na een gekozen richting zal hier het detailontwerp op worden toegepast, waarna vervolgens een prototype zal worden vervaardigd. Het prototype zal uiteindelijk worden getest, waarna het ontwerp en eventuele aanbevelingen zullen worden overgedragen aan Photovision. De opdracht zal binnen een tijdsbestek van 14 weken worden uitgevoerd.

In bijlage A staat het uitgebreide plan van aanpak genoteerd.

## 2. Analyse

### 2.1 Probleemanalyse

Om de opdracht te verkrijgen heeft allereerst een openingsgesprek plaatsgevonden met de opdrachtgever. Hierin is een tipje van de sluier opgelicht over de opdracht en zijn concreet de wensen voor het herontwerp besproken. Om een duidelijk beeld te krijgen over hoe de foto opstelling gebruikt wordt, welke problemen er spelen, waar de foto opstelling voor gebruikt wordt en wat er allemaal verbeterd kan worden is een gesprek gevoerd met de opdrachtgever en de fotograaf, die de foto opstelling het meest gebruikt. Tijdens dit gesprek is een lijst met vragen behandeld welke te vinden zijn in bijlage B.

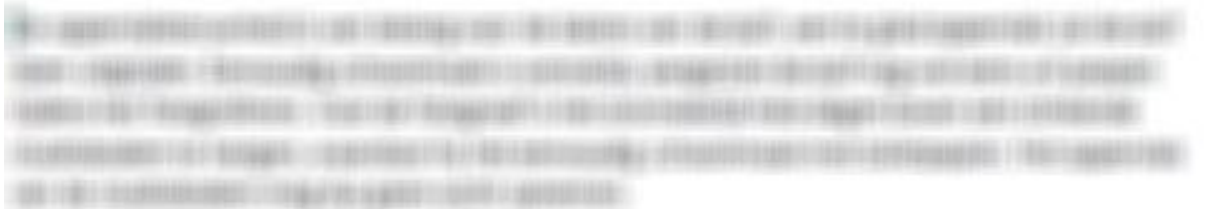
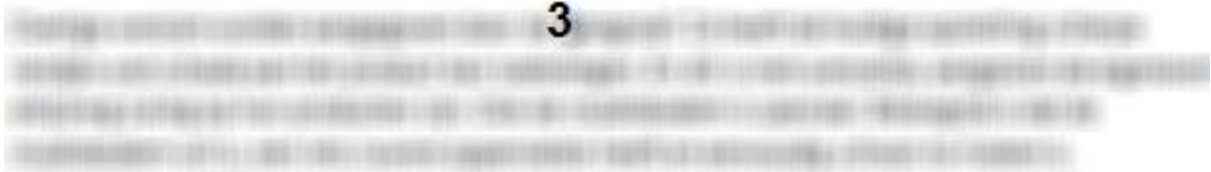


Om deze producten op locatie te fotograferen reist de fotograaf naar de klant toe. Dit betekent dat de foto opstelling meegenomen moet worden en dus in een kofferbak van een auto moet passen. Sterker nog; aangezien er ook wel eens gevlogen moet worden richting klanten zit de opstelling in een grote rolkoffer, zodat deze handig vervoerd kan worden. Het nieuwe ontwerp moet wederom in deze koffer passen. De afmetingen van deze koffer kunnen dus meteen opgenomen worden in het programma van eisen. Daarnaast is het voor het vliegen, maar ook voor het alledaags gebruik van groot belang voor de fotograaf dat de foto opstelling zo licht mogelijk is. Eigenlijk mag de opstelling niet zwaarder worden dan dat hij nu al is.

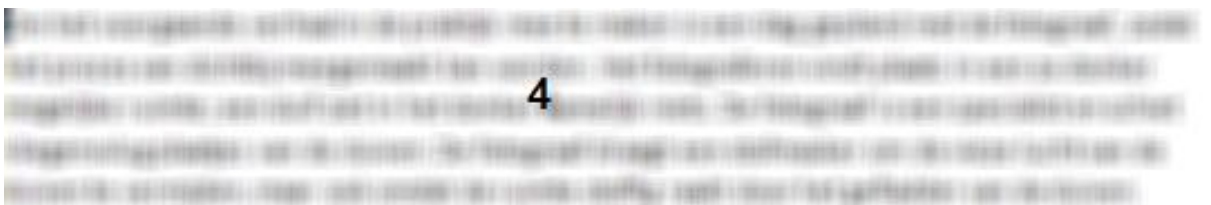
Wat er echter wel veranderd moet worden is de licht opstelling. De licht opstelling is de opstelling waarin de flitskoppen staan ten opzichte van de fotostudio, wat de belichting van het te fotograferen product bepaald. Deze lichtopstelling bepaald ook de kwaliteit van de foto en dus ook de positie van Photovision in de markt. Deze lichtopstelling wordt nu gebouwd door twee statieven op de grond te plaatsen, terwijl de fotostudio vaak op een tafel staat. Statieven worden echter met de hand geplaatst en hier zit meteen het gevaar. Elke klant heeft een ander huis en dus een andere omgeving waarin de foto opstelling komt te staan. Hierdoor is er niet altijd ruimte voor de statieven, waardoor er geïmproviseerd moet worden en de licht opstelling toch niet altijd hetzelfde is. Sowieso is deze niet altijd exact hetzelfde, doordat de fotograaf ze op gevoel neerzet. Hierom is een grote eis van de opdrachtgever om de flitskoppen op een manier te fixeren op de fotostudio, zodat te allen tijde dezelfde lichtopstelling wordt gebruikt en dus dezelfde kwaliteit foto's opgeleverd kan worden



3

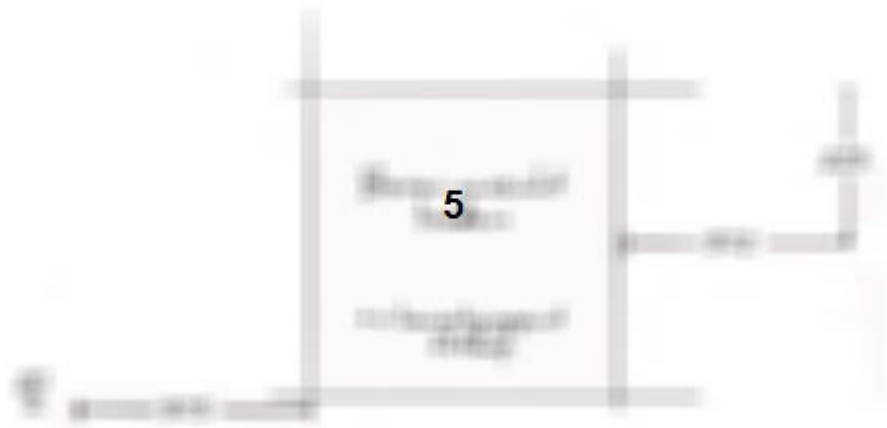


## 2.2 Observatie



4

Na het aanschouwen van dit proces is ook de tijd genomen de huidige foto opstelling op te meten. Hieronder staat een uitwerking van de afmetingen.



Figuur 2. Afmetingen bodem en flitskoppen

Daarnaast zijn de afmetingen van alle onderdelen van de huidige opstelling genoteerd, net zoals de afstanden tussen apparatuur en bepaalde onderdelen. Hierdoor kan later doorgerekend worden in de detailfase. Ook het gewicht van ieder onderdeel is gewogen, zodat bepaald kan worden wat het maximum gewicht van het herontwerp mag zijn. Het gewicht van de statieven wordt als extra meegenomen, aangezien die in de nieuwe situatie niet meer nodig zijn. Gedetailleerde gegevens over de huidige opstelling staan in bijlage C.

#### Afmetingen huidige opstelling

Bovenkant	50 x 50
Onderkant	50 x 50
Zijkanten	43 x 50
Achterkant	42,5 x 47,5 (verschil door dikte van de platen)

Gehele opstelling: 50 x 50 x 45

Binnenkant koffer: 51 x 51 x 8

### 2.3 Scenario's

Uit de interviews en de observatie is een behoorlijk duidelijk beeld gevormd over de opstelling die gebruikt wordt en de problemen die hierbij komen kijken in het dagelijks gebruik. Om een goed beeld te creëren is een dag van de fotograaf beschreven in scenario's. Om het overzichtelijk te houden is de dag van de fotograaf opgedeeld in drie delen:

#### 1. Vervoer en opbouwen foto opstelling

Het eerste scenario speelt zich af in de ochtend van een werkdag van de fotograaf. Aspecten als het vervoeren en het opbouwen van de foto opstelling bij een klant komen hier ter sprake.

#### 2. Gebruik foto opstelling

Het tweede scenario speelt zich af in het huis van de klant op het moment van fotograferen zelf. Het gebruik, materialen en de werkwijze van de fotograaf worden hierin beschreven.



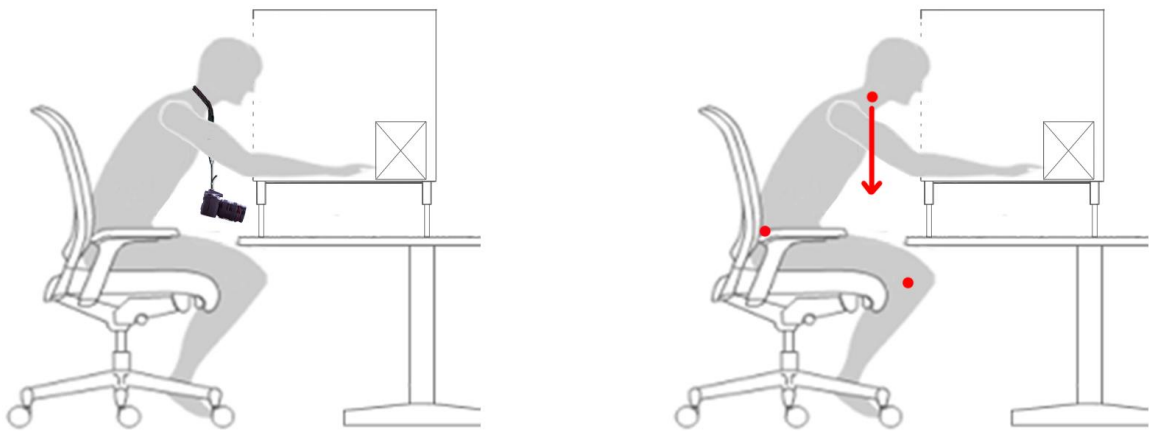
### 3. Werkhouding en ergonomie

Als derde en laatste scenario wordt gekeken naar de fotograaf tijdens het werkproces. Hierbij wordt de focus gelegd op de ergonomie. Door de omstandigheden, de kleine ruimtes waarin vaak gefotografeerd wordt en de werkdruk krijgt het lichaam veel te verduren tijdens een werkdag.

De drie scenario's vormen samen een verhaal, maar ieder deel belicht zo haar eigen aspecten. De scenario's staan genoteerd in bijlage D.

#### 2.4 Ergonomische analyse

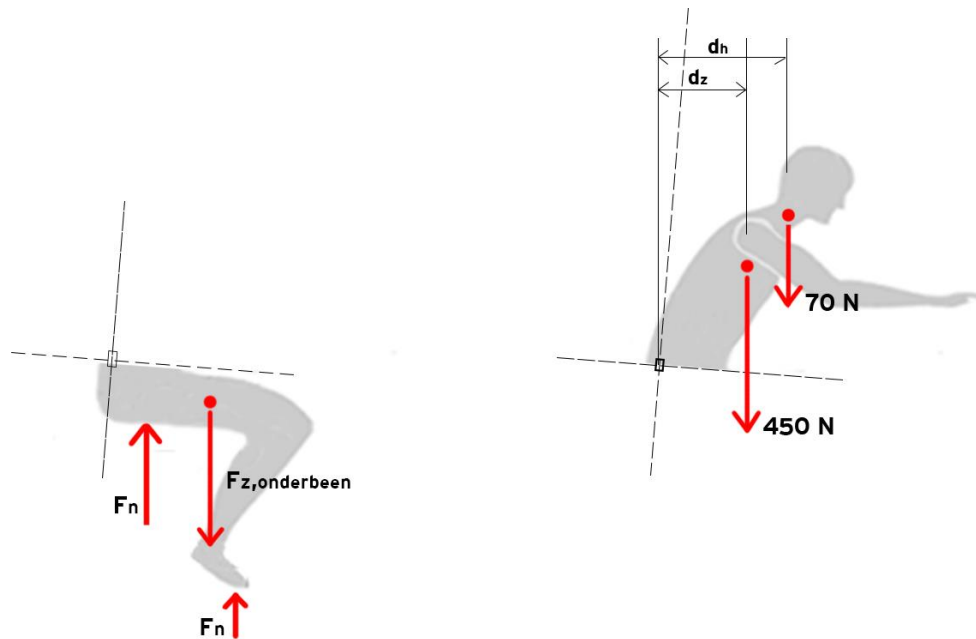
Zoals in scenario 3 beschreven staat, komt het vaak voor dat de fotograaf even moet pauzeren met fotograferen om het product in de studio te verplaatsen. Hierbij laat hij de camera zakken, waardoor



deze, door middel van een band, aan de nek van de fotograaf blijft hangen. Aangezien het product

**Figuur 3. Positie fotograaf**

doorgaans achterin de studio is gepositioneerd, moet de fotograaf voorover buigen om met zijn handen bij het product te kunnen. Deze situatie komt per dag veelvuldig voor. Zijn houding in een dergelijke situatie is hieronder schematisch weergegeven. Het plaatje aan de rechterzijde geeft weer op welke plaats het gewicht van de camera op het lichaam een kracht uitoefent. De overige rode stippen geven aan waar de gewrichten zitten welke gebogen worden tijdens de houding.



Figuur 4. Schematische weergave

Het kniegewricht wordt niet direct meer belast door het veranderen van houding van de fotograaf, doordat de persoon op een stoel zit. Hierdoor zal het grootste gedeelte van het lichaamsgewicht worden opgevangen door de stoel. Aangezien de grootste belasting optreedt in het bekken van de fotograaf, wordt het kniegewricht niet meegenomen in deze analyse. Doordat de fotograaf voorover begogen zit wordt er een moment gecreeerd, in het bekken van de fotograaf, door het lichaamsgewicht van het bovenlichaam en het gewicht van de camera. In figuur 3 ziet u schematisch weergegeven hoe dit moment om het staartbeen eruit ziet.

De conclusie, volgend uit de NIOSH methode, is dat de fotograaf maximaal drie keer per minuut met de camera om zijn nek een anteflectie van de rug mag ondergaan. In de situatie is ervan uitgegaan dat de fotograaf de camera om de nek hangt, voorover leunt om het product goed te zetten en vervolgens weer rechter op gaat zitten met de camera in de hand. Bij deze beweging is geschat dat de rug van de fotograaf 10 graden buigt.

Volgens de indeling van OWAS, welke zich ontfermt over lichaamshoudingen tijdens het werk, valt de werkhouding van de fotograaf in het blauwe, en dus niet-alarmerend, gebied. De fotograaf zit ongeveer 50 tot 75 % van de werktijd met een gebogen rug, licht voorover (minimaal 20 graden flectie).

Wanneer hij voorover moet reiken om het product te herpositioneren buigt zijn rug nog meer. Hierdoor valt de flectie van de rug van de fotograaf in zone 2 van de OWAS methode. Aangezien de fotograaf naast het stil zitten ook af en toe beweegt om het product te verwisselen of een accu te vervangen van zijn camera, is er sprake van een dynamisch en/of afwisselend statische situatie. Met deze kenmerken valt de situatie van de fotograaf in het tweede, blauwe, van de vier gebieden (wit, blauw, oranje en

basis-OWAS : dynamisch of afwisselend dynamisch										
% van werkduur	05	15	25	35	45	55	65	75	85	95
rug	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	2	2	2	3	3
	3	1	1	2	2	2	3	3	3	3
	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4
armen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	2	2	2	2	3	3
	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3
benen	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3	1	1	1	2	2	2	2	3	3
	4	1	2	2	3	3	3	4	4	4
	5	1	2	2	3	3	3	3	4	4
	6	1	1	2	2	2	3	3	3	3
	7	1	1	1	1	1	1	1	2	2
hoofd	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	2	2	2	3	3	3	3
	3	1	1	2	2	2	3	3	3	3
	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4
	5	1	1	1	2	2	2	2	3	3

Figuur 5. Beslissingstabel OWAS

rood). Blauw betekent dat er nog geen sprake is van direct blessuregevaar, maar wel wordt aangeraden de situatie in de toekomst te verbeteren. Hieruit is geconcludeerd dat de camera om de nek van de fotograaf niet als een belemmering gezien hoeft te worden, aangezien hij nooit vaker dan 3 keer per minuut een tillende beweging met zijn rug maakt, terwijl de camera om zijn nek hangt. Meer aandacht verdient de werkhouding waarin de fotograaf langdurig werkt. Het schema van OWAS geeft aan dat er geen direct ingrijpen vereist is, maar dat de situatie in de toekomst aandacht nodig heeft. Een uitgebreide analyse van de NIOSH- en OWAS- methoden staan in bijlage E.

Aangezien er geen direct dreigende situaties aanwezig zijn in de huidige situatie worden er geen eisen vanuit deze ergonomische analyse gesteld aan het herontwerp.

## 2.5 Concurrentie analyse

Er zijn grofweg 3 manieren om een fotostudio mee te nemen naar een klant en daar eenvoudig op te bouwen.

1. De lichttent. De lichttent is een flexibel, opvouwbaar tent van ongeveer 40 x 40 x 40 (cm).



2. De mini-variant van de opname-tafel, welke je op een tafel/aanrecht kan plaatsen.



3. De portable mini fotostudio



Oplossing	Voordelen	Nadelen
1	Lichtgewicht	Niet stevig
	Compact op te vouwen	Niet constructief
2	Realistisch	Niet inklapbaar
	Sterk/Constructief	Zware onderdelen
3	Lichtgewicht	Half stevig
	Compact (indien inklapbaar)	Half constructief

## 2.6 Programma van eisen

Naar aanleiding van de interviews met de verschillende stakeholders en door het observeren van het proces van het fotograferen van de producten, samen met het opstellen van verschillende scenario's en een concurrentie analyse is in kaart gebracht wat de eisen en wensen zijn van de opdrachtgever. Hieronder een compleet overzicht van het programma van eisen:

Functie	Functiebeschrijving	Criteria
<b>Functionaliteit</b>		
Foto-ruimte bieden	Het, te fotograferen, object moet afgesloten worden	De wanden moeten een afgesloten foto-ruimte creëren
	De foto-ruimte moet voldoende donker zijn	De buitenkant moet 90% van ongewenst licht buitensluiten
	De foto-ruimte moet belicht kunnen worden	De wanden moeten transparant zijn
		De lichten moeten naast de foto-ruimte gepositioneerd kunnen worden
	De foto-ruimte moet een goede foto-omgeving bevatten	De foto-ruimte moet een zwarte achterzijde bevatten
		De foto-ruimte moet een witte boven- en onderzijde bevatten.
		De foto-ruimte moet een goede witbalans creëren
De foto-ruimte moet toegankelijk zijn voor de fotograaf	Het product moet een ingang bevatten van minimaal 350 x 300 mm	
Object ondersteunen	Het product moet een object van 100 x 200 x 250 (mm) kunnen bevatten	Het product moet een plateau bevatten van minimaal 100 x 200 x 250 (mm)
	Het product moet stevig zijn	De wanden moet een uitwendige kracht van 50 Newton kunnen weerstaan
		De wanden moet een inwendige kracht van 30 Newton kunnen weerstaan
		Het plateau moet een gewicht van 0,7 kg kunnen doorstaan
		Het product moet zichzelf kunnen dragen
	Het plateau moet ondersteuning bieden aan het object	Het plateau moet een oppervlakteruwheid hebben van ... $\mu\text{m}$ ( <b>nog testen</b> )
Het plateau moet horizontaal gepositioneerd worden		
Mobiel zijn	Het product moet inklapbaar/demonteerbaar zijn	Het ingeklapte product moet passen in een koffer van 510 x 510 x 90 (mm)
		Het product moet uit meerdere onderdelen bestaan

	Het product moet lichtgewicht zijn	Het product mag niet meer wegen dan 7,5 Kg.
Lampen ondersteunen	Het product moet de benodigde lampen dragen	Het product moet een gewicht van 2,4 kg dragen
		Het product moet bevestigingspunten bieden voor de flitskoppen
Lampen positioneren	Het product moet de lampen op de juiste positie fixeren	De bevestigingspunten moeten de lampen fixeren
		De bevestigingspunten moeten zich altijd op dezelfde plaats tov het product bevinden
WENS: Warmte afvoeren	Het product moet de, door de lampen, geproduceerde warmte geleiden	De warmte van de lampen mag niet direct de foto-ruimte ingaan
		De foto-ruimte moet de opgeslagen warmte afvoeren
WENS: Ronde achterzijde bevatten	De achterzijde van de foto-ruimte moet een holle ronding bevatten	Het materiaal aan de achterzijde van de foto-ruimte moet buigzaam zijn
		De gebogen achterzijde moet, na gebruik, recht gebogen kunnen worden
WENS: In hoogte verstelbaar zijn	Het product moet als geheel in hoogte verstelbaar zijn	Het product moet, in hoogte verstelbare, poten bevatten
		De poten moeten het product 150mm kunnen verhogen
		Het product moet stabiel blijven in hogere posities
		De verstelbare poten moeten het gewicht van het product kunnen dragen
		De verstelbare poten moeten rotaties om de x-,y- en z-as voorkomen
<b>Gebruik</b>		
Gebruiksvriendelijk zijn	Het product moet snel opgebouwd/gemonteerd kunnen worden	Het volledig opbouwen van het product duurt maximaal 300 seconden.
	Eenvoudig in gebruik zijn	Het object moet de foto-ruimte eenvoudig kunnen binnengaan
		Het object moet eenvoudig gedraaid kunnen worden
	Eenvoudig schoongemaakt kunnen worden	De gebruikte materialen moeten afwasbaar zijn
		Het plateau moet waterbestendig zijn
		De schoonmaak moet binnen 60 seconden voltooid kunnen worden
	Het product moet snel afgebroken/gedemonteerd kunnen worden	Het volledig afbreken/demonteren van het product duurt maximaal 300 seconden

		Het product moet door 1 persoon te monteren/demonteren zijn
Ergonomisch zijn	Het product moet een ergonomische verantwoorde omgang bieden aan de gebruiker.	Het te fotograferen object moet op ooghoogte geplaatst kunnen worden De fotograaf moet met gestrekte rug kunnen fotograferen
Veilig zijn	Het product mag de gebruiker niet verwonden	Het product mag geen scherpe randen of uitsteeksels bevatten
		Het product mag niet omvallen
	Het product mag geen klemblaren veroorzaken	
	Het product mag niet oververhit raken	De temperatuur in de foto-ruimte mag niet boven 60 graden Celsius geraken
Milieuvriendelijk zijn	Het product moet zoveel mogelijk onderdelen bevatten die het milieu niet schaden	De onderdelen mogen niet milieuonvriendelijke materialen bevatten
		De onderdelen mogen niet materialen bevatten, welke milieuonvriendelijke processen vereisen.
<b>Uiterlijk</b>		
Professie-gericht zijn	Het product moet thuishoren in de fotografie wereld	Het product moet lijken op artikelen die gebruikt worden in de fotografie
		Het product moet materialen bevatten die horen bij artikelen die gebruikt worden in de fotografie
Solide ogen	Het product moet een solide uitstraling hebben	Het product moet zichtbare, constructieve elementen bevatten
		Het product moet een stabiele constructie bevatten
<b>Montage</b>		
De-/montage	Het product moet eenvoudig te monteren zijn	Het product moet uit zo min mogelijk verschillende delen bestaan, zonder de mobiliteit te schaden
		De verschillende delen moeten met zo eenvoudig mogelijke verbindingen verbonden worden
		De verschillende delen moet gemakkelijk op elkaar aansluiten
		Het product moet vertrouwd overkomen voor de gebruiker
	Het product moet eenvoudig te demonteren zijn voor bijvoorbeeld reparatie	Verbindingen mogen niet verborgen zijn
		Het moet duidelijk zijn hoe het product te demonteren

		Verbindingen moeten met gangbaar gereedschap gedemonteerd kunnen worden
Reparatie	Het product moet uit onderdelen bestaan die eenvoudig vervangen kunnen worden	De gebruikte verbindingen moeten uit bekende, en eenvoudig verkrijgbare, onderdelen bestaan. De gebruikte materialen moeten uit bekende, en eenvoudig verkrijgbare, materialen bestaan
<b>Afdanking</b>		
Herbruikbaar zijn	Het product moet zoveel mogelijk uit onderdelen bestaan die hergebruikt kunnen worden	De onderdelen moeten zonder beschadigingen gedemonteerd kunnen worden De onderdelen moeten toepasbaar zijn op soortgelijke producten Minimaal 50 % van de onderdelen moet recyclebaar zijn
Verwijderbaar zijn	Het product moet eenvoudig af te danken zijn	Het product moet eenvoudig te demonteren zijn De onderdelen moeten eenvoudig verwerkt kunnen worden De verwerkte onderdelen mogen geen schade aan het milieu veroorzaken

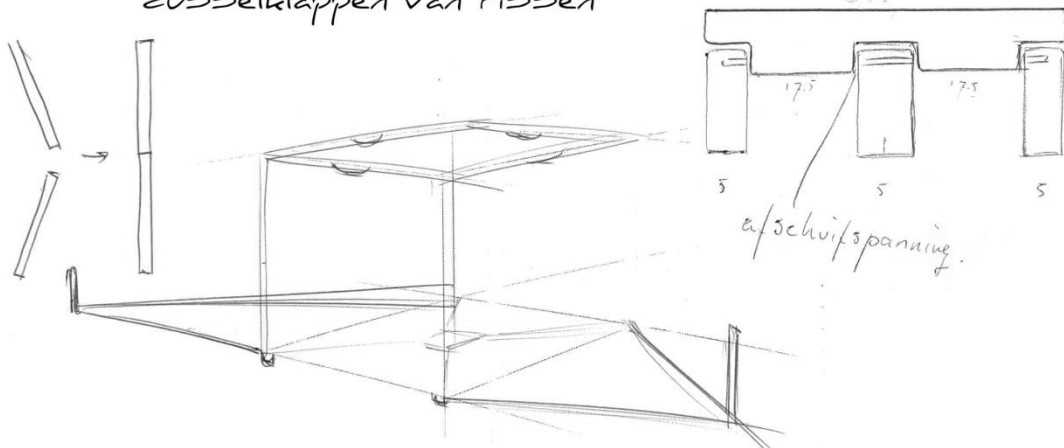
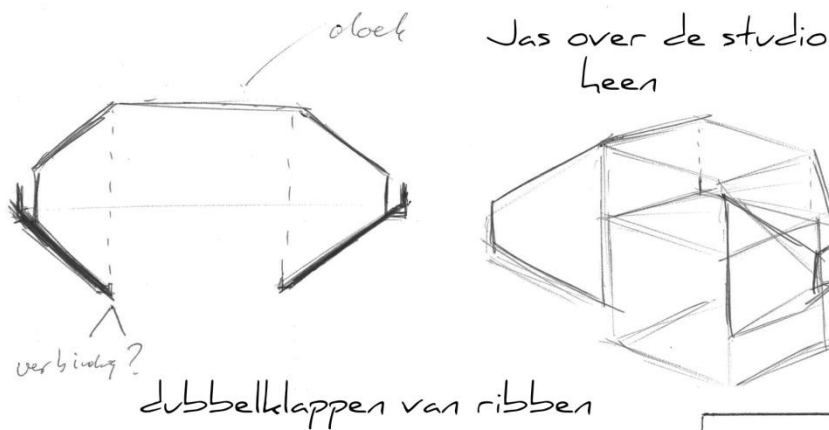
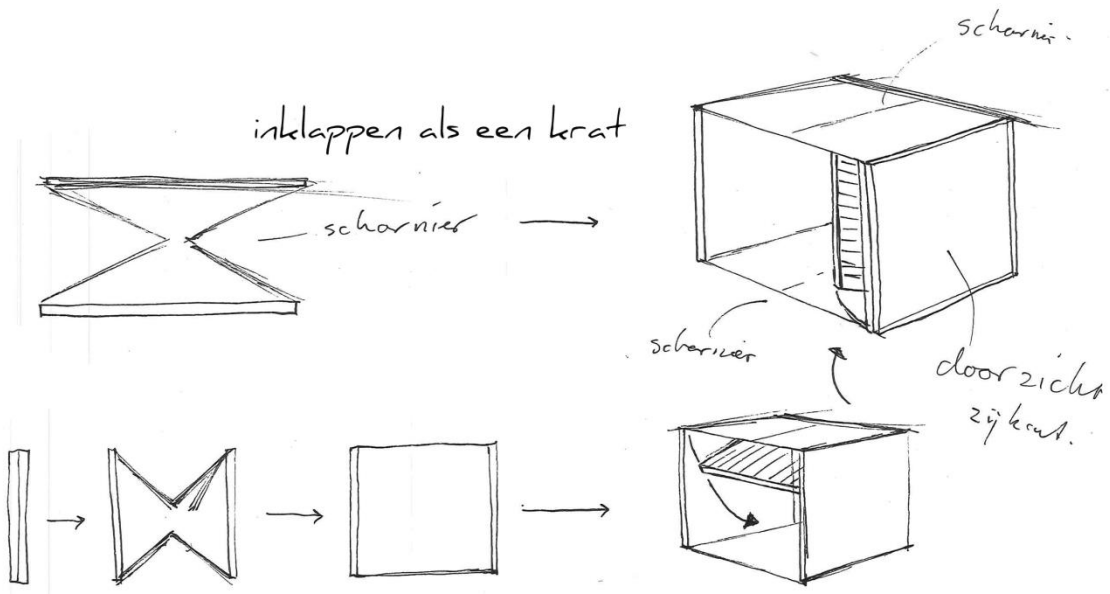


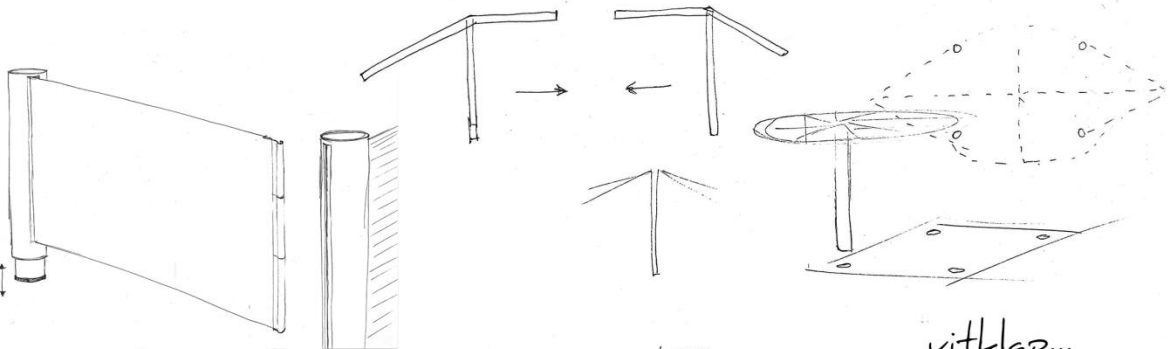


### 3. Ideefase

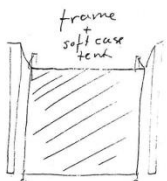
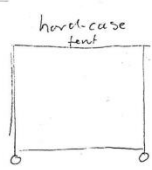
#### 3.1 Idee mobiliteit

Een van de grotere eisen die gesteld is door de opdrachtgever, is dat de opstelling meegenomen moet kunnen worden op reis. Doordat de fotograaf bij klanten aan huis langs gaat is het belangrijk dat op locatie een perfecte foto gemaakt kan worden. Een camera en een statief zijn nog vrij eenvoudig te vervoeren, maar voor een foto studio ligt dit anders. Door het gewicht en de omvang van de opstelling is het lastig om het bijvoorbeeld mee te nemen in de auto of het vliegtuig. Hierdoor is het van belang dat de foto opstelling compact kan worden opgeborgen en een zo laag mogelijk gewicht heeft. Dit staat ook genoteerd in het programma van eisen. Hieronder staan enkele ideeën geschetst hoe de opstelling compact opgeborgen kan worden.

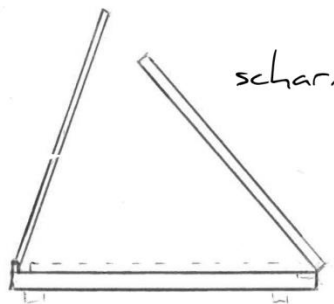
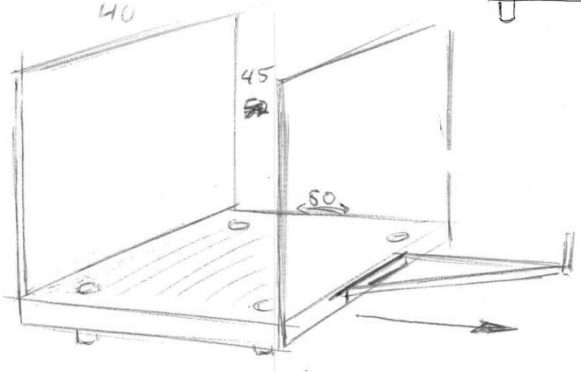
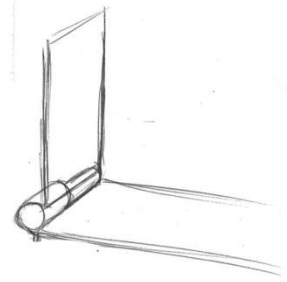
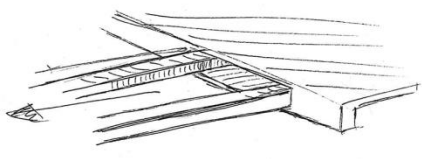
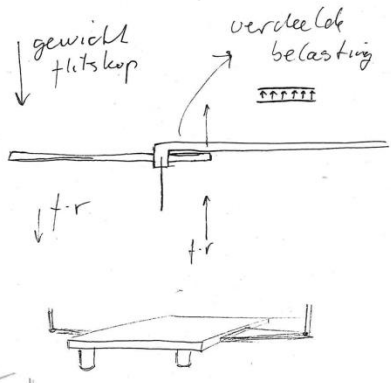
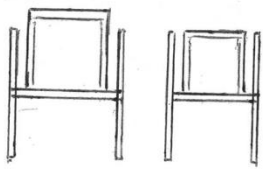
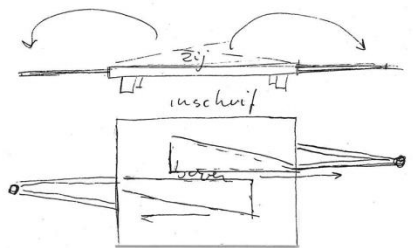




oprolbare wand

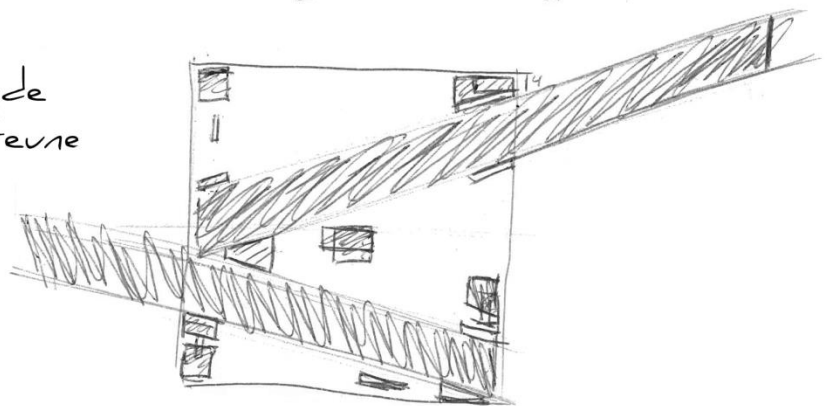


uitklap...



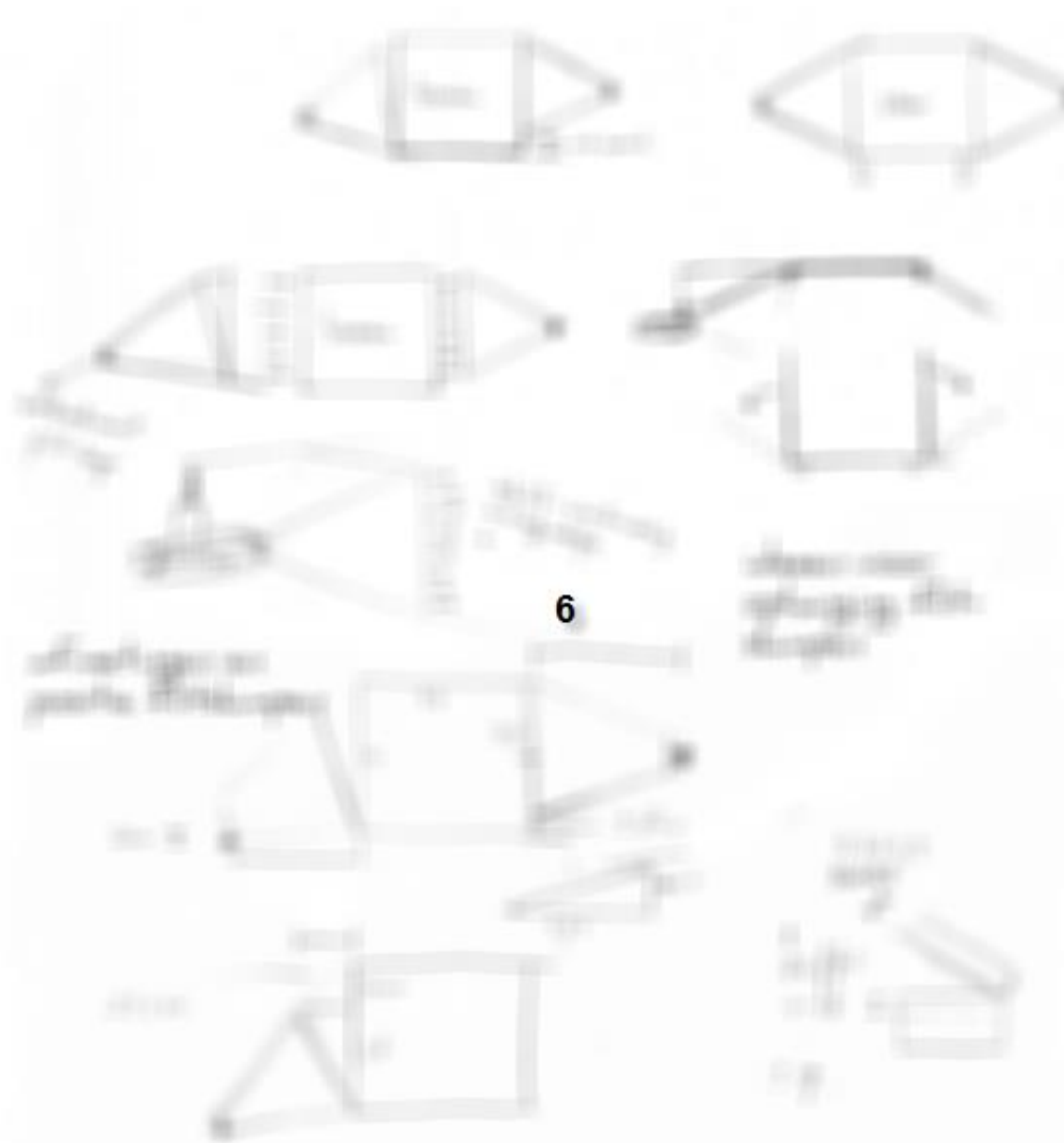
scharnierende zijanten

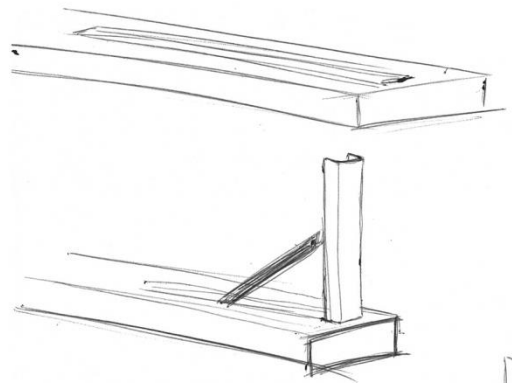
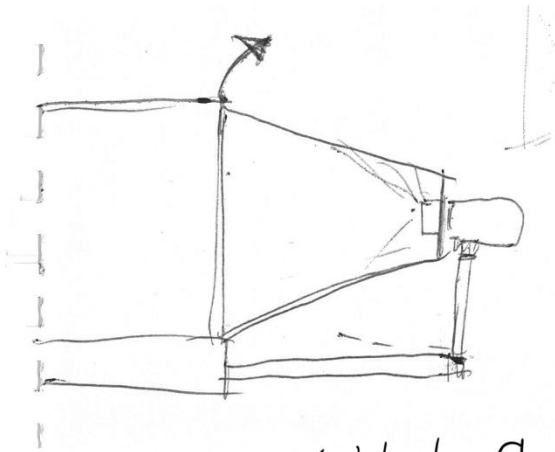
Uitschuivende steune



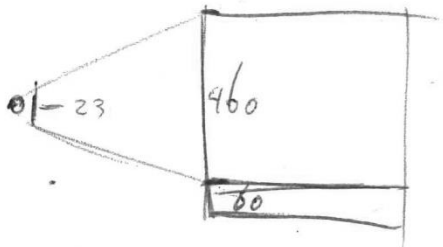
### 3.2 Idee flitslampen

De foto studio wordt gebruikt omdat het een ideale foto omgeving biedt om een product te fotograferen. Dit betekent dat de wanden een witte kleur moeten hebben. Dit betekent ook dat het product goed belicht moet worden door flitslampen. Het licht wat deze flitslampen genereert moet goed op het product vallen om een mooie foto te schieten. Hiervoor moet het licht van de flitslampen goed worden geleid richting de foto studio. Daarbij is het voor de consistentie in kwaliteit van de foto's van belang dat bij iedere klant en iedere foto het product op dezelfde, goede manier belicht is. Hiervoor moeten de lichten altijd op dezelfde plaats, ten opzichte van de foto studio, gepositioneerd worden. Hieronder staan enkele ideeën geschetst hoe de lichten te positioneren en fixeren aan de foto studio.

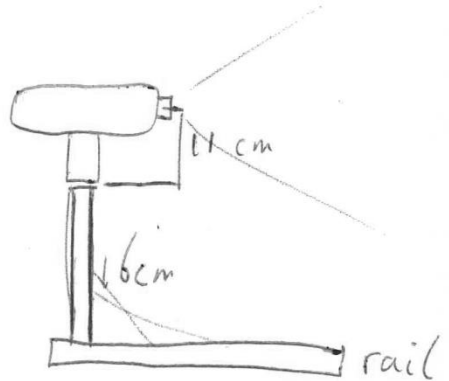




Uitschuifbare steun  
en inklap statief



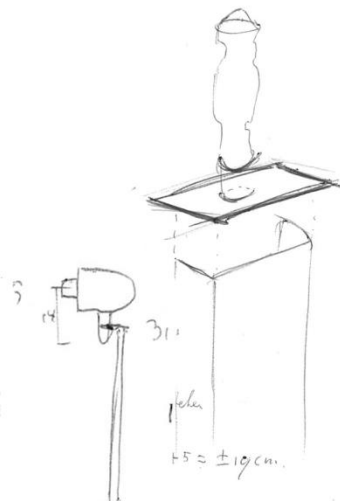
$23 + 6 = \pm 2$      $27 - 11 \rightarrow 16$



flitskop:

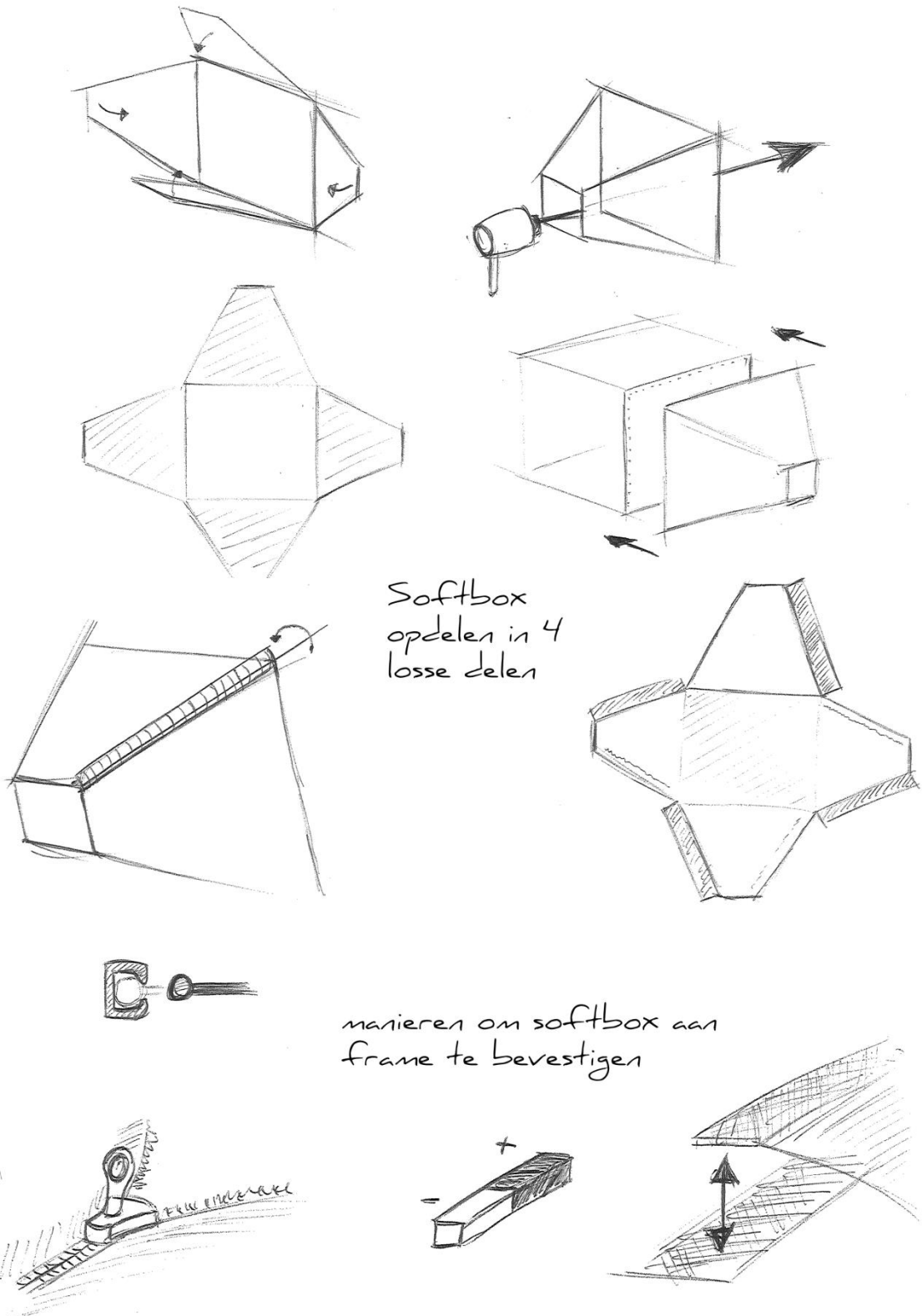


afmetingen en spigot-  
aansluiting



### 3.3 Idee softbox

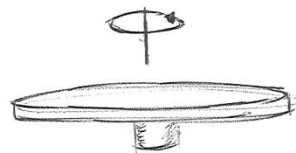
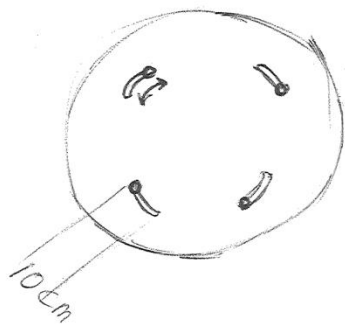
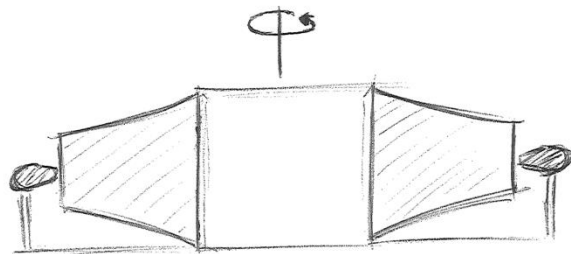
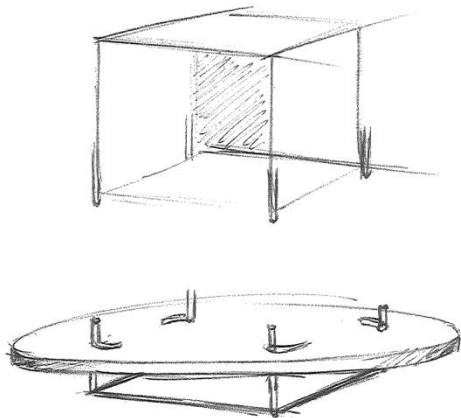
Om het object goed te belichten worden flitslampen gebruikt. Deze flitslampen produceren voor een hele korte tijd enorm veel licht, op het moment dat de foto genomen. Dit licht wordt door softboxen begeleid, zodat al het licht op het object valt. Aangezien de posities van de flitslampen afwijken van de standaard posities, zijn er softboxen nodig met speciale afmetingen. Hieronder staan enkele ideeën hoe de softbox compact te houden en hoe de softbox aan de fotostudio te bevestigen.



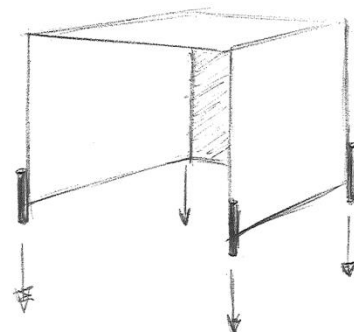
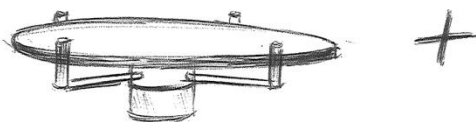
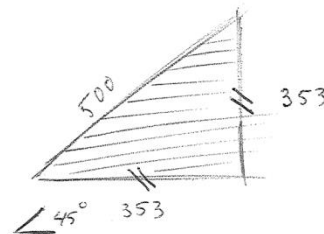
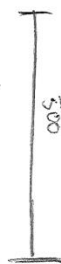
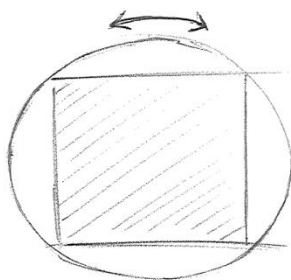
### 3.4 Idee ronde studio

Wat is opgevallen tijdens de observatie is dat het product vaak van positie moet worden veranderd door de fotograaf. Dit om meerdere foto's van het product te maken en het product van meerdere kanten te fotograferen. Aangezien het herhaaldelijk verplaatsen van het product een belasting uitoefent op het bekken van de fotograaf is hieronder een idee geschetst om de foto studio te laten roteren op een verticale as. Hierdoor kan de fotograaf de foto studio, en daarmee, het product verplaatsen zonder hiervoor ver te hoeven reiken met zijn arm en zonder hiervoor het product te moeten optillen.

De ronde bodemplaat kan 15 graden draaien, door de gleuven in de bodemplaat



Door de ronde vorm wordt de fotostudio zelf kleiner:  
350 x 350

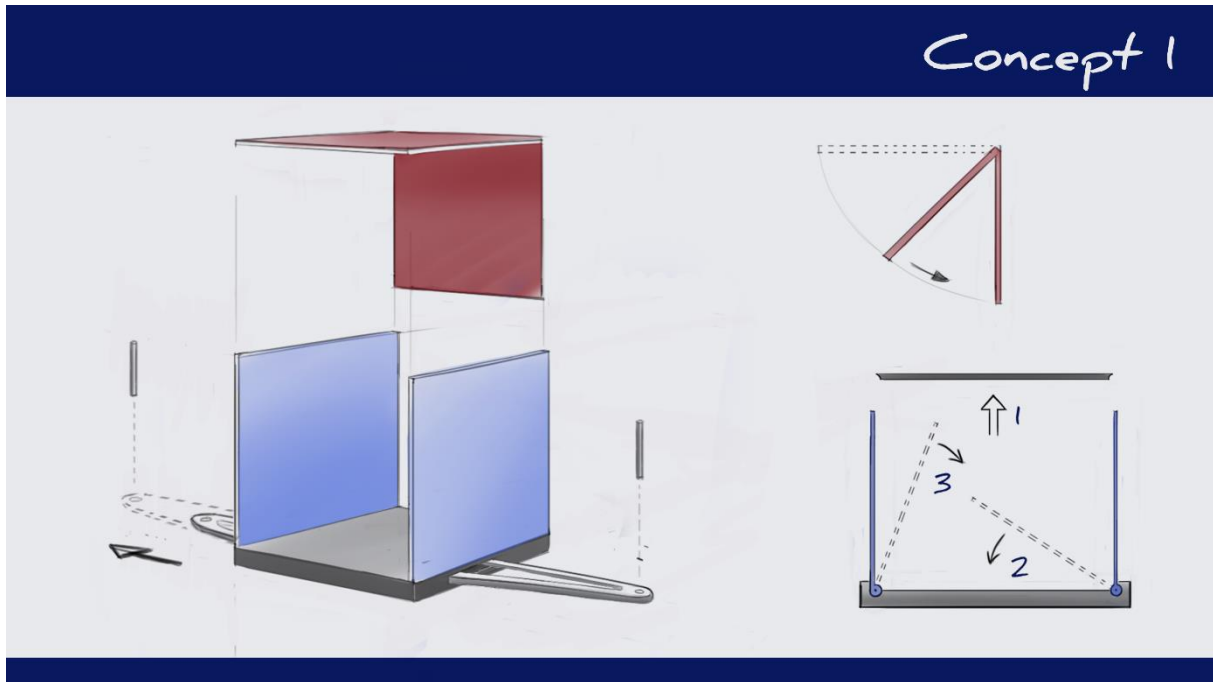


Volledig draaibare fotostudio

## 4. Conceptfase

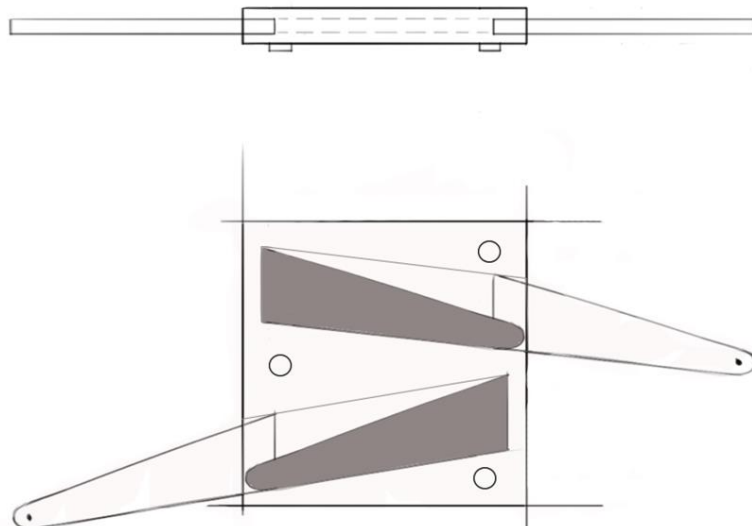
Alle ideeën die in het vorige hoofdstuk geschetst staan hebben geleid tot een drietal concepten. Alle drie de concepten bieden een oplossing voor de gestelde problemen, maar ieder concept doet dit op een andere manier. Hieronder staan de drie concepten gepresenteerd.

### 4.1 Concept 1



Figuur 7. Overview concept 1

Concept 1 laat zich omschrijven als een multifunctionele bodem met een apart dak. De bodem zal meteen het zwaarste onderdeel worden van de opstelling, aangezien deze de beide zijanten bevat. Tegelijkertijd bevat de bodem ook twee uitschuifbare standers, waar de flitslampen op kunnen worden bevestigd. Door het integreren van de 'statieven' van de flitslampen in de bodem zullen de flitslampen altijd op dezelfde plaats, ten opzichte van de foto studio, staan gepositioneerd.



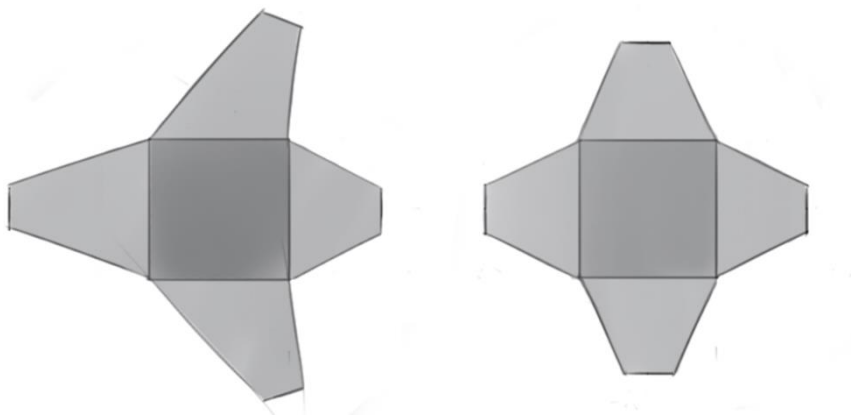
Figuur 8. Uitschuifbare steunen



Wanneer de bodem wordt neergezet op een tafel, kunnen allereerst de beide zijkanten rechtop worden gezet. Vervolgens laat de fotograaf de aparte bodem tussen de zijkanten zakken. Deze aparte bodemplaat heeft als functies dat hij eenvoudig schoon te maken is en ook dat hij de beide zijkanten rechtop laat staan. De scharnierende zijkanten kunnen namelijk niet meer naar binnen wanneer hier de bodemplaat als blokkade voorligt. Het schoonmaken wordt vereenvoudigd doordat een uitneembare plaat nu eenmaal eenvoudiger onder de kraan kan worden gehouden dan een complete foto studio.

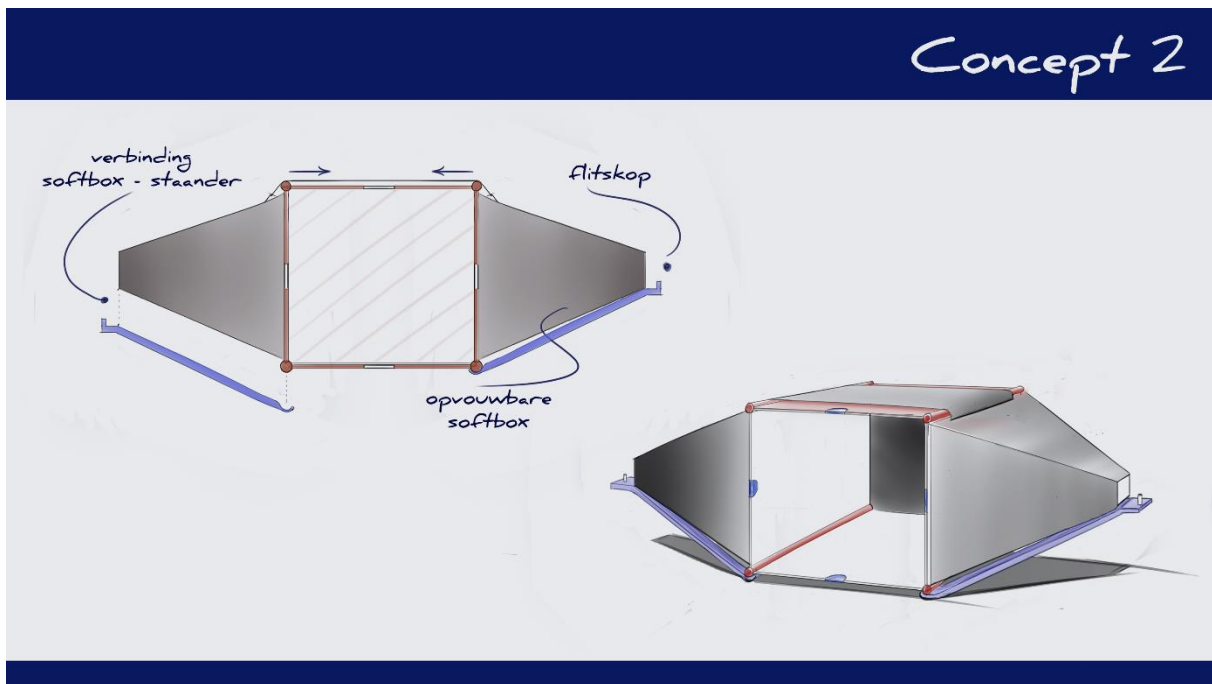
Wanneer de beide zijkanten staan, kan het bovenste (en achterste) gedeelte van de foto studio worden geplaatst. Het dak en de achterkant worden van elkaar losgekapt door middel van een scharnier aan de bovenzijde. Het dak van de fotostudio verstevigd tevens de constructie aangezien de uitsparingen in het dak exact over de zijkanten passen. Hierdoor kunnen de zijkanten niet meer naar binnen vallen. De achterzijde wordt eveneens door uitsparingen tegen de zijkanten aan geplaatst. Om te voorkomen dat het dak er onverhoopt af wordt gestoten zitten aan de voorzijde van het dak en aan de onderzijde van de achterkant kleine bumpers die verschuiven tegengaan.

De softbox in concept 1 is niet een standaard opklapbare softbox, maar de softbox bestaat uit vier delen welke op de zijkanten van de fotostudio bevestigd zijn. Hierdoor kan er geen licht ontsnappen tussen de softbox en de fotostudio, zoals eerder het probleem was.



Figuur 9. Vier losse delen van de softboxen

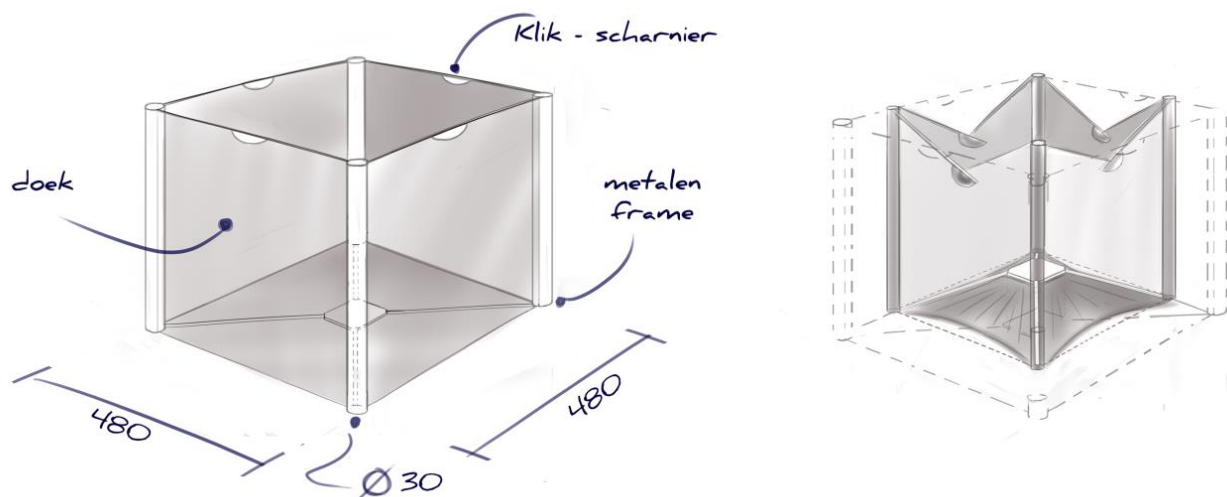
## 4.2 Concept 2



Figuur 10. Overview concept 2

Concept 2 is geïnspireerd op een campingbed. Een campingbed wordt door ouders gebruikt wanneer hun kind niet in het eigen bed kan slapen en is handig vanwege haar lage gewicht en de compacte vorm in ingeklapte toestand. Het inklapmechanisme bestaat uit vier scharnieren die halverwege de randen zitten en een bodem welke omhoog geklapt kan worden. De scharnieren zijn bijzonder, omdat deze vastgeklit kunnen worden en vervolgens een rigide frame vormen.

Wanneer de fotograaf de fotostudio op gaat zitten, begint hij met het uitklappen van het mechanisme. Vervolgens worden de opgevouwen softboxen uitgeklaapt. De twee softboxen zijn, door middel van een stevig stuk doek, aan elkaar verbonden. De uitgeklapte softboxen kunnen over de

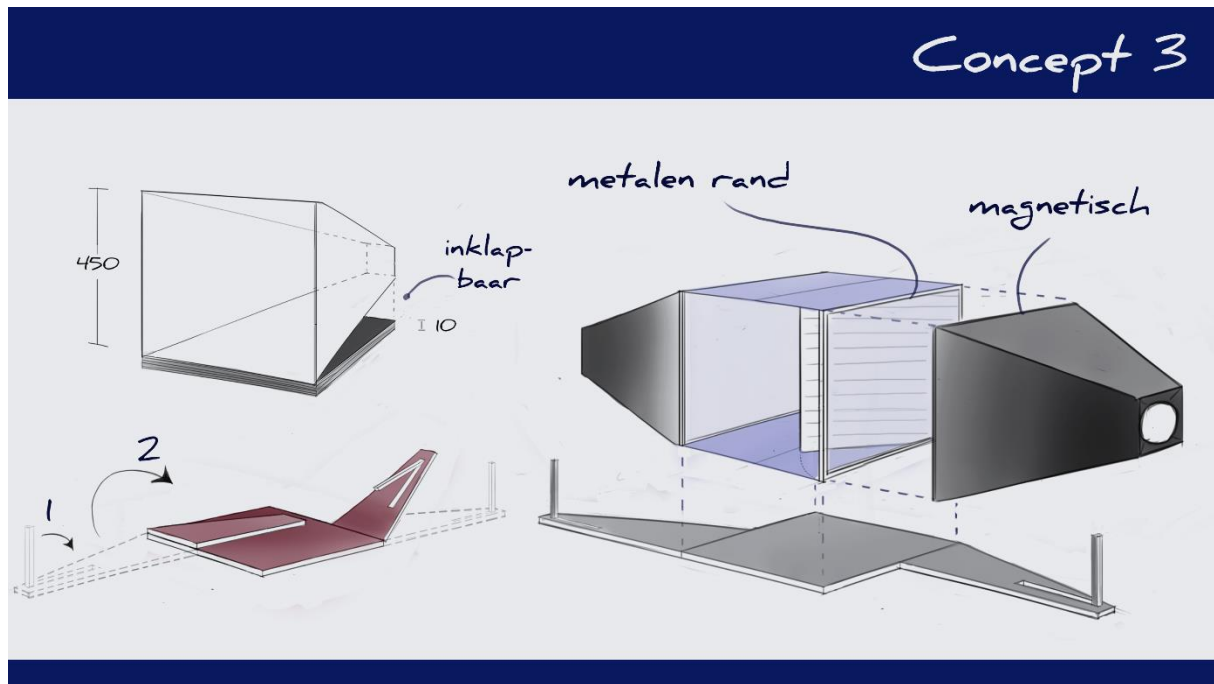


Figuur 11. Inklappen van de studio

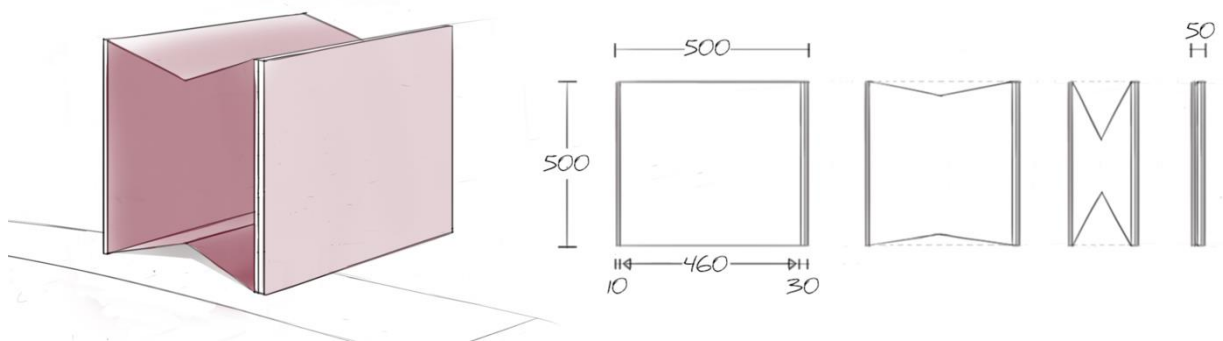
fotostudio worden gehangen en zullen door hun massa tegen de fotostudio aan worden gedrukt.

Als laatste stap worden twee metalen standers onder de rand van de fotostudio gezet en aan de softbox bevestigd door middel van een rits of een soortgelijke sterke verbinding. Doordat het gewicht van de fotostudio en de softboxen nu op de voeten van de standers rust kan deze niet verplaatsen. De verbinding met de softbox zorgt ervoor dat de staander niet gaat zakken, wanneer de flitskop op de staander wordt bevestigd. Doordat aan beide zijden een soortgelijke kracht heerst en de softboxen aan elkaar zijn verbonden, zullen de flitskoppen op de gewenste positie blijven staan.

### 4.3 Concept 3



Concept 3 vindt zijn oorsprong in een krat. Bijvoorbeeld een boodschappenkrat welke gebruikt wordt tijdens het boodschappen doen. Door de achterkant van de kubus te laten scharnieren, kan deze tegen de zijkant aan worden geplaatst. De boven- en onderkant hebben beide, over de lengte, een scharnier halverwege. Hierdoor kunnen deze naar binnen worden geklapt, waardoor het geheel wordt verkleind tot een compact pakket.

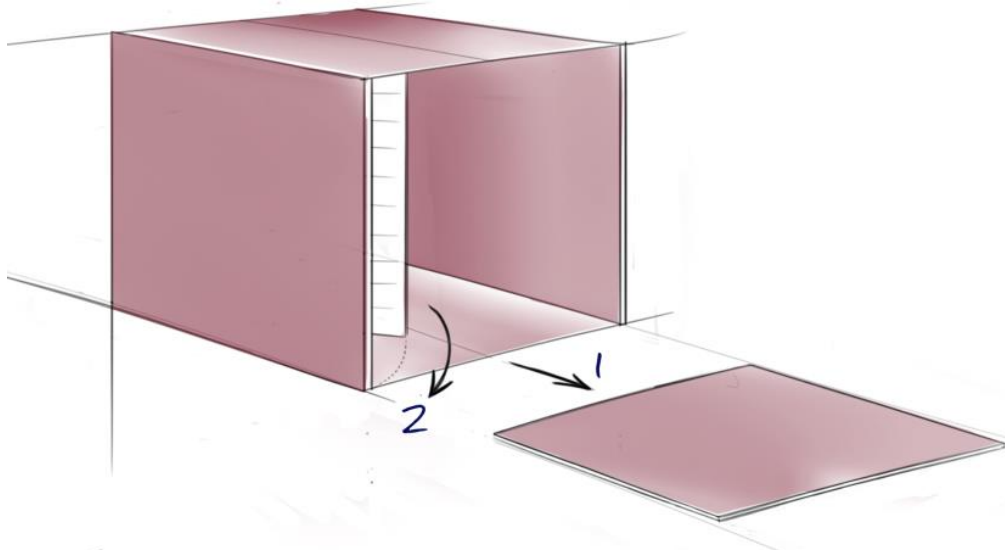


Figuur 12. Inklappen van het krat

De fotograaf zal bij het opzetten van de foto-opstelling wederom beginnen met het middelste gedeelte: de fotostudio. Door de zijkanten uit elkaar te trekken zullen de boven- en onderkant uitklappen en zich in de gewenste positie zetten. Door de achterkant vervolgens op zijn plaats te schuiven, kan het geheel niet meer inklappen. De achterkant vormt de blokkade, waardoor ongepland scharnieren van de bovenkant voorkomen wordt.

Vervolgens worden beide softboxen uitgeklaapt en op de fotostudio bevestigd. Deze bevestiging bestaat uit mangeetjes, welke in de rand van de softbox zijn verwerkt, en een metalen rand die rondom de transparante zijkanten is geplaatst.

Dit geheel wordt vervolgens op de bodem geplaatst. Deze bodem bestaat uit een onderplaat en twee flitskop-steunen welke twee keer uitgeklaapt kunnen worden. De flitskop wordt op de steun geplaatst en heeft geen direct contact met de softbox, waardoor deze stevig op zijn plaats blijft zitten.



**Figuur 13. Verwijderen bodemplaat**

## 4.4 Conceptkeuze

Nu de drie concepten zijn gedefinieerd is het zaak een gewogen keuze te maken voor een bepaald concept. Het gekozen concept zal namelijk tot in detail worden uitgewerkt in de detailfase om vervolgens tot prototype gepromoveerd te worden. Om een goed onderbouwde keuze te maken uit de drie concepten is gebruik gemaakt van de AHP-methode, wat staat voor Analytisch Hiërarchisch Proces.

De AHP-methode is een methode om besluitvorming geordend te laten verlopen. Hiervoor maakt het gebruik van drie begrippen: het doel, de criteria en de alternatieven. Het doel laat zich omschrijven als het vinden van het beste concept. De alternatieven zijn de drie gegenereerde concepten. De criteria zijn de punten waaraan de te maken keuze ten minste moet voldoen. In de analysefase is het programma van eisen opgesteld, wat weergeeft waaraan het ontwerp moet voldoen. De concepten moeten dus getoetst worden aan het programma van eisen. Gezien de lengte van het programma van eisen is het echter sneller en overzichtelijker om de concepten te wegen aan de hand van een aantal samenvattende en kenmerkende criteria.

Als criteria zijn gekozen

- **Stevigheid.** Zoals het woord al zegt is het van belang dat de fotostudio stevig is en de benodigde krachten kan opvangen. Niet alleen moet het de flitskoppen en het eigen gewicht dragen, maar ook de krachten van het product opgevangen worden door de studio. Daarbij is het niet ongebruikelijk dat de fotograaf, per ongeluk, eens tegen de foto opstelling aanloopt. Het instorten van de foto opstelling zou desastreus gevolgen hebben voor de flitskoppen, het product en de foto opstelling zelf.
- **Compactheid.** Aangezien de foto opstelling mee genomen moet worden richting klanten, is het van belang dat de foto opstelling tot een klein pakket kan worden opgevouwen. De foto opstelling moet in de koffer, welke nu al gebruikt wordt, passen. Omdat de klanten niet altijd uit Nederland komen, en er dus naar de bestemming gevlogen moet worden, is het ook belangrijk dat het gewicht van de foto opstelling beperkt blijft. De concepten worden dus gewogen naar hoe compact en lichtgewicht ze zijn in ingeklapte vorm.
- **Maakbaarheid.** Van het uiteindelijke concept zal een prototype worden gebouwd. Voor het bouwen van een prototype is het erg belangrijk dat het ontwerp componenten bevat, welke ook eenvoudig te produceren of te verkrijgen zijn. Wanneer een bepaald concept onderdelen vereist welke een levertijd van minimaal 6 weken hebben, valt de haalbaarheid van deze opdracht in twijfel te trekken. Er wordt dus gekeken naar de bouw van het ontwerp, de benodigde onderdelen, de benodigde processen, levertijden, etc.
- **Belichting.** De kwaliteit van de foto wordt voor een groot gedeelte bepaald door de belichting. Helemaal in deze situatie, waar erg op details van de foto wordt gelet. De positie van Photovision in de markt wordt bepaald door de kwaliteit van hun foto's, en dus ook door de belichting van het product. Onder belichting wordt verstaan hoe het concept de flitskoppen positioneert, het licht geleidt naar de studio en het licht binnen in de studio ontvangt. De softboxen, welke bij elk concept verschillend zijn ontworpen, worden hier dus onder andere gewogen.
- **Gebruiksvriendelijkheid.** De fotograaf is degene die elke dag de foto opstelling minimaal een keer moet op- en afbouwen. Voor het vervoer is het belangrijk dat de opstelling compact is, maar uiteraard is het ook belangrijk dat de opstelling eenvoudig is op te zetten en eenvoudig

is af te breken. Daarbij vallen het gebruiksgemak tijdens het fotograferen, het schoonmaken van onderdelen en de toegankelijkheid van de studio voor de fotograaf ook onder gebruiksvriendelijkheid.

- Uiterlijk. De concepten worden gewogen aan hun uiterlijk. Er wordt gekeken of het uiterlijk van de concepten overeenkomt met producten uit de fotografiewereld. Daarbij is het belangrijk dat de opstelling solide oogt, zodat klanten vertrouwen hebben dat hun product onbeschadigd terugkeert van een fotosessie.
- Afdanking. Wanneer de foto opstelling voor jaren is gebruikt en wordt vervangen, zal het product worden afgedankt. Met dit criterium wordt gewogen of het concept eenvoudig is te demonteren, de materialen herbruikbaar of anders eenvoudig af te danken zijn en de gebruikte onderdelen niet schadelijk voor het milieu zijn.

Afdanking, uiterlijk en gebruiksvriendelijk komen letterlijk uit het programma van eisen. Het criteria maakbaarheid beschrijft de montage, maar ook het materiaal en de voorradigheid van deze materialen. Het kopje "Functionaliteit", wat genoteerd staat in het programma van eisen, is echter een te breed begrip om als een criteria te dienen. Daarom is dit opgesplitst in stevigheid, compactheid en belichting, welke alle onderdelen zijn van de functionaliteit van de foto opstelling.

De eerste stap van de AHP-methode is het bepalen van de wegingsfactoren van de verschillende criteria (zie bijlage G voor de tabellen van de wegingsfactoren). Hieruit is gebleken dat "stevigheid" het belangrijkste criterium is, gevolgd door "belichting", "gebruiksvriendelijkheid", "compactheid" en "maakbaarheid". De criteria "uiterlijk" en "afdanking" worden verder niet meegenomen in de beslissingsmethode aangezien zij beide minder dan 2% invloed hebben op het keuzeproces. Vervolgens wordt per criterium bepaald hoe ieder concept zich verhoudt tegenover de overige twee concepten, aangaande dit bewuste criterium. Hieruit volgen per criterium drie scores. Deze drie scores laten zien hoe de drie concepten scoren op dit criterium. De laatste, en beslissende, stap in de methode is het vermenigvuldigen van deze scores met de weging van de betreffende criteria. Hieruit volgt een gewogen score, welke laat zien welk concept zich als beste kan meten aan de gestelde criteria.

De uiteindelijke keuze, aan de hand van de AHP-methode, is gevallen op concept 1. Met 52,46% is dit concept favoriet te noemen boven concept 3 (30,94%) en concept 2 (16,59%).

Totaal tabel AHP methode	C1		C2		C3		Totaal
	score	gewogen score	score	gewogen score	score	gewogen score	
Stevigheid	0,517241	0,159383	0,1133	0,034912	0,369458	0,113845	1
Compactheid	0,142857	0,017776	0,714286	0,088882	0,142857	0,017776	1
Maakbaarheid	0,605381	0,059673	0,103139	0,010166	0,29148	0,028731	1
Belichting	0,632823	0,168234	0,065369	0,017378	0,301808	0,080235	1
Gebruiksvriendelijkheid	0,588985	0,11957	0,071902	0,014597	0,339113	0,068843	1
Telling		52,46%		16,59%		30,94%	100,00%

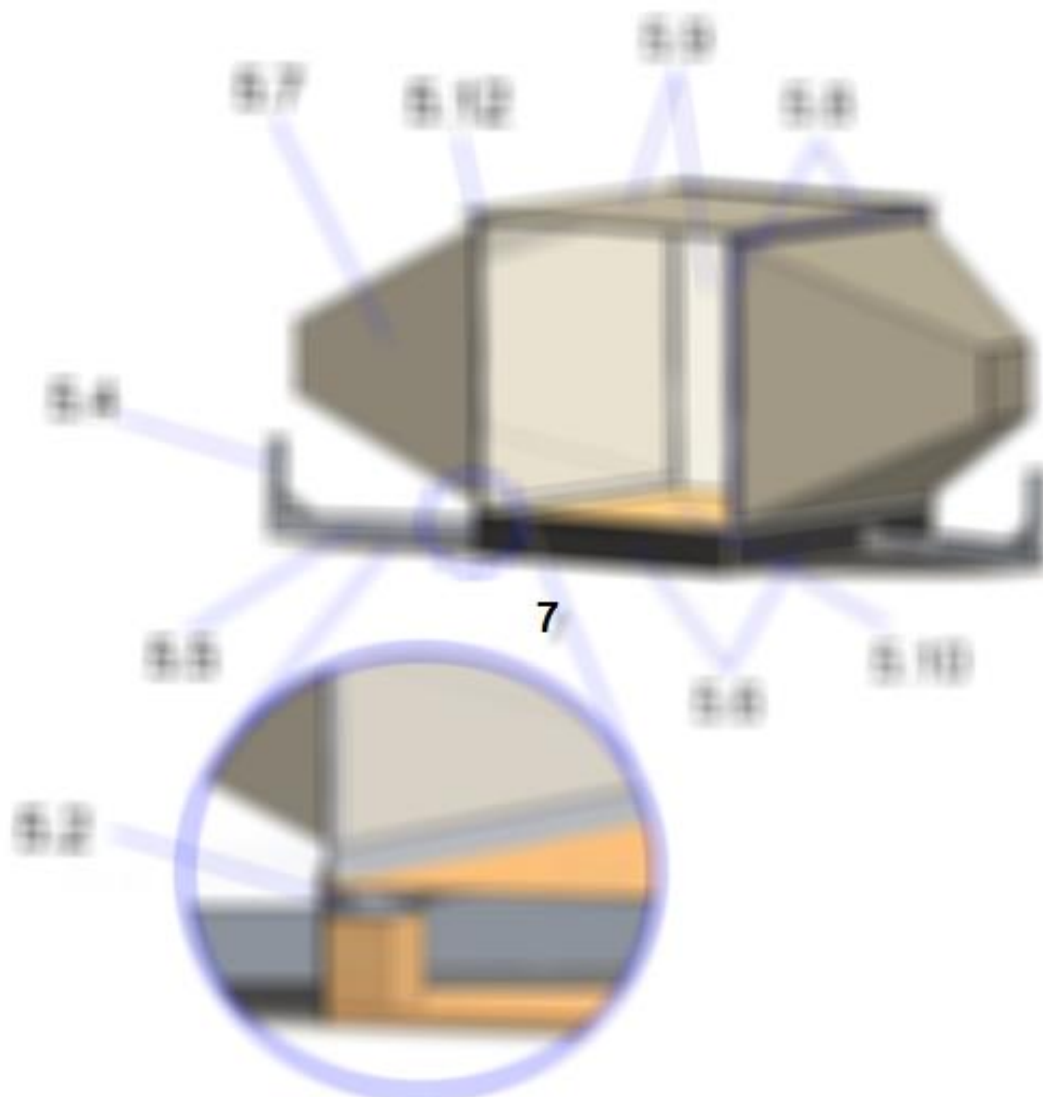
Figuur 14. Beslissingstabel AHP

## 5. Detailfase

### 5.1 – Inleiding

Concept 1 is gekozen als beste concept. Dit wil echter niet zeggen dat dit concept perfect is of hier in de buurt komt. Daarom is er gekeken of verbeterende ontwerpen uit de overige twee concepten kunnen worden overgenomen naar concept 1. De inklapbare steun voor de flitskoppen uit concept 3 wordt meegenomen in het detailontwerp voor concept 1. Door het inklappen van de steun in de uitschuifbare basis voor de flitskoppen zijn er in een klap twee onderdelen minder om in elkaar gezet te worden. Dit zal het gemak voor de fotograaf nog verder verhogen bij het op- en afbouwen van de foto opstelling.

Om dit concept te verwezenlijken zijn een groot aantal uitwerkingen nodig om alle details duidelijk te ontwerpen. Het doel van de detailleringfase is oplossen van alle problemen en het uitwerken hiervan. Wanneer alles tot in detail is uitgewerkt kan het ontwerp in Solidworks worden gemodelleerd om hieruit een prototype te ontwikkelen. Om een volledig beeld te geven van alle aparte onderdelen is een totaaloverzicht gemaakt, zodat afgelezen kan worden welk detail op welke positie in het ontwerp behoort. De cijfers corresponderen met de subkopjes van het hoofdstuk.

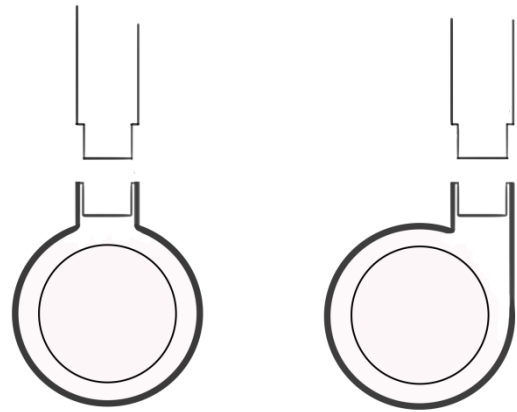


Figuur 15. Totaaloverzicht



## 5.2 – Scharnier

Het scharnier zorgt ervoor dat de zijkanten van de studio in kunnen klappen. In concept 1 zijn deze scharnieren getekend en hierbij is bedacht dat door de zijkanten op verschillende plaatsen op een cilinder te positioneren de zijkanten over elkaar heen vallen. Door de rechterzijkant op het uiterste randje van de cilinder te plaatsen en de linkerzijkant in het midden van de andere cilinder, zullen deze over elkaar heen vallen wanneer de cilinders de juiste diameter hebben. De plexiglas zijkanten worden in de ideale situatie 4 mm dik, waardoor de cilinder een minimale diameter van 12mm moet hebben. Hierbij moet echter rekening gehouden worden met de ruimte die de delen van de softbox in beslag nemen. Wanneer de foto opstelling wordt ingeklapt, wordt de softbox op de zijkant gelegd. Aangezien de zijkanten boven op elkaar vallen, moet er dus rekening gehouden worden met extra ruimte tussen de zijkanten wanneer ze ingeklapt zijn.



Figuur 16. Plaatsing plexiglas op beide cilinders

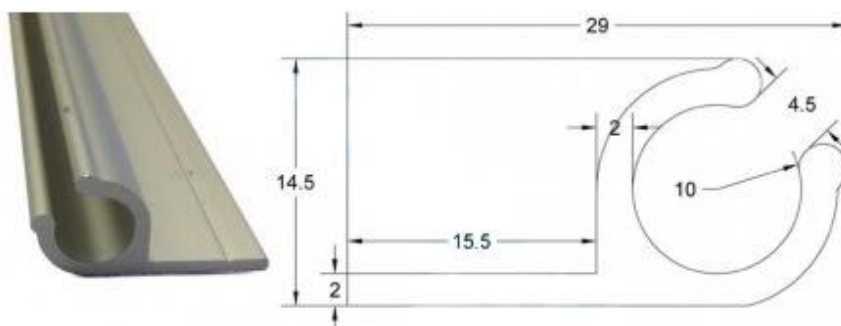
Voor het realiseren van een rond scharnier zijn meerdere ideeën bedacht, aangezien het ontworpen scharnier niet standaard verkrijgbaar is.

Oplossing 1: Het inkopen van een pvc-buis, waar vervolgens een stuk uit wordt gefreesd. Bij de linkerkant zal dit in het midden van de pvc-buis zijn en bij de rechterkant juist helemaal aan de rechterkant. Hier komt echter meteen een probleem om de hoek kijken. Het is erg moeilijk een ronde buis in te klemmen om vervolgens niet loodrecht op het oppervlakte te gaan frezen. De cilinder zal dan gaan verschuiven, waardoor de rechter cilinder moeilijk te maken is.

Oplossing 2: Het plaatsen van het plexiglas in het midden van een pvc-buis, voor beide cilinders, waarbij de cilinders op verschillende hoogte worden gemonteerd. Het hoogteverschil biedt de ruimte voor de ingeklapte softbox.

Oplossing 3: Het inkopen van een aluminium profiel, welke, eventueel na enige aanpassing, voldoet aan de wensen voor het scharnier.

Uiteindelijk is besloten oplossing 2 en 3 samen te voegen. Op internet is een aluminium tentprofiel gevonden wat uitkomst biedt en het frezen uit een rond oppervlakte voorkomt. Om het profiel goed te kunnen gebruiken als scharnier moeten de lipjes rondom de uitsparing in de cilinder weggeschuurd worden.



Figuur 17. Aluminium tentprofiel

Aangezien een soortgelijk profiel met een bevestigingsplaat op het midden van de cilinder niet bestaat, moet afgeweken worden van het oorspronkelijke idee om de plexiglas platen op verschillende posities op de cilinder te bevestigen. Oplossing 2 biedt hier echter een uitweg. Wanneer beide cilinders op een verschillende hoogte worden gemonteerd, is er een hoogteverschil gecreëerd en kan bovenstaand aluminium profiel voor beide zijanten gebruikt worden. Het hoogteverschil bedraagt 8 mm; 4 mm voor de dikte van de zijkant en een extra 4 mm welke nodig is voor de softbox (zie 5.7).

Om het tentprofiel als scharnier te laten functioneren is een tweede soortgelijk tentprofiel vereist. Een gebruikelijk scharnier, denk aan een pianoscharnier, bestaat ook uit twee delen. Deze delen scharnieren langs elkaar doordat ze door de 'ogen' verbonden zijn met een pen. In het midden en aan beide uiteinden wordt het 492 mm lange tentprofiel, voor 44 mm, ontdaan van de cilinder. Dit wordt gedaan door het aluminium weg te zagen. Hierdoor ontstaat het bovenste onderdeel weergegeven in figuur 18.



**Figuur 18. Scharnierdeel met drie scharniersteunen**

De drie scharniersteunen worden gezaagd van hetzelfde tentprofiel en worden in horizontale positie geplaatst zodat ze eenvoudig bevestigd kunnen worden op het frame. De scharniersteunen hebben een lengte van 40 mm, zodat aan beide zijden een ruimte van 2 mm speling overblijft. De scharnierdelen worden aan elkaar verbonden door een as met een doorsnede van 9 mm. Hierdoor kunnen de delen soepel over elkaar heen draaien. Het materiaal wat gebruikt wordt voor de as is POM staf.

POM (voluit: polyoxymethyleen) is een polymeer dat veel industriële toepassingen kent. Dit komt doordat POM erg hard is en dus goed drukkrachten kan weerstaan. Tevens voelt POM een beetje vettig aan, waardoor het goed langs metalen glijdt.

### 5.3 – Positie steunen

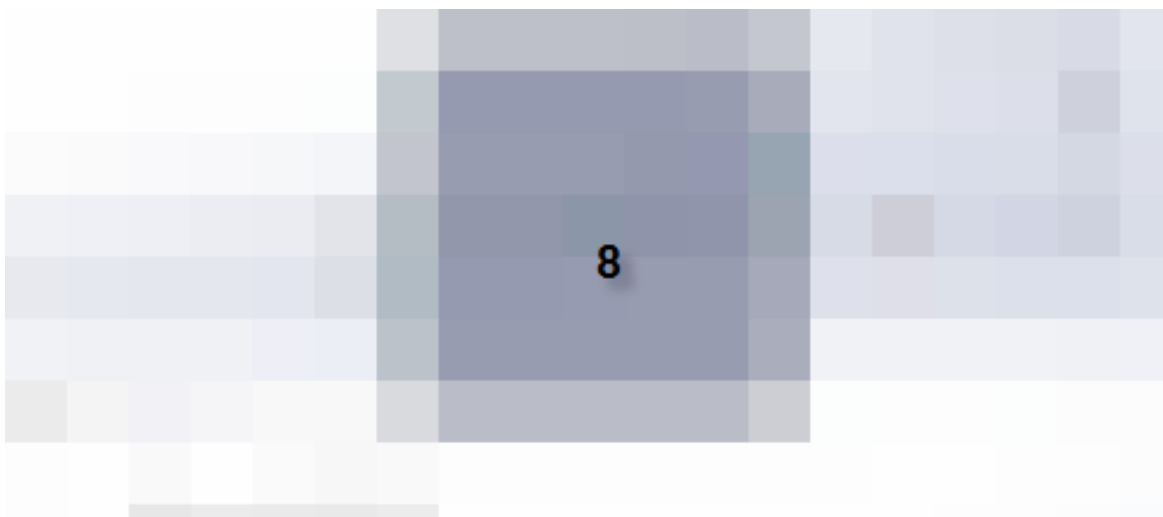
Om een bodem te realiseren waaruit, aan beide zijdes, een steunpunt voor de flitskoppen schuift, is enig rekenwerk vereist. Allereerst zijn de posities van de flitskoppen van cruciaal belang voor de kwaliteit van de foto's. Deze posities uit de huidige foto opstelling moeten exact worden overgenomen in het nieuwe ontwerp.



**Figuur 19. Posities bevestigingspunten flitskoppen**

Met deze gegevens wordt vervolgens berekend welke afstand overbrugt moet worden om de bekende posities te bereiken vanuit de bodem. Deze afstand is mede afhankelijk van de positie van waaruit de steun de bodem verlaat. Aangezien het steunpunt van de linker flitskop onder de basis van de bodem valt, zal de opstelling, zonder contragewicht, richting de linker onderhoek kantelen.

Nu is er wel een contragewicht in de vorm van de flitskop aan de rechterkant. Deze valt echter niet boven de basis van het frame, maar is redelijk in het midden gepositioneerd. Omdat de krachten die de flitskoppen op het frame uitoefenen niet loodrecht tegenover elkaar staan, kan er dus niet gesproken worden van een perfecte balans. Om die balans nu te optimaliseren is het van belang om het punt waar de linkersteun de bodem verlaat zo hoog mogelijk te houden. Dat wil zeggen: zo dicht mogelijk bij het midden van de linkerzijkant.



**Figuur 20. Hoek waaronder de steunen het frame verlaten**

De flitskop wordt normaliter bevestigd op een statief. Deze statieven worden nu vervangen door kleinere, inklapbare statieven welke uiteindelijk in de bodem worden geschoven. De uitdaging is om een solide en eenvoudig, inklapbaar statief te ontwerpen. De flitskop is een Broncolor Litos en heeft een aanschafwaarde van boven de duizend euro. Hierom is stevigheid van het statief en de steun van groot belang.

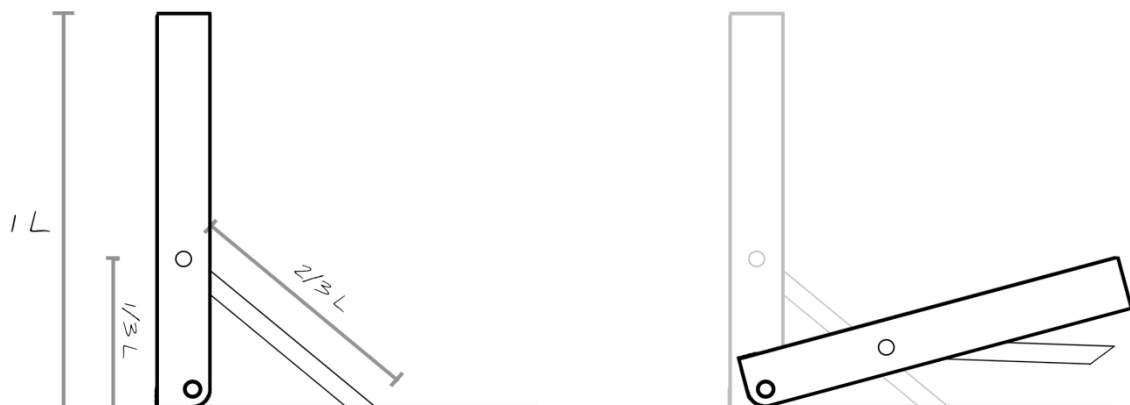
Het statief moet ingeklapt kunnen worden, zodat het op de uitschuifbare steun komt te liggen, maar ook in een hoek van 90 graden omhoog gezet kunnen worden. Wanneer het statief rechtop staat mag het niet verder klappen dan 90 graden, maar ook niet onverwacht terugklappen. Beide situaties kan grote schade aan de flitskop toebrengen. Hierom is het belangrijk het statief te fixeren.

1. 1000000000	9	1000000000
2. 1000000000		
3. 1000000000		
4. 1000000000		
5. 1000000000		
6. 1000000000		
7. 1000000000		
8. 1000000000		
9. 1000000000		
10. 1000000000		

#### 5.4 – Statief

De flitskop wordt normaliter bevestigd op een statief. Deze statieven worden nu vervangen door kleinere, inklapbare statieven welke uiteindelijk in de bodem worden geschoven. De uitdaging is om een solide en eenvoudig, inklapbaar statief te ontwerpen. De flitskop is een Broncolor Litos en heeft een aanschafwaarde van boven de duizend euro. Hierom is stevigheid van het statief en de steun van groot belang.

Het statief moet ingeklapt kunnen worden, zodat het op de uitschuifbare steun komt te liggen, maar ook in een hoek van 90 graden omhoog gezet kunnen worden. Wanneer het statief rechtop staat mag het niet verder klappen dan 90 graden, maar ook niet onverwacht terugklappen. Beide situaties kan grote schade aan de flitskop toebrengen. Hierom is het belangrijk het statief te fixeren.



Figuur 21. Inklappen statief

Er wordt gebruik gemaakt van een aluminium U profiel. Om het inklapbaar te maken dient aan de onderzijde een aluminium pen als scharnier. Op 1/3 van de hoogte van het statief is het scharnierpunt gepositioneerd van de schoor. Deze schoor heeft een lengte van 2/3 van de hoogte van het statief, zodat het, in ingeklapte positie, binnen het U profiel valt (zie figuur 21).

De flitskop wordt op het statief geplaatst met behulp van een spigot aansluiting. Deze spigot aansluiting moet een stevige verbinding vormen met het statief. Hiervoor zijn de volgende oplossingen bedacht:

Oplossing 1: het inkopen van een spigot adapter, welke bevestigd kan worden met een bout op het U profiel

Oplossing 2: het inkopen van een speciaal spigot verlengstuk, welke bestaat uit een aluminium staf met op het uiteinde een spigot aansluiting. Dit verlengstuk wordt dan als vervanger van het U profiel gebruikt.

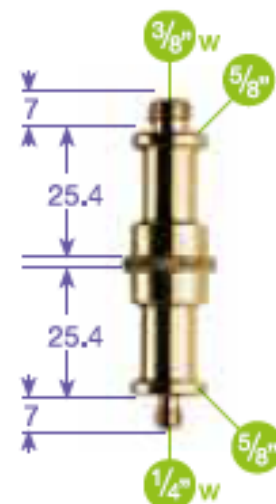
Oplossing 3: het boren van een gat in een aluminium stukje plaat, waar de spigot aansluiting voor de helft invalt. Vervolgens wordt de spigot aan de onderkant vastgelast aan de aluminium plaat en de plaat zelf wordt vastgelast aan het U profiel.

Het probleem dat zich voordoet bij oplossing 1 is dat de adapter voorzien is van een schroef, welke de spigot vast moet klemmen in de adapter. Deze schroef is echter dusdanig groot dat het geheel te omslachtig wordt om eenvoudig in te klappen en vervolgens in te schuiven. Het voordeel van oplossing 1 is het gemak waarmee een solide verbinding is te maken tussen de spigot en het U profiel.

Oplossing 2 heeft als voordeel dat er in zijn geheel geen verbinding gemaakt hoeft te worden tussen het U profiel (welke niet meer nodig is) en de spigot. Nadeel is echter dat een ronde staf moeilijk te bewerken is, en hierdoor moeilijk tot een scharnierend geheel aan te passen is.

Uiteindelijk is daarom gekozen voor oplossing 3. Door het laten vallen van de spigot in een gat, wordt het geheel niet groter dan de spigot zelf. Daarbij zal de lasverbinding een stevige verbinding zijn tussen U profiel en spigot. Als nadelen kunnen benoemd worden dat het visueel niet de mooiste oplossing is (wanneer de binnenkant van het U profiel bekeken wordt) en dat het arbeidsintensiever is, doordat er laswerk aan te pas komt.

Doordat de flitskop in het midden van de fotostudio moet staan (verticaal gezien) is het van belang dat de statiefdelen de goede lengte hebben. De hoogte vanaf het bevestigingspunt van de flitskop tot het midden van de lamp van de flitskop is gemeten tijdens de analysefase en bedraagt 14 cm. Aangezien het plexiglas 463 mm hoog is, bedraagt de afstand van de studiobodem tot het midden van de flitskop 231.5 mm. Vanaf de studiobodem tot aan de onderkant van het frame zit een scharnier (12 mm), een houten poot (40 mm) en een houten bodemplaat (6 mm). In totaal komt dit neer op 289.5 mm. Nu is de staander van het statief niet onder de bodemplaat bevestigd maar bovenop het H profiel. Vanaf de onderkant van de



Figuur 22. Spigot aansluiting

bodemplaat tot bovenop het middenrif van het H profiel zit een bodemplaat (6 mm), een POM rail (2 mm) en de onderste helft van het H profiel (16.75 mm). De lengte van het statief zal moeten zijn:  $489.5 - 24.75 = 124.75$  mm. De lengte van de schoor wordt dus:  $0.66 * 124.75 = 83.2$  mm.

## 5.5 – Steunen

Om deze steunen nu op de gewenste posities te krijgen moet de linkersteun 402 mm buiten de bodem reiken en de rechtersteun 381 mm.

Nu zijn er meerdere manieren om een uitschuifbare steun te ontwikkelen die de gewenste afstand kan overbruggen:

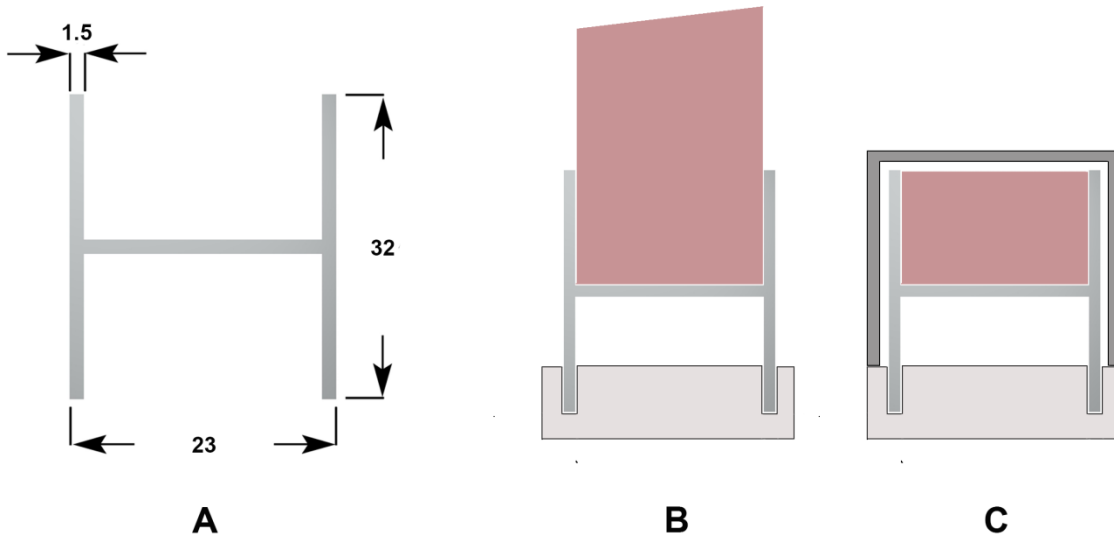
Oplossing 1: het inkopen van standaard ladegeleiders bij een bouwmarkt. Deze ladegeleiders bestaan uit 2 aluminium railtjes welke over een wielje rollen. Door tussen twee ladegeleiders een stevig materiaal te bevestigen (normaliter een lade) wordt een stevig, uitschuifbaar geheel gerealiseerd.

Oplossing 2: het inkopen van een aluminium, kogelgelagerd telescoopgeleider. Een telescoopgeleider kan 100 procent uitrekken, waardoor binnenin de bodem ruimte bespaard kan worden.

Oplossing 3: het zelf ontwerpen van een uitschuifmechanisme, bestaande uit aluminium en POM.

De eerste keuze is oplossing 2 vanwege de uitrek lengte en stabiliteit van de geleider zelf. Na het bestellen van de ladegeleiders blijkt dat deze echter erg groot en zwaar zijn, waardoor ze niet toepasbaar zijn binnen het ontwerp. De keuze moet daarom gemaakt worden tussen oplossing 1 en 3. Oplossing 1 is de meest eenvoudige, goedkope en maakbare oplossing. Echter hebben de standaard ladegeleiders het nadeel dat ze niet heel nauwkeurig zijn. In uitgerekte positie zit er teveel speling. Daarbij zijn ladegeleiders ontworpen voor het ondersteunen van een lade, wat een verdeelde belasting betekent. De flitskop, welke op het uiteinde bevestigd wordt, zal echter een puntbelasting veroorzaken. Al deze redenen opgeteld zorgt ervoor dat er zelf een uitschuifmechanisme ontworpen is uit aluminium en POM.

Om de afstand van 402mm (in het ergste geval) te overbruggen is een stuk stevig materiaal vereist. Om te berekenen welk profiel, en welke afmetingen van dit profiel, het beste deze taak kunnen vervullen, is een overzicht gemaakt van meerdere profielen. In dit overzicht is uitgegaan van een inklemming aan de kant van de bodem en een puntbelasting op het uiteinde. De profielen die zijn



**Figuur 23.** A: H profiel B: POM geleider en statief C: Ingeklapt statief met dak

berekend zijn: U profiel, Omega profiel, I profiel, H profiel en T profiel (Bijlage H). Uit het overzicht blijkt dat een I profiel, bij gelijksoortige afmetingen, de minste doorbuiging ondergaat en dus als sterkste profiel kan worden omschreven. Nu bestaan er geen, en anders zijn ze onvindbaar, I profielen met dusdanige kleine afmetingen. Daarom moet er gekeken worden naar de overige opties. Los van de stijfheid is het H profiel een goede kandidaat voor het vormen van een geleider in deze situatie. Waar de benen van de “H” voor weinig wrijving zorgen, wanneer ze over POM materiaal glijden, zo biedt het bovenste gedeelte van de “H” een ideale ruimte voor het ingeklapte statief. Hiervoor zullen de afmetingen van beide aluminium profielen goed op elkaar moeten worden afgesteld.

Aangezien de breedte van het gekozen H profiel 23 mm bedraagt en de lijfdikte 1,5 mm is, blijft er in het midden 20 mm over voor het U profiel van het statief. Voor een soepele geleiding tussen deze twee aluminium onderdelen is lichte opschuring aan beide oppervlaktes wenselijk. De hoogte van het H profiel is 32 mm. Het POM onderdeel dat als rail fungeert heeft de afmetingen 30 x 10 (breedte x hoogte). De uitsparingen voor het H profiel zijn 6 mm diep.

Het H profiel loopt met de “benen” over een rail, welke vervaardigt is uit POM. Om het profiel gemakkelijk te laten glijden over het POM is enige speling vereist. Aangezien de lijfdikte 1,5 mm bedraagt moet uit het POM een gleuf van  $1.5 > x < 1.6$  mm worden gefreest.



**Figuur 24.** Stukje POM op het uiteinde om het H profiel in te klemmen (zijaanzicht)

Wanneer de steun wordt uitgetrokken buiten de bodem zal op een gegeven moment, door het gewicht van steun en flitskop, het uiteinde naar beneden willen. Dit houdt ook in dat het andere uiteinde, welke nog op de bodem rust, omhoog zal willen. Om dit tegen te gaan is een aluminium U profiel over het geheel heen geplaatst. Dit zorgt er ook voor dat de steun in uitgeschoven positie stabiel blijft en als het ware ingeklemd is. De afmetingen van het U profiel, dat als dak fungeert, zijn: 30 x 30 x 2 (lengte x breedte x dikte). De lengte van het U profiel wordt bepaald door de hoek waaronder de steun de bodem verlaat, zoals omschreven in detail 2. Voor de linkersteun is de ruimte binnenin de bodem:

$$\frac{496}{\cos(10^\circ)} = 532.53 \text{ mm}$$

Aangezien het U profiel, aan de achterzijde, niet afgeschuind zal worden en ook niet volledig tegen de zijkant aan zal worden gezet is de lengte van het U profiel voor de linkerkant gesteld op 520 mm. Deze lengte wordt dan automatisch ook gehanteerd voor de POM rail en het H profiel voor de linkerkant.

Voor de rechtersteun is de ruimte binnenin de bodem:

$$\frac{496}{\cos(11^\circ)} = 504.84 \text{ mm}$$

Voor de rechterkant is de lengte van het U profiel, en dus ook voor de POM rail en het H profiel, gesteld op 500 mm.

Om deze inklemming zo stabiel mogelijk te maken moet het gedeelte van het uitschuifbare H profiel wat binnen de bodem blijft, voorzien worden van een stukje materiaal wat de overige ruimte tussen het H profiel en het dak opvult. Door dit stukje materiaal op het H profiel te bevestigen zal het volledig in- en uitschuiven van de steun stabiel worden, aangezien het stukje materiaal de hele rail doorloopt. De totale hoogte van de POM rail en het U profiel dat als dak fungeert is 40 mm. De hoogte van het POM onderdeel wordt als volgt berekend:

40 mm	(hoogte POM rail + U profiel)
- 2 mm	(dikte U profiel)
- 16.75 mm	(onderste gedeelte H profiel, inclusief middenrif)
- 4 mm	(dikte POM rail – 6 mm uitsparing)
= 17.25 mm	

De breedte van het POM onderdeel zal de bekende 20 mm bedragen. De lengte is echter afhankelijk van de hoek waaronder de steun de bodem verlaat en de totale lengte van de steunen.

De lengte van de steunen is niet hetzelfde als de lengte van de U profielen, aangezien aan het uiteinde van elk U profiel een blokkering is aangebracht. Deze blokkering moet de steun behoeden voor doorschieten bij het inschuiven. Deze blokkering bestaat simpelweg uit een M4 bout, welke dwars door het U profiel is bevestigd. Hierdoor zal het H profiel 8.3 mm korter zijn. Bovendien is het U profiel afgeschuind, terwijl het H profiel dit niet is. Het H profiel loopt tot aan de korste zijde van het U profiel, waardoor het linker H profiel nog:



$$\frac{\tan(12)}{30} = 11.7 \text{ mm korter wordt.}$$

Het linker H profiel krijgt dus een lengte van:  $520 - 8.3 - 11.7 = 500$  mm. Het stukje POM bovenop het H profiel krijgt een lengte van:  $500 - 403.36 = 96.64$  mm.

Het rechter H profiel loopt ook tot de kortste zijde van het rechter U profiel:

$$\frac{\tan(13)}{30} = 5.7 \text{ mm.}$$

Het rechter H profiel krijgt dus een lengte van:  $500 - 8.3 - 5.7 = 486$  mm. Het stukje POM bovenop het rechter H profiel krijgt een lengte van:  $486 - 381.32 = 104.68$  mm.

Er is gekozen voor POM omdat dit, dankzij haar vettige gehalte, zorgt voor een soepele geleiding tegenover metaal. Tegelijkertijd is POM erg geschikt om drukkrachten op te vangen, wanneer het POM, door het gewicht van de flitskop, omhoog tegen het aluminium U profiel wordt aangedrukt.



**Figuur 25. De verdeelde belasting op het stukje POM (zijaanzicht)**

## 5.6 – Frame

De scharnieren moeten ergens op rusten en sowieso moet er een frame zijn wat het geheel van de foto opstelling bij elkaar houdt. Dit frame bestaat uit een bodemplaat en een zestal poten, die de scharnieren ondersteunen. De materiaalkeuze was ingewikkeld; aluminium is sterk en lichtgewicht en kan dus een solide frame garanderen. Kunststof is lichtgewicht en ook sterk genoeg, mits er goed gekeken wordt naar belasting en afmetingen. Beide opties zijn echter moeilijk te verkrijgen, in de zin dat je het niet kant en klaar in de bouwmarkt af kan halen. Helemaal de kunststof onderdelen zullen specifieke afmetingen vereisen, wat hoge kosten en levertijden met zich meebrengt. Ook al is aluminium wel eenvoudig te verkrijgen, toch is besloten het frame van hout te maken. Ondanks dat het toepassen van hout meer gewicht met zich meebrengt, is het veel gemakkelijker te bewerken en te monteren. En aangezien er direct naar een prototype wordt toegewerkt is de maakbaarheid ook van belang. Het frame bestaat uit:

- een bodemplaat van 6 mm dik multiplex met de afmetingen 496 x 496 (lengte x breedte).

-een zestal houten poten van 30 x 40 (lengte x breedte) waar de scharniersteunen op rusten.

-vier kunststof stroken, van 68 mm hoog, welke als zijkant fungeren en de binnenzijde afdekken.

De houten poten worden bovenop de bodemplaat vastgeschroefd en de hoogte van deze poten verschilt per zijkant. De minimale hoogte is 40 mm. Drie poten hebben een hoogte van 40 mm en de overige drie poten hebben een hoogte van 48 mm, dankzij het benodigde hoogteverschil voor de scharnieren.

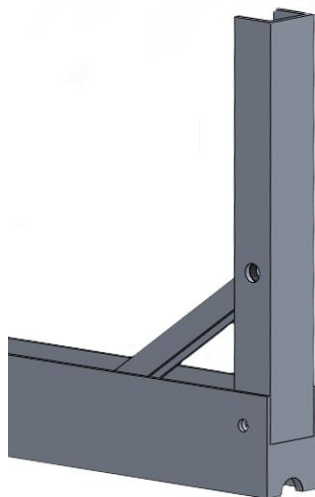
In figuur 10 staan de houten poten blauw gemarkeerd. Duidelijk te zien zijn de twee schuine richtlijnen, welke de positie van de POM rail, en dus de uitschuifbare steunen, aangeven. Minder duidelijk te zien is dat de achterste twee poten 2 mm uit de kant staan gepositioneerd. Deze 2 mm zijn vrijgelaten voor de aluminium strips, die de achterkant van de fotostudio op hun plaats houden (zie detail 8).



Figuur 26. Bodemplaat met zes poten (bovenaanzicht)

De twee uitsparingen linksonder en rechtsboven zijn onderdeel van de handvatten van de steunen. Wanneer de steunen ingeschoven zijn is het lastig deze uit de rail te trekken, omdat de steun niet buiten de bodem steekt. Hiervoor is het uiteinde van het H profiel, dat als uitschuifbare steun dient, van de onderkant dichtgemaakt. Hier kan precies een vinger achter gestoken worden om de steun eenvoudig uit te schuiven. De uitsparingen in de bodemplaat bieden de vingers de ruimte om deze

beweging uit te oefenen. De uitsparing heeft een breedte van 20 mm, wat overeen komt met de breedte van de binnenkant van het H profiel. De lengte van de uitsparing is gesteld op 30 mm, aan de langste zijde, zodat een vinger er eenvoudig achter te plaatsen is.



Figuur 27. Uiteinde H profiel met dichte onderkant

De zijkanten van het frame zijn van zwart kunststof en hebben een dikte van 2 mm, een hoogte van 68mm en een lengte van 500 mm. De uiteinden van de zijkanten zijn in verstek gezaagd (45 graden), zodat de delen mooi op elkaar aansluiten in de hoeken. De linker- en rechterzijde zijn niet geheel rechthoekig, aangezien er stukken uitgezaagd moeten worden waar de steunen het frame verlaten. Zie bijlage I voor de maattekeningen van de zijkanten. De zijkanten worden tegen de houten poten aangeschroefd met een zwarte schroef. De gaten worden voorgeboord en vervolgens verzonken, zodat het frame een afgewerkt geheel wordt.

## 5.7 – Softbox namaken

Vanwege de vreemde hoek waaronder de linker flitskop staat ten opzichte van de foto opstelling, is het lastig om een softbox goed aan te laten sluiten op de studio. Een standaard softbox heeft namelijk een piramide-achtige vorm, waarbij de punt van de piramide op de flitskop wordt bevestigd met behulp van een metalen ring. De “bodem” van de piramide wordt tegen de zijkant van de studio geplaatst, wat bij de rechterkant ook geen problemen oplevert. Aan de linkerkant zal echter een grote kier ontstaan, veroorzaakt door de hoek waaronder de flitskop is gepositioneerd. De functie van een softbox is het geleiden van het licht naar de studio en het te fotograferen object. Wanneer een softbox niet perfect aansluit zal veel licht verloren gaan, wat de kwaliteit van de foto omlaag haalt. Fotograaf Richard van Dijk lost dit probleem op dit moment op door groot, zwart doek over de fotostudio heen te hangen. Deze oplossing is echter niet favoriet.

Om het licht van de flitskoppen in zijn totaliteit naar de fotostudio te geleiden is het belangrijk dat de vorm van de softbox zo wordt aangepast dat deze perfect tegen de studio aan kan worden gezet. Daarbij is het wenselijk om een vaste verbinding tussen de softbox en de zijkant van de studio te creëren, zodat het licht ook niet weg kan via eventuele kieren of ruimtes tussen softbox en studio.

Een vaste, of losneembare, verbinding tussen de softbox en de fotostudio maken, welke het inklappen van de opstelling niet belemmert, kan op meerdere manieren. Enkele ideeën zijn:

1. Een ijzeren rand aanbrengen om de zijkant van de fotostudio. Vervolgens moeten in de randen van de softbox kleine magneetjes ingenaaid worden. Hierna kan de softbox eenvoudig tegen de zijkant van de fotostudio bevestigd worden en ook eenvoudig weer verwijderd worden. Na verwijdering wordt de softbox opgevouwen.
2. Een elastieken rand aan de softbox maken, zodat de softbox als het ware over de zijkant heen wordt getrokken. Op de zijkant van de fotostudio, of op de boven- en onderkant, kunnen op de vier hoeken bevestigingspunten worden geplaatst. Hierdoor zal het elastiek er niet ongewenst van af schieten. Na verwijdering wordt de softbox opgevouwen.
3. Het aanbrengen van een metalen profiel rondom de zijkant van de fotostudio. De randen van de softbox worden voorzien van een kleine pees, welke in de stof wordt genaaid. De pees kan in het profiel worden geschoven waardoor een stevige, vaste verbinding ontstaat welke wel kan scharnieren. Dit scharnieren is noodzakelijk omdat de softbox uit vier losse delen wordt gemaakt. Deze losse delen kunnen aan elkaar worden bevestigd door middel van klittenband.

Na het heroverwegen van bovenstaande opties en overleg met de opdrachtgever viel optie 1 af. Het gebruik van magneetjes in de fotografiewereld wordt niet toegejuicht, aangezien magneetjes geen positieve invloed uitoefenen op geheugenkaartjes. Het zou een ramp zijn wanneer belangrijke foto's aangetast of onbruikbaar worden door het de aanwezigheid van magneten. Optie 2 is in theorie een werkbare oplossing, maar zal in de praktijk minder functioneel zijn dan gewenst. Door het gebruik van elastiek is de softbox vermoedelijk moeilijk te positioneren. Het elastiek zal ook wijder worden naarmate de tijd vordert. Daardoor is besloten optie 3 uit te gaan werken. Optie 3 geeft de zekerheid dat geen enkel licht kan ontsnappen tussen de softbox en fotostudio. Daarnaast is het voor de duurzaamheid van de verbinding ook beter wanneer dit een vaste betreft. Het veelvuldig los- en vastmaken van een verbinding zal meer slijtage met zich meebrengen.



Figuur 28 a. Standaard softbox



b. Bevestiging softbox op flitskop

Door de softbox eigenhandig te maken kunnen de afmetingen zelf bepaald worden, en kan de linkersoftbox zo ontworpen worden dat hij aansluit op de zijkant van de studio. Het zelf maken van een softbox is echter ingewikkelder dan verwacht. Via internet zijn veel goedkope, inklapbare softboxen te verkrijgen, waarvan de kwaliteit echter te wensen over laat. Een softbox bestaat doorgaans uit:

- Een zwarte buitenkant, gemaakt van textiel
- Een reflecterende binnenkant (ook vaak gemaakt van textiel)
- Een frame, welke het textiel op zijn plaats houdt en de softbox stevigheid geeft

Het frame kan er verschillend uitzien. Sommigen softboxen hebben vier losse ribben, die door de gebruiker in de hoeken geplaatst moeten worden om de softbox op te zetten. Andere softboxen zijn inklapbaar en hebben dus scharnierende ribben. Bij de goedkope, chinese inklap variant bestaan de ribben uit een materiaal wat de softbox net genoeg stevigheid biedt om open te blijven staan, maar wel dusdanig flexibel is dat het gebogen kan worden. Aangezien het huidige ontwerp vier delen bevat die van elkaar losgemaakt kunnen worden, zijn er twee mogelijkheden:

1. De vier delen moeten dusdanig stevig van zichzelf zijn dat er geen extra ribben nodig zijn.
2. De vier delen mogen losse stukken stof zijn, welke opgespannen worden aan vier aparte ribben.

Voor beide opties valt iets te zeggen. Echter zal het plaatsen van de vier losse ribben, en het bevestigen van de stukken stof aan deze ribben, meer werk met zich mee brengen dan optie 1. In het oogpunt van een zo hoog mogelijk gebruiksgemak is daarom gekozen de vier delen een dusdanige stevigheid mee te geven dat ribben niet nodig zijn.

Door ieder softbox-deel op te bouwen uit:

- Een zwart stuk textiel (buitenkant)
- Een dunne plaat kunststof (body)
- Een reflecterend stuk textiel (binnenkant)

kan een stevige constructie worden gebouwd. Het gebruik van textiel heeft tevens de voordelen dat de pees eenvoudig in de stof kan worden verwerkt, net zoals dat het klittenband eenvoudig aan het

textiel is vast te naaien. Een ander argument om textiel te gebruiken in plaats van alleen hout, kunststof of een ander plaatmateriaal is het uiterlijk. Softboxen worden altijd gemaakt van textiel, waardoor de ontworpen softbox ook beter thuis zal horen in de fotografiwereld dan wanneer deze was vervaardigd uit enkel plaatmateriaal. Daarnaast kan textiel de warmte binnenin de softbox beter afvoeren dan wanneer er een volledig gesloten plaatconstructie omheen zit.

De tekeningen van de softbox onderdelen staan in bijlage J.

### 5.8 – Bevestiging softbox op frame

De plexiglas zijanten moeten dus voorzien worden van een metalen rand waarop een profiel zit, waar een pees doorheen kan. Voor dergelijke toepassingen bestaan caravan- of touwprofielen, welke gebruikt worden door kampeerders en caravanbezitters. Dergelijke profielen bestaan echter niet in de gewenste kleine afmetingen. Daarnaast is het wenselijk dat de profielen van aluminium zijn gemaakt om het ontwerp zo lichtgewicht mogelijk te houden. Uiteindelijk is de oplossing gevonden in een tochtstrip. Een tochtstrip wordt normaliter gebruikt om deuren of ramen af te sluiten, zodat er geen tocht naar binnen kan. Een tochtstrip bestaat uit een aluminium profiel, waarin een rubber afdichtstrip is bevestigd. Door dit rubber te verwijderen blijft een aluminium strip over welke de gewenste eigenschappen bevat.

De aluminium profielen worden op de juiste lengtes gezaagd, aan elkaar gelast en vervolgens wordt, door de profielen vast te lassen op het scharnierdeel (aluminium tentprofiel), een solide frame verkregen. Dit frame zal in zijn geheel worden vastgelijmd op het plexiglas met twee componenten lijm, welke speciaal is ontwikkeld voor het lijmen van metalen op plexiglas (acrylaat). Aangezien het tentprofiel dikker is dan de tochtstripprofielen wordt de onderste 16 mm van de plexiglas plaat een millimeter uitgediept met de bovenfrees. Op deze manier kan de plexiglas plaat stevig en spanningsloos op het aluminium frame worden gelijmd.



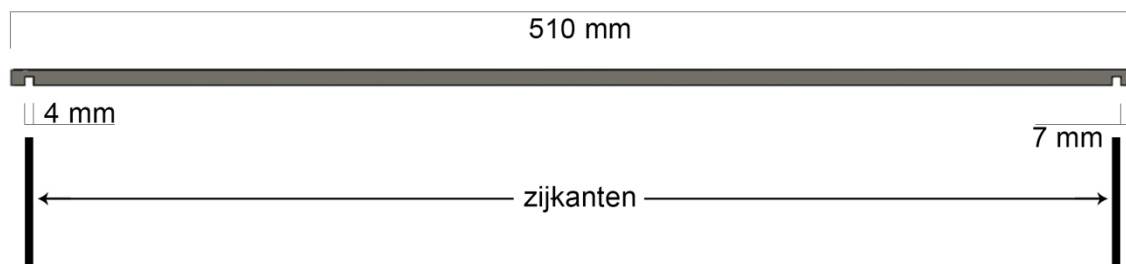
Figuur 29 a. Tochtstrip

b. Tochtstrip profiel met pees

### 5.9 – Boven-achterkant

Om de fotostudio af te dichten is er ook een bovenkant en een achterkant nodig. De bovenkant en achterkant zijn aan elkaar verbonden door middel van een pianoscharnier. Op deze manier zijn deze twee onderdelen tegen elkaar aan te klappen, waardoor ze eenvoudig opgeborgen kunnen worden. Het scharnier biedt de achterkant tevens de benodigde stabiliteit.

De bovenkant wordt gemaakt van 10 mm dik foamboard. Er wordt foamboard gebruikt omdat dit erg lichtgewicht is en toch erg stevig en vormvast is van zichzelf. De lage dichtheid van foamboard is gunstig, aangezien de bovenkant een minimale dikte van 10 mm nodig heeft. De bovenkant stabiliseert namelijk de twee plexiglas zijkanten, omdat deze in twee uitsparingen worden geplaatst. Deze uitsparingen in de bovenkant hebben een diepte van 5 mm, waardoor de bovenkant precies over de zijkanten heenvalt. De uitsparing zelf is 4 mm breed, aangezien de plexiglas plaat (3 mm) en het aluminium tochtprofiel (1 mm) erin moeten passen. Aangezien de breedte van de bovenkant niet groter mag zijn dan 510 mm, in verband met de afmetingen van de koffer waar de opstelling uiteindelijk in moet passen, worden de uitsparingen op 7 mm van de rand uitgefreesd.



Figuur 30. Dwarsdoorsnede bovenkant

De lengte van de bovenkant bedraagt ook 510 millimeter. De uitsparing is, vanaf de achterkant gezien, slechts 492 mm lang. Hierdoor kan de bovenkant niet naar achteren bewegen, waardoor de achterkant van de fotostudio stevig op zijn plaats blijft.

Aangezien de achterkant stevig op zijn plaats moet blijven zitten, vanwege eventuele krachten die van binnenuit op de achterkant werken, is het ook van belang dat de achterkant aan de onderzijde wordt ondersteunt. Om dit te bereiken worden twee aluminium strips van 30 mm breed in verticale positie op de achterkant van het frame geplaatst en bevestigd aan de achterste poten. De strips bereiken een maximum hoogte van 68 mm, zodat ze niet boven het frame uitsteken. Aangezien de bodemplaat 6 mm dik is, hebben de aluminium strips een lengte van 62 mm.

De achterkant zelf wordt gezaagd uit een 4 mm dikke zwarte, kunststof plaat. De aluminium strips en de bevestiging, via een pianoscharnier, aan de bovenkant van de fotostudio zorgen ervoor dat de achterkant strak tegen de zijkanten wordt gedrukt. Hiervoor moeten uit het kunststof twee uitsparingen van 2 mm diep worden gefreesd met de bovenfrees, zodat de achterkant achter de aluminium strips gehaakt kan worden.



Figuur 31. 3D en 2D aanzicht van aluminium strip

Om het pianoscharnier mooi te bevestigen op zowel de bovenkant als de achterkant moeten uit beide onderdelen een stuk van 1 mm uitgefreesd worden. Hierdoor zal het pianoscharnier precies in de onderdelen vallen. Het bevestigen van het pianoscharnier op het foamboard wordt gedaan met 12 mm lange M3 boutjes, welke in een verzonken gat worden geplaatst. Het verbinden van de kunststof achterplaat op het pianoscharnier gebeurt met 6 mm M3 boutjes, welke ook in een verzonken gat worden geplaatst. Hierdoor zal de boven-achterkant zo weinig mogelijk ruimte innemen in ingeklapte toestand.

### 5.10 – Studiobodem

Het te fotograferen product staat op een plaat met de afmetingen 484 x 492 (lengte x breedte). De bodemplaat van het frame heeft de afmetingen 496 x 496.

De breedte van de studiobodem:

$$\begin{aligned} & \text{Breedte frame} - (2 \text{ keer de dikte van de zijkant}) - (2 \text{ keer de dikte van skai}) \\ & 496 - (2 \times 4) - (2 \times 1) \\ & = 484 \text{ mm} \end{aligned}$$

De lengte van de studiobodem:

$$\begin{aligned} & \text{Lengte frame} - \text{de dikte van de achterkant} \\ & 496 - 4 \\ & = 492 \text{ mm.} \end{aligned}$$

De studiobodem moet uiteraard horizontaal geplaatst worden, zodat het te fotograferen product ook horizontaal staat. Hiervoor moet de studiobodem het verschil in hoogte van de scharnieren opvangen, om vervolgens op de poten te steunen. Doordat het hoogteverschil al 8 mm bedraagt moet de studiobodem minimaal 10 mm dik zijn, zodat ook boven het scharnier zelf nog 2 mm materiaal zit.



**Figuur 32. Studiobodem met uitsparingen**

Het materiaal dat gebruikt wordt voor de studiobodem is wederom foamboard, vanwege haar lage dichtheid. Foamboard is echter ook een beetje zacht en glad, waardoor het minder geschikt is om producten een stevige en stabiele ondergrond te bieden. Om de studiobodem de gewenste oppervlakteruwheid te geven, zodat het product niet gaat schuiven, wordt het foamboard omlegt met kunstleer (skai). Dit skai werd in de vorige opstelling ook gebruikt, waardoor de oppervlakteruwheid overeen komt met het vorige model. De voordelen van het, speciaal ingekochte, skai zijn dat het wit van kleur is, een lange levensduur heeft, eenvoudig schoon te maken is en de grove structuur heeft die we kennen van echt leer.

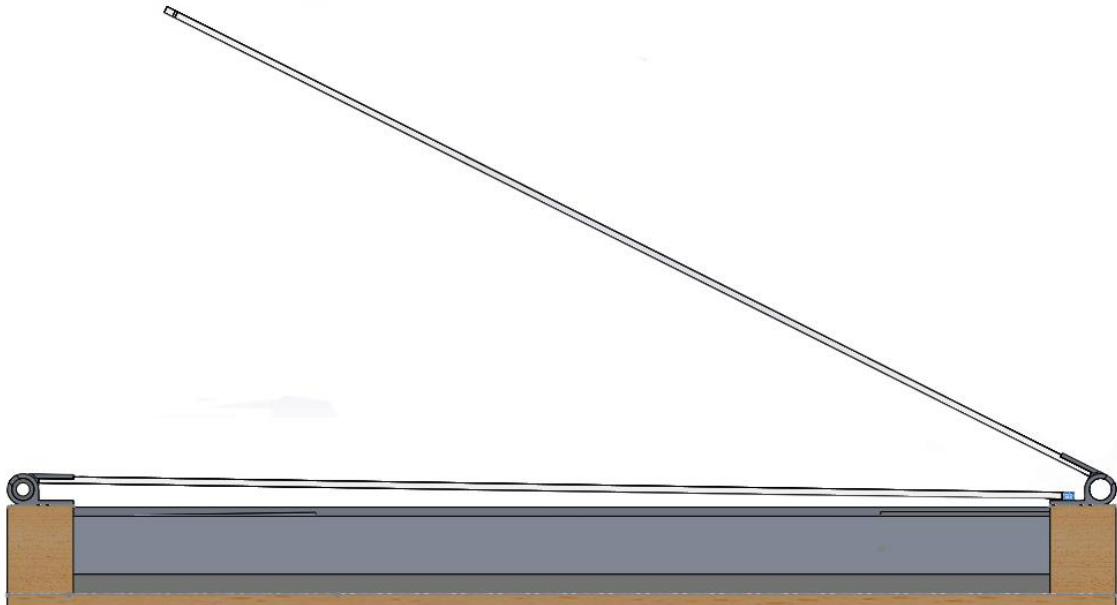
### 5.11 – Gewicht en hoogte besparen

Het gewicht van de flitskoppen en de te overbruggen afstand van frame tot flitskop bepalen de afmetingen van het H profiel. De afmetingen van het H profiel bepalen uiteindelijk de hoogte van het totale railsysteem, wat de hoogte van de poten en dus het frame bepaald: 68 mm. Bovenop het frame komt de ingeklapte boven-achterkant te liggen: 14 mm. Dan blijft er nog 8 mm over, in theorie, voor de studiobodem, aangezien de ruimte in de koffer slechts 90 mm hoog is. In de praktijk zal deze 8 mm naar verwachting nog minder zijn. Hieruit is geconcludeerd dat de studiobodem herontworpen moet worden om hem dunner te krijgen. De studiobodem is het meest logische onderdeel om aangepakt te worden. De hoogte van het frame is namelijk al minimaal, mede door de vereiste 40 mm voor de railsystemen. De boven-achterkant heeft de hoogte ook nodig, omdat de bovenkant over de zijkanten heen valt. Dit is cruciaal voor de stabiliteit van de fotostudio zelf.

De dikte van de studiobodem is niet direct nodig om doorbuiging te voorkomen, maar is meer om het hoogteverschil, doordat de scharnieren op verschillende hoogtes gemonteerd zijn, op te heffen. Om de studiobodem dunner te maken wordt dus afgestapt van dit hoogteverschil. Door de scharnieren op dezelfde hoogte te positioneren:

- kunnen de poten aan een zijde 8 mm korter worden
- hoeft de studiobodem geen hoogteverschil meer op te vangen
- vallen de zijkanten op elkaar, in plaats van boven elkaar
- krijgen de zijkanten dezelfde lengte, in plaats van dat een zijkant 8 mm korter was
- is de studiobodem eenvoudiger te fabriceren, doordat de vorm minder ingewikkeld is

Door de scharnieren op dezelfde hoogte te plaatsen worden dus op twee plaatsen hoogte bespaard: in het frame (kortere poten) en in de studiobodem (afname in dikte). Doordat de poten nu op dezelfde hoogte worden gesteld vallen de zijkanten niet meer horizontaal over elkaar heen. De



Figuur 33. Zijkant valt op scharniersteun



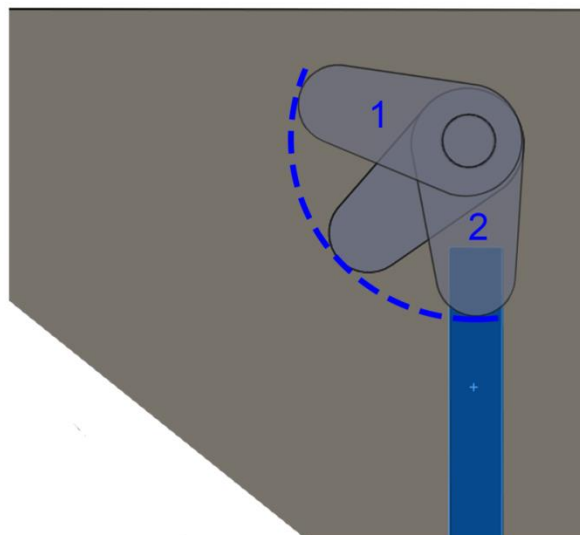
zijkant die als eerste wordt ingeklapt valt schuin naar beneden en rust op de scharniersteun, 12 mm lager dan het hoogste punt van de cilinder. De tweede zijkant rust nu, in ingeklapte toestand, op de cilinder van het andere scharnier en staat dus licht schuin omhoog. Hierdoor wordt weer een aantal millimeter verloren aan hoogte, omdat de zijkanten niet meer volledig horizontaal liggen. Daarom zijn de zijkanten van het frame op 68 mm blijven staan, zodat de zijkanten wel binnen het frame blijven vallen.

De studiobodem is gemaakt van 4 mm dik multiplex. In bijlage K staat een berekening van een situatie wanneer een product van 700 gram op de plaat staat, terwijl de zijkanten gefixeerd zijn. Hieruit blijkt dat een 4 mm plaat de krachten van het te fotograferen product eenvoudig op kan vangen met een maximale doorbuiging van 1.4 mm. Hierbij zijn de parameters erg veilig gekozen, zodat de doorbuiging deze waarde waarschijnlijk niet eens zal halen.

## 5.12 – Blokkering

De bovenkant, gemaakt van foamboard, zakt over de zijkanten heen, waardoor deze vast komen te staan. Dit zorgt voor een stevige fotostudio, omdat de zijkanten zo niet naar buiten geduwd kunnen worden of onverwacht naar binnen vallen. De achterkant kan niet achter worden geduwd, omdat deze vast zit, via een pianoscharnier, aan de bovenkant. De bovenkant zelf kan ook niet naar achter worden bewogen omdat de zijkanten, gepositioneerd in de uitsparing in de bovenkant, dit tegenwerkt. De enige beweging die nog niet verhinderd is, is een omhooggaande beweging van de bovenkant. Nu is dit ook de noodzakelijke beweging om de fotostudio te demonteren. Toch kan het, in theorie, gebeuren dat een kracht van binnenuit de fotostudio omhoog duwt tegen de bovenkant, met alle gevolgen van dien. Om dit tegen te gaan is er een slot of blokkering vereist, welke de bovenkant op zijn plek houdt in een dergelijke situatie. Deze blokkering moet echter wel eenvoudig te verwijderen zijn door de gebruiker, om het op- en afbouwen van de foto-opstelling niet in de weg te staan.

De oplossing ziet er als volgt uit: doordat de bovenkant van de studioruimte langer is dan de zijkant, blijft er aan de voorkant enige ruimte over. Deze ruimte kan gebruikt worden om een blokkering aan te brengen. De blokkering bestaat uit een metalen ovaalvormig ringetje, welke om zijn as kan draaien. Hierdoor kan het vanuit de open positie (stand 1 in figuur 29) eenvoudig worden verschoven naar de blokkerende positie (stand 2). Het blauw gearceerde geeft de uitsparing in de bovenkant weer, waarin de zijkant zal vallen. In de zijkant zelf is een kleine gleuf gezaagd, waar de blokkering inschuift.



Figuur 34. Bovenkant met een ovaalvormige blokkering met 2 posities (onderaanzicht)

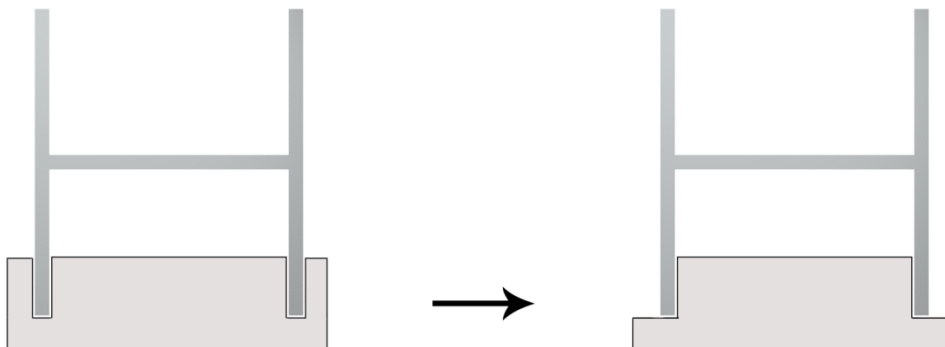
De blokkering moet kunnen draaien en daarom is er een as nodig, waarmee de blokkering aan de bovenkant is bevestigd. Een gat van 5 mm wordt door de foamboard bovenkant geboord, waar vervolgens een boeschroef met afmetingen 12 x 5 (lengte x diameter) wordt gedaan. Een boeschroef bestaat uit een schroef en een busje, waar binnenin ook schroefdraad zit. Het voordeel hiervan is dat beide kanten een kop hebben en er dus geen scherpe uiteinden zijn.



Figuur 35. Boeschroef

### Aanpassing

In overleg met het personeel in de werkplaats is de POM rail herontworpen. Het eerste ontwerp bestond uit een rechthoekige staaf waaruit op twee plaatsen een spie is uitgefreesd, waar de “benen” van het H profiel doorheen lopen. Dit is echter moeilijk te produceren aangezien het om een hele dunne spie gaat (1.5 mm) en ook een redelijk diepe (6 mm). Hierom is geadviseerd de POM rail aan de zijkanten dezelfde hoogte te geven als de spie, waardoor het veel eenvoudiger te bewerken is. Voor de werking van de rail heeft het verder geen gevolgen, aangezien het H profiel aan de binnenkant van de “benen” begeleid wordt.



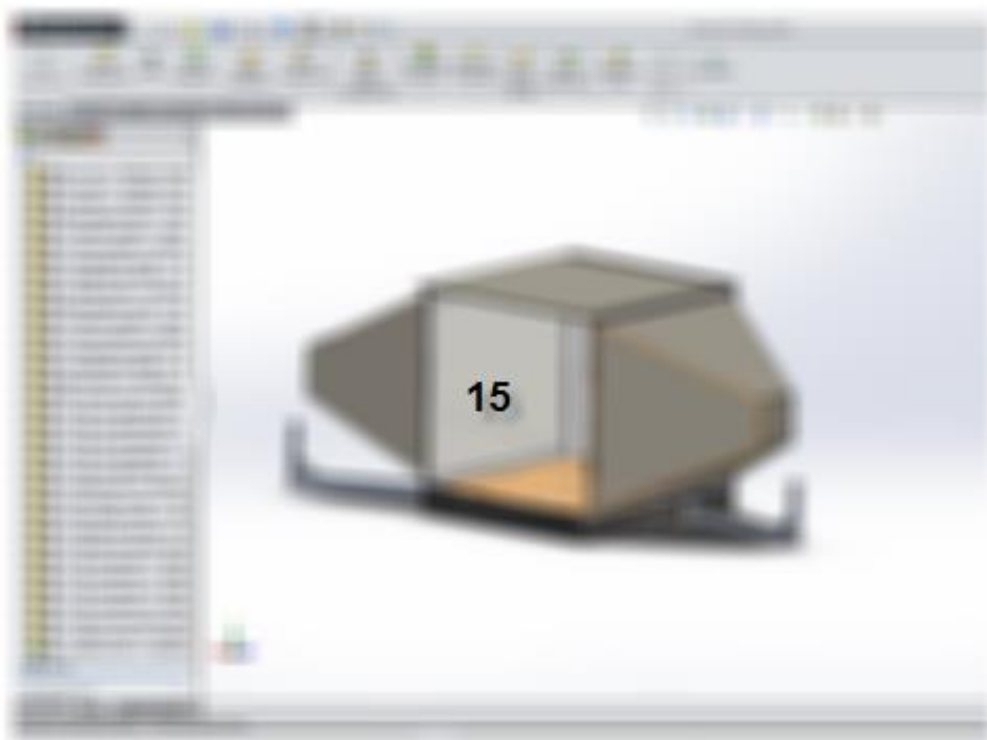
Figuur 36. Herontwerp POM rail

## 6. Prototype

Om van het detailontwerp naar een volledig werkend prototype te komen zijn nog enkele stappen vereist. Zo is het gebruikelijk het ontwerp eerst te modelleren in Solidworks of een soortgelijk programma. Vervolgens moeten alle benodigde onderdelen ingekocht worden. Wanneer de benodigde onderdelen bekend zijn, kan een werkplaatsvoorbereiding gemaakt worden. Hiermee kan vervolgens in de werkplaats de onderdelen bewerkt en de foto-opstelling geassembleerd worden.

### 6.1 – Modelleren

Het modelleren van het detailontwerp is een tijdrovend proces. Tijdens het modelleren worden onbesproken details zichtbaar of spelen juist problemen op die nog niet voorzien waren. Dit komt doordat het simuleren alle onderdelen samenvoegt, terwijl in het detailontwerp veel in stukjes wordt bedacht, berekend en ontworpen.



Figuur 37. Solidworks model

Handig aan Solidworks is onder andere het zichtbaar maken van het ontwerp. Daarbij bevat Solidworks handige functies. Door bijvoorbeeld alle onderdelen een materiaal te geven, kan eenvoudig berekend worden wat het gewicht van het specifieke onderdeel bedraagt. Hierdoor ontstaat vroegtijdig een duidelijk beeld over gewicht en welke onderdelen het zwaarst wegen. Voordat het model in Solidworks was gemodelleerd is aan de hand van afmetingen en dichtheid geprobeerd in te schatten hoeveel elk onderdeel gaat wegen. Door hier een tabel van te maken is ingeschat wat het totale gewicht van het model gaat worden (bijlage L). Hier worden echter sneller fouten gemaakt dan bij het gebruik van Solidworks. Hierdoor is ook ontdekt dat de plexiglas zijanten een behoorlijk hoog gewicht hebben, wanneer de dikte 4 mm bedraagt. Met de afmetingen 463 x 491 (lengte x breedte) weegt een 4 mm plexiglas zijkant ongeveer 1.0 kg, terwijl een 3 mm plaat ongeveer 750 gram weegt. Omdat er twee zijanten nodig zijn betekent dit al een verschil van halve kilogram. In overleg met de opdrachtgever is besloten de zijanten van 3 mm dik plexiglas te

maken, met als belangrijkste reden gewichtsbesparing. Het vorige model was ook voorzien van 3 mm plexiglas zijkanten en dit was voldoende stevig, zo heeft de fotograaf bevestigd.

Doordat eenvoudig het gewicht van onderdelen bepaald kan worden, met behulp van Solidworks, is het ook erg gemakkelijk om opties te vergelijken. De bodemplaat van het frame, bijvoorbeeld, bestaat nu uit een 6 mm dikke houten multiplex plaat. Maar ook een 2 mm aluminium plaat is overwogen. Hieruit kan afgeleid worden dat de 2 mm aluminium bodemplaat 200 gram zwaarder is dan een 6 mm houten bodemplaat. Aluminium mag dan wel lichtgewicht zijn, het is niet altijd de beste oplossing voor ieder probleem.

## 6.2 – Assembleren

Voordat er geassembleerd kan worden moeten alle onderdelen ingekocht worden. In bijlage M staat een overzicht van alle bestelde onderdelen. De verwachte kostprijs voor het prototype bedraagt 491 euro, wat net onder het budget van 500 euro valt.

In de werkplaats zijn alle onderdelen zo bewerkt dat ze toegevoegd kunnen worden aan de opstelling (zie bijlage N voor een stappenplan voor de werkplaats). Het assembleren van al deze onderdelen is eenvoudig, doordat de werkplaats de ruimte, de mogelijkheden en de begeleiding biedt om het assembleren tot een goed einde te brengen.

Wel traden er enkele problemen op. In de zoektocht naar een gespecialiseerd aluminium lasser werd vernomen dat dergelijk dun aluminium als dat de tochtstrips zijn (1 mm), heel moeilijk te lassen is. Aluminium zelf is al moeilijker te lassen dan bijvoorbeeld staal, maar wanneer het om dergelijke kleine diktes gaat is een vakman vereist. De dichtstbijzijnde en bekwaam geachte aluminium lasser woonde echter op 80 km afstand en was bovendien op vakantie. Hierdoor is afgestapt van het plan de aluminium tochtstrips eerst aan het scharnier te lassen en hierna de plexiglas plaat er op te lijmen. De plexiglas plaat is aan een kant 1 mm uitgediept, zodat het dikkere scharnierdeel er deels invalt. Vervolgens is het plexiglas en het aluminium opgeschuurd, ontvet en van lijm voorzien. Vervolgens zijn de vier onderdelen plat op de plexiglas plaat gelijmd met twee componenten lijm en goed vastgezet met lijmklemmen. De lijm kan een gewicht van 100 kg vasthouden, aldus de specificaties, waardoor het stevig genoeg moet zijn om vier softbox delen vast te houden.

Verder bleek dat de 10 mm POM staf te dik bleek te zijn om door de scharnieren heen te doen. Na enig onderzoek bleek dat voor een soepel scharnier een staf met dikte 8 tot 8,5 mm het beste is. Door tijdgebrek zijn de POM onderdelen niet meer op de juiste diameter gedraaid met de draaibank, maar zijn 8 mm dikke houten staven gebruikt. Deze lagen bij toeval in de werkplaats en bleek hun werk uitstekend te doen.



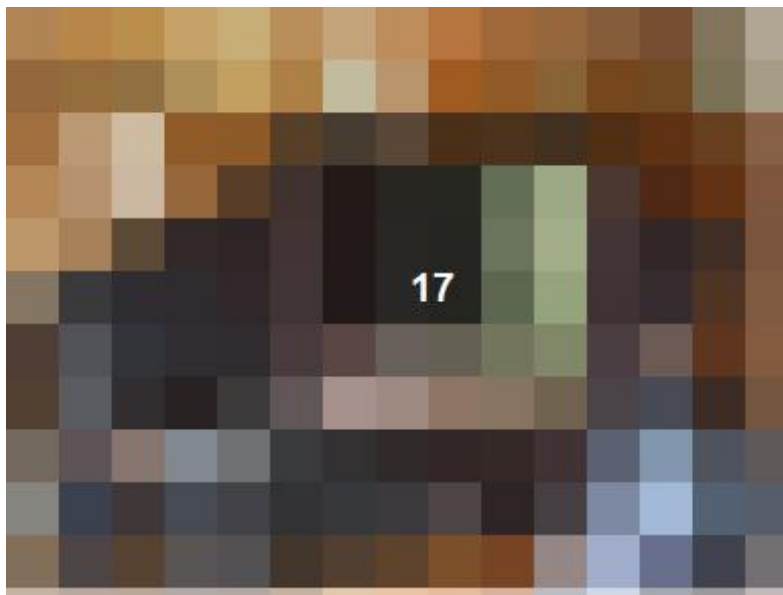
Figuur 38. Prototype

## 7. Testfase

Om het prototype te testen is niemand beter geschikt dan de persoon die de foto opstelling het meest heeft gebruikt en het meest gaat gebruiken: de fotograaf. De fotograaf zal de foto opstelling voor een bepaalde periode in gebruik nemen en zal een terugkoppeling geven over het gebruiksgemak van de foto opstelling, de kwaliteit van de foto's en de stabiliteit.

### 7.1 – Foto's

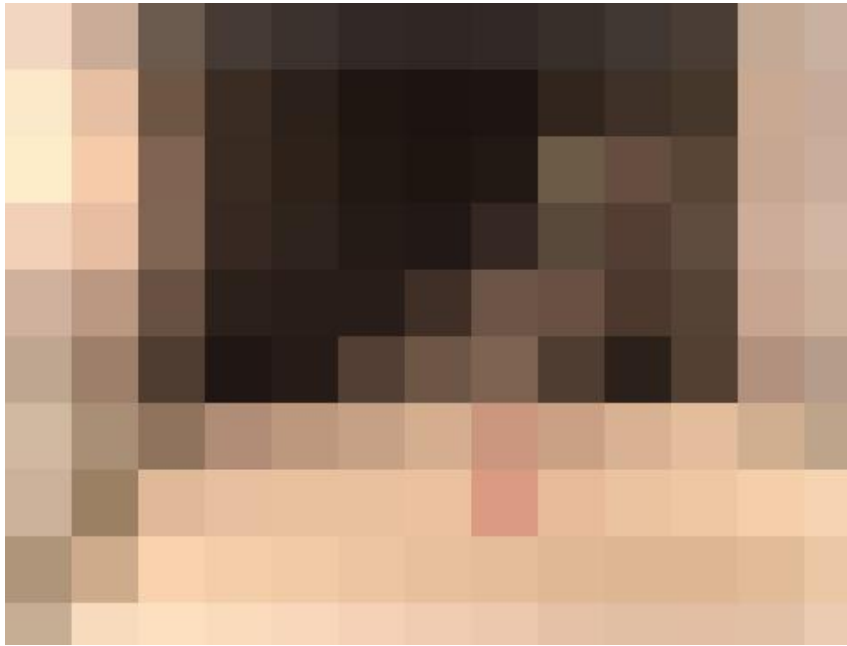
Omdat een foto nu eenmaal meer zegt dan duizend woorden; hieronder enkele foto's van de opstelling in gebruik.



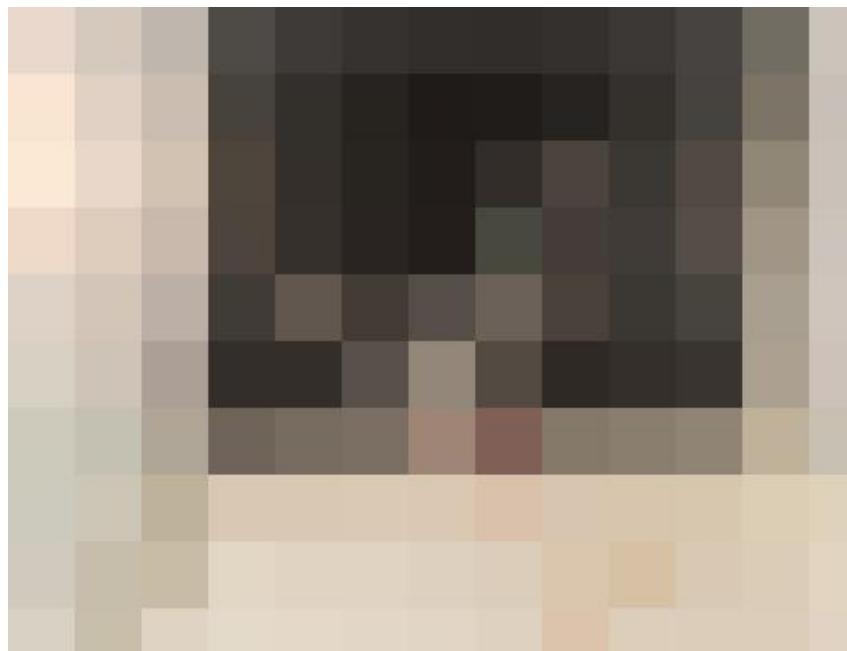
Figuur 39. Opstelling zonder licht



Figuur 40. Opstelling met licht



Figuur 41. Foto 1



Figuur 42. Foto 2

Aangezien de foto opstelling nog niet volledig in gebruik is genomen, zijn er nog geen hoogwaardige productfoto's beschikbaar. Bovenstaande foto's zijn met een telefoon gemaakt en betreffen geen resultaten wat naar klanten geretourneerd wordt. Het is voor nu dus niet mogelijk een vergelijking op te stellen tussen productfoto's van de oude opstelling en de nieuwe opstelling.

## 7.2 – Ervaringen fotograaf

De fotograaf is degene die de nieuwe opstelling het meest gaat gebruiken. Daarom zijn aan hem een aantal vragen gesteld (bijlage O), nadat hij de opstelling in ontvangst heeft genomen. Uit deze antwoorden en verwachtingen van de fotograaf zijn een lijst met opmerkingen en verbeterpunten/aanbevelingen voor een vervolgon ontwerp uitgekomen. Hieronder een samenvattend verslag:

### *Stevigheid*

De foto opstelling is stevig en voelt solide aan, wanneer het eenmaal staat. Dit komt doordat de verschillende delen elkaar goed ondersteunen. Daarbij heerst echter het gevoel dat de bovenkant van de fotostudio de zwakke plek is van het ontwerp. De vraag is dan ook hoe lang deze het vol gaat houden.

### *Compactheid*

Qua compactheid is de nieuwe opstelling, in ingeklapte vorm, dikker dan de oudere opstelling. De oude opstelling had echter nog losse statieven nodig om goed te functioneren. In de nieuwe opstelling zijn deze geïntegreerd, waardoor wel gesproken kan worden van een compact product.

### *Flitslampen en steunen*

De uitschuifbare steunen voor de flitskoppen zijn een goed en innovatief idee, echter voelt het minder stabiel aan dan een standaard statief. Tijdens het fotograferen is hier geen hinder aan ondervonden, maar bij het opbouwen van de foto opstelling wel.

### *Softboxen*

De inklapbare softboxen werken goed en de losse delen zitten stevig in elkaar. Ook is de verbinding tussen de delen, gerealiseerd met klittenband, stevig. Daarentegen lijkt de verbinding tussen de softbox delen en de plexiglas zijkant minder stevig.

### *Gebruiksvriendelijkheid*

De nieuwe opstelling is nu nog heel gebruiksvriendelijk, doordat het op- en afbouwen nog enige routine vereist. Het opbouwen van de boven-achterkant gaat lastig, doordat de zijkanten niet uit zichzelf blijven staan. Ook is de rand aan de voorkant ietwat scherp, waardoor fotograferen met korte mouwen pijnlijk kan zijn.

### *Verwachtingen*

Mijn verwachtingen van de nieuwe opstelling zijn hoog, maar er moeten nog wel enkele verbeteringen worden doorgevoerd. Het idee en het ontwerp is goed, maar de laatste aanpassingen moeten nog doorgevoerd worden.

### *Uiterlijk*

De nieuwe opstelling ziet er beduidend beter uit, alhoewel hij ook minder lang in gebruik is dan de oude opstelling. De nieuwe opstelling past, mijns inziens, in de fotografiewereld op basis van kleuren en materialen.

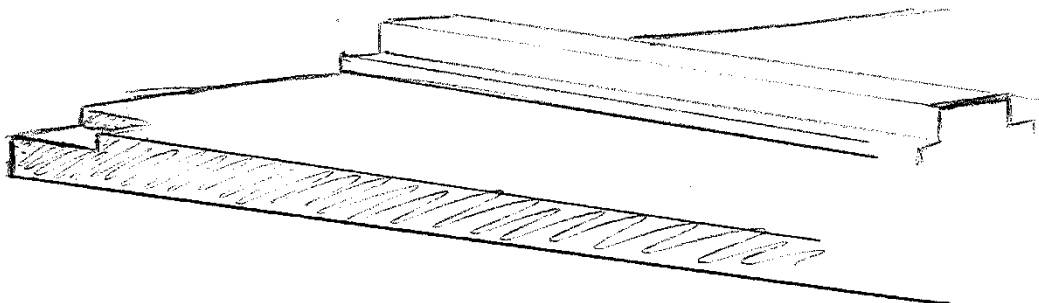
## 8. Massaproduct

Voor het produceren van grote aantallen van de foto opstelling zijn er een aantal aanpassingen vereist. Door grote aantallen te produceren loont het om onderdelen zelf te ontwerpen, in plaats van het gebruiken van standaard onderdelen, zoals bij het bouwen van een prototype gebeurt. Door onderdelen zelf te ontwerpen en te laten produceren kan:

- het aantal onderdelen geminimaliseerd worden, doordat onderdelen zo ontworpen kunnen worden dat meerdere onderdelen nu als een onderdeel samen fungeren. Hierdoor zal het totaal aantal benodigde onderdelen dalen.
- assemblagekosten geminimaliseerd worden. Door het lagere aantal onderdelen hoeven er minder onderdelen geassembleerd te worden. Hierdoor is er minder tijd nodig om alle onderdelen in elkaar te zetten, zoals bij het prototype het geval is. Daarnaast kunnen in de onderdelen standaard klik-, of andere soort, verbindingen inbegrepen zitten, waardoor het assembleren zelf minder tijd kost.
- de kostprijs worden gedrukt. De assemblagekosten zullen dalen door massaproductie, maar ook de productiekosten. Doordat er in grote aantallen geproduceerd kan worden, kan het productieproces geautomatiseerd worden. Ook de materiaalkosten zullen lager zijn, doordat de grote oplage de prijs van het materiaal laag houdt.

### 8.1 – Frame

De houten bodemplaat en de POM rail kunnen uit een stuk kunststof spuitgegoten worden. Hierbij is van belang dat er goed gelet wordt op stijfheid en sterkte van het materiaal. Het kunststof kan ook de rol vertalen van de POM rail. Doordat het product wordt spuitgegoten zal de rail exact recht zijn, in tegenstelling tot het prototype. De POM rail in het prototype is handmatig opgeschuurd, waardoor het H profiel niet overal even strak begeleid wordt door de rail. In de bodemplaat wordt een uitsparing vrij gehouden waar de poten vervolgens in geplaatst worden. Deze uitsparing zorgt ervoor dat de poten op hun positie blijven, niet kunnen draaien en slechts 1 bout nodig hebben om geassembleerd te worden op de bodemplaat.



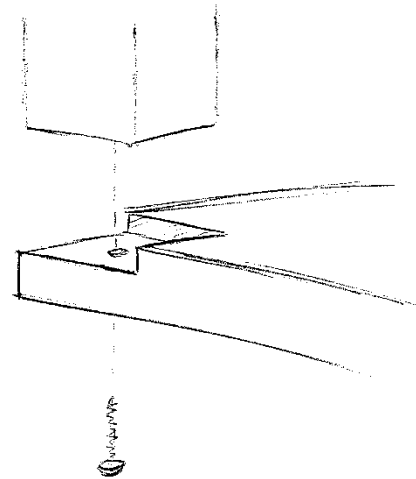
Figuur 43. Bodem met rail en uitsparing



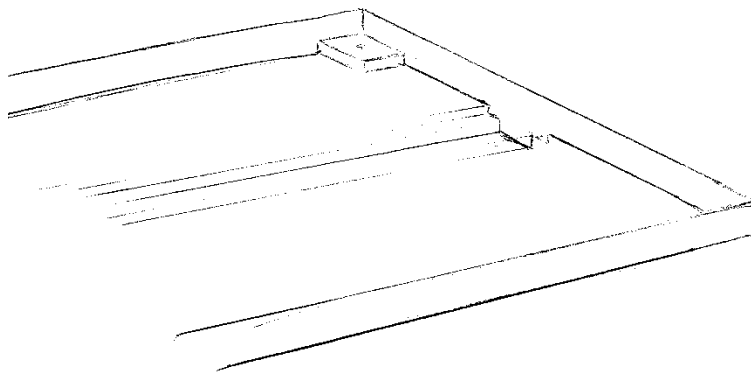
De poten zijn aan de onderzijde voorzien van een gat. Aan de binnenkant van dit gat is een borgmoer ingeklemd, waardoor de poot van de onderkant van de bodemplaat vast te bouten is.

De poten, net zoals de bodemplaat, zijn hol. Bij het spuitgieten van producten is het namelijk erg belangrijk overal dezelfde wanddikte te verkrijgen. Voor de bodemplaat betekent dit, dat op de plaats waar de rail omhoog komt uit de bodemplaat, de onderkant ook meegaat. Hetzelfde geldt voor de uitsparingen voor de poten, maar dan in omgekeerde vorm.

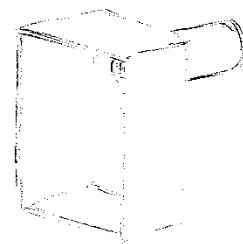
De poten zelf zijn ook hol, om dezelfde reden als hierboven.



Figuur 44. Bevestigen poten

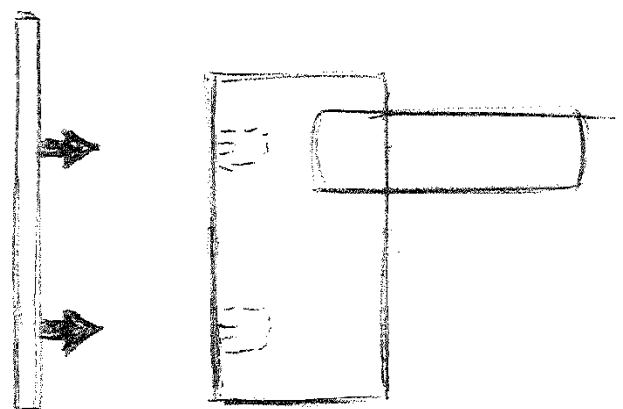


Figuur 45. Onderkant bodem en binnenkant poot



Om de onderdelen toch voldoende stevigheid te bieden, is het van groot belang ribben aan te brengen in het ontwerp.

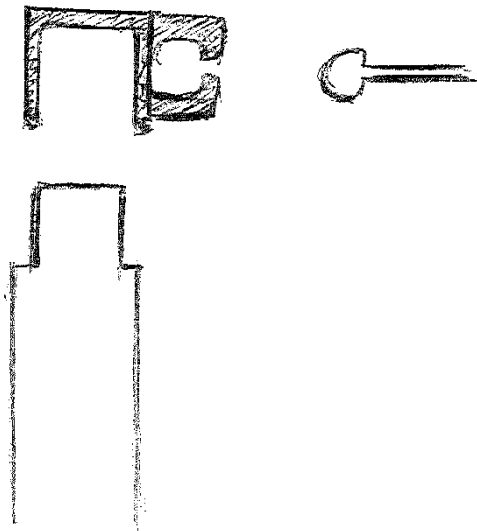
Om het frame aan de zijkanten af te dichten is voor het prototype gebruik gemaakt van kunststof platen. Deze bogen echter door, door het gewicht van de zijkanten, zo bleek uit de testfase. Hierdoor bleven de plexiglas zijkanten niet staan. Om dit te voorkomen moeten zijkanten spuitgegoten worden met een hogere wanddikte. Daarbij is het belangrijk de zijkanten op meerdere posities vast te zetten aan het frame, zodat het zo stevig mogelijk bevestigd is. Deze bevestiging wordt een klikverbinding, om de assemblage zo eenvoudig mogelijk te houden.



Figuur 46. Zijkant met klikverbinding

## 8.2 – Zijkanten

De zijkanten worden nog steeds vervaardigd uit plexiglas, omdat dit een prima materiaal is voor de gewenste functionaliteit en aan de eisen voldoet. Het frame daaromheen kan echter verbeterd worden. De tochtstrips zijn verleden tijd en worden vervangen voor een klein aluminium U profiel, welke exact om het plexiglas heen schuift.



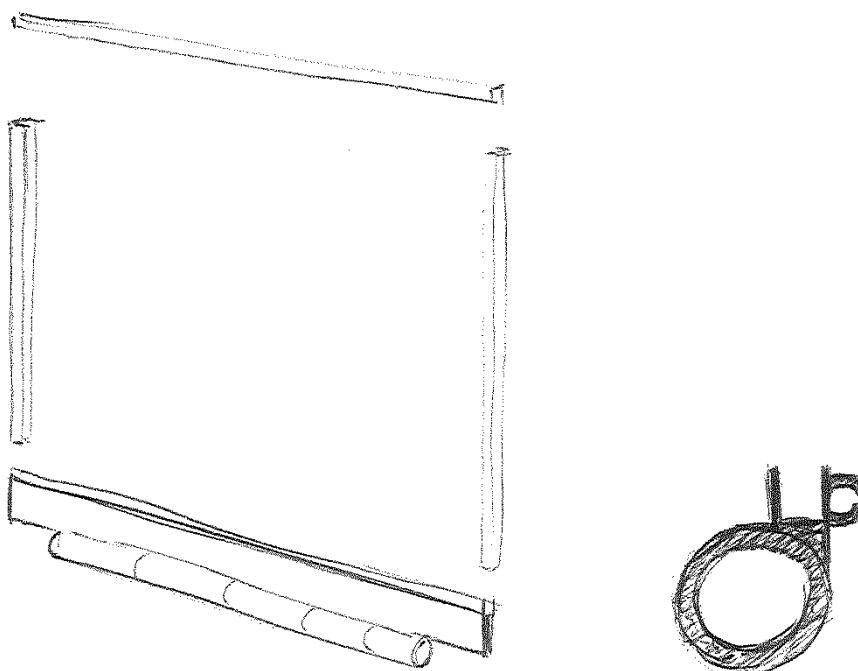
Figuur 47. U profiel met tentprofiel

Doordat het aluminium nu rondom het plexiglas zit, zal het steviger vastzitten. Dit komt doordat er meer oppervlakte verlijmd kan worden, maar ook doordat de krachten van de softbox door het U profiel worden opgevangen in plaats van door de lijmverbinding.

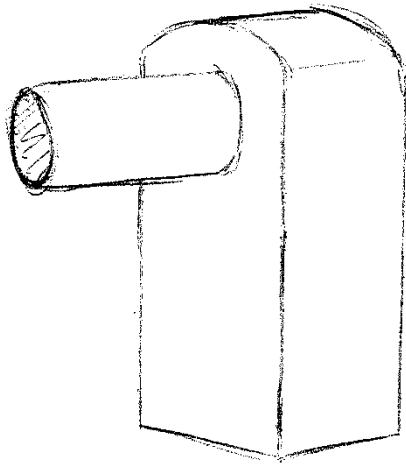
Om ook de verbinding tussen softbox en het aluminium profiel te verstevigen, is het van belang de U profielen uit te breiden met een touwprofiel. Dit profiel zal in deze vorm geëxtrudeerd moeten worden, aangezien het nog niet bestaat.

Door het tentprofiel komt uiteindelijk de pees, welke bevestigd is aan de softboxdelen.

De drie aluminium U profielen worden in een frame gelast, waarna het plexiglas en vervolgens het scharnierdeel het completeren. Het scharnierdeel zal dezelfde vorm hebben als het U profiel, met daarbij een cilindervormig scharnierende vorm.



Figuur 48. Scharnierdeel



**Figuur 49. Poot met cilinder**

De poten zorgen ervoor dat de zijkant kan scharnieren. Zij zijn namelijk voorzien van een cilindervormig uiteinde wat de as van het scharnier vormt. Dit om het aantal onderdelen te besparen. Het scharnierdeel zal niet meer op drie punten ondersteund worden, maar slechts op twee. Op het uiteinde en het begin wordt het scharnier ondersteund door een poot.

Voor de assemblage is het van belang dat de laatste poot pas bevestigd wordt, wanneer het scharnierdeel en de zijkant geplaatst is.

### 8.3 – Boven-achterkant en softbox

De achterkant kan uit hetzelfde materiaal worden vervaardigd als gedaan is voor het prototype: kunststof. Zowel de achterkant als de bovenkant functioneren goed en voldoen aan de gestelde eisen. Het probleem dat kan opspelen voor de bovenkant is dat het gebruik van foamboard wel het gewicht beperkt, maar ook de duurzaamheid inperkt. Het foamboard raakt, met name doordat het over de zijkanten heen zakt, snel beschadigt. Omdat er een minimale dikte is gevraagd van ongeveer 10 mm zal het toepassen van een harder materiaal ook een hoger gewicht met zich meebrengen. Een oplossing kan gevonden worden in het toepassen van een aluminium bovenplaat met aan de uiteinden een U profiel dat over de zijkanten heenvalt. Voordeel is dat deze oplossing dunner is dan de eerdere 10 mm, maar als nadeel heeft dat het meer gewicht met zich meebrengt.

De softbox kan op dezelfde manier geproduceerd worden als gedaan is voor het prototype. Wel is het belangrijk de kunststof binnenkant van de softboxdelen te vervangen voor een dunner exemplaar, om gewicht en hoogte te besparen. Daarbij moeten de pezen, welke zorgen voor de bevestiging met het aluminium profielen, vast op het textiel worden genaaid. Ook is het wenselijk om het reflecterende textiel te vervangen voor textiel wat minder rekbaar is. Dit voorspoedigt het productieproces.

### Kostprijsberekening

Gekeken naar de specifieke situatie waarin de foto opstelling wordt gebruikt, is het niet logisch dat er enorme aantallen zullen worden verkocht wereldwijd. Daarom is de oplage geschat op 15.000 stuks, wat relatief laag is voor een massaproductie.

Om de kostprijs van het massaproduct te benaderen worden de kosten in de volgende onderdelen opgedeeld:

#### *Materiaalkosten*

Het materiaal wat gebruikt wordt is niet de grootste kostenpost maar moet wel meegenomen worden in de berekening. Er zijn materialen in alle soorten en maten. Zo kost het meest eenvoudige kunststof 1 euro per kg, waar dit kan oplopen tot 4 euro per kg. Aluminium kost gemiddeld 1,50 euro per kg aan inkoop.

### *Matrijskosten*

De bodemplaat, de vier poten en de zijkanten van het frame worden spuitgegoten. Er zijn dus minimaal drie matrijzen nodig. Een gemiddelde matrijs kost 30.000 euro, terwijl een extrusiekop gemiddeld 3000 euro per stuk kost. De levensduur van de matrijzen is afhankelijk van de kwaliteit van de matrijzen en de druk waaronder de producten worden spuitgegoten. Naar verwachting kan een matrijs minimaal 100.000 stuks produceren.

### *Machinekosten*

Een spuitgietmachine en een extrusiemachine zijn erg duur. Geschat worden beide machines op een aanschafwaarde van 500.000 euro. Gezien de relatief kleine oplage is het daarom verstandig machines te huren in plaats van te kopen. Een andere oplossing kan zijn om de oplage te verhogen naar bijvoorbeeld 100.000 stuks. Hier hangt echter het risico aan dat een groot deel niet verkocht zal worden.

### *Personeelskosten*

Het uurloon van het personeel dat de machines bedient, de strips last, de softbox naait of het eindproduct assembleert verschilt per ambacht en per land. Zo was China, en is Bangladesh, een voorbeeld van goedkoop personeel voor bijvoorbeeld de kledingindustrie. Westerse landen hebben een veel hoger uurtarief, maar zijn ook weer efficiënter. Daarbij worden transportkosten bespaard wanneer de productie dicht bij huis blijft.

### *Overheadkosten*

Alle overige kosten die gemaakt worden tijdens de productie, inclusief de overheadkosten, zijn moeilijk in te schatten. Globaal genomen bedraagt dit doorgaans 10% van de totale kostprijs.

### *Transportkosten*

Het vervoeren van alle onderdelen naar de fabrieken, waar de foto opstelling geassembleerd zal worden en het vervoer naar de winkels moet ook meegenomen worden. De hoogte van deze kosten is erg afhankelijk van het land van productie.

### *Conclusie*

Al deze aspecten meegenomen komt de kostprijs voor het massaproduct op 233 euro (bijlage P). In vergelijking met het prototype is dit 258 euro goedkoper. Hierbij moet vermeld worden dat een kostprijsberekening van een massaproduct altijd meer gissen blijft dan zeker weten. Daarom moeten er geen vaste verwachtingen aan deze kostprijsberekening worden gesteld

## 9. Reflectie

Terugkijkend op de afgelopen periode, het doorlopen proces en het eindproduct heerst er een tevreden sfeer. Het proces wat doorlopen is typeert zich als een Industrieel-Ontwerpen' proces, doordat dit project qua vorm lijkt op projecten die tijdens de bachelor langskwamen. De opbouw van analysefase, ideefase, conceptfase en detailfase is een bekend stramien. Daarbij is het maken van prototypes meerdere keren voorbij gekomen, net zoals het ontwerpen van een massaproduct. Dit bekende proces heeft veel houvast geboden en het proces ook overzichtelijk gehouden.

Verskil is uiteraard dat de bacheloropdracht individueel uitgevoerd wordt, in plaats van in groepen. Hierdoor moet elk detail persoonlijk uitgewerkt worden, waardoor alles langer duurt. Hiertegenover staat dat er meer motivatie is omdat het ook echt een persoonlijk project is en een zelf gekozen doel nagestreeft wordt.

Tevredenheid heerst doordat er veel geschetst is in de ideefase, waaruit drie leuke, op zichzelf staande, concepten zijn gevormd. Alle drie de concepten waren voorzien van dezelfde kubusvormige fotostudio in het midden, maar toch verschilden ze in frame, ondersteuning voor de lampen, softboxen en inklapmethodes. Ook het gebouwde prototype is een geslaagd project. Het zoeken van de benodigde onderdelen, het plannen van de tijd in de werkplaats, samen met het bewerken en assembleren van alle onderdelen is als erg leuk ervaren.

Zaken die minder goed gingen, of tegenvielen, zijn de detailfase, de testfase en het massaproduct. De detailfase valt tegen door meerdere zaken. Wat begint met een ideeschets en later wordt opgenomen in het concept, ziet er in geschetste/getekende vorm nog aardig en eenvoudig uit. Maar wanneer elk detail uitgewerkt en gedefinieerd moet worden, komen veel onverwachte zaken naar boven. Door deze onverwachte veranderingen kan een aanpassing aan het ontwerp vereist zijn. Het is lastig om deze aanpassingen door te voeren, zonder andere details ook weer te hinderen. Al met al is de stap van concept naar prototype een erg lastige, en vooral lange. Want zelfs nadat elke detail uitgezocht lijkt te zijn, spelen er alsnog dingen op bij het modelleren in Solidworks.

De testfase is lastig, omdat dit nog niet heel vaak is gedaan. Logisch lijkt om de kwaliteit van een foto opstelling te testen aan de hand van foto's, het eindproduct. Dit eindproduct wordt echter eerst nog bewerkt in Photoshop, waardoor ook de bewerkingskwaliteiten van de Photoshopper worden beoordeeld. Onbewerkte foto's worden door Photovision niet vrijgegeven. Ook kan de foto opstelling veel uitgebreider getest worden dan nu is gedaan. Echter is hier geen prioriteit aan gegeven vanwege de vele werkzaamheden.

Het massaproduct is, voor mij, lastiger te ontwerpen dan een prototype. Dit komt doordat het prototype ontwerpen vaker gedaan is en het prototype opgebouwd is uit bekende materialen en onderdelen. Het massaproduct wordt echter spuitgegoten of geëxtrudeerd; processen die bekend zijn vanuit het boek, maar niet vanuit de praktijk.

Al met al een mooi project dat naar tevredenheid verlopen is.

## 10. Aanbevelingen

De aanbevelingen zijn meer van toepassing op het prototype, omdat deze getest is, in tegenstelling tot het massaproduct. Sommige aanbevelingen zijn ook al meegenomen in het massaproduct.

1. De bovenkant is gemaakt van foamboard om zo het gewicht van deze dikke plaat te beperken. De uitsparingen voor de plexiglas zijanten zitten echter erg dicht op de rand. Hierdoor is dit meteen de zwakste plek, wanneer er een stevige kracht van binnenuit op de zijkant wordt uitgeoefend. Hout, metaal of kunststof zal dus meer stevigheid bieden.
2. Uit de achterkant, een 4 mm dikke kunststof plaat, zijn twee uitsparingen van 2 mm diep gefreesd. Hierdoor valt de achterkant precies achter twee aluminium strips, waardoor het geheel stevig tegen de plexiglas zijanten aan wordt gedrukt. Echter blijft er na 2 mm weggefreest te hebben slechts 2 mm kunststof over, welke de gehele achterkant op zijn plaats moet houden. Het zou steviger zijn om de 4 mm kunststof plaat intact te houden en de aluminium strips 2 mm op te schuiven. Hierdoor wordt er werk bespaard, doordat de uitsparingen niet gefreesd hoeven te worden, en blijft de achterkant steviger op zijn plaats, doordat er minder kans is op doorbuigen van de kunststof plaat.
3. De scharnierpennen zijn in dit prototype uiteindelijk van hout geworden, maar POM is duidelijk een geschikter materiaal voor het verschuiven of scharnieren van metalen onderdelen langs elkaar.
4. In de analysefase is gekeken naar de ergonomie. Hieruit is gebleken dat de fotograaf eigenlijk niet in een goede houding zit voor de foto studio. In dit verslag is echter verder niet meer naar gekeken. Ook zijn er geen ontwerp veranderingen aangebracht vanwege deze constatering. Nu is de situatie niet direct dreigend, maar toch is het wenselijk dat er in de toekomst gekeken wordt naar een betere werkhouding voor de fotograaf en hoe het ontwerp hieraan kan bijdragen. Een verbeterde ergonomie van de foto opstelling blijft dus een punt wat nog uitgewerkt dient te worden.
5. Om de herontworpen foto opstelling nog completer te maken is het een idee opgebracht om het doek, wat de fotograaf normaliter over zijn hoofd trekt, te bevestigen aan de bovenkant van de foto opstelling. Dit idee is echter verder niet uitgewerkt in dit verslag. Wellicht is er voor de toekomst een handige manier te bedenken hoe het doek aan de bovenkant te bevestigen.

Op basis van de testfase:

6. De verbinding tussen de softboxdelen en de plexiglas zijkant lijkt erg stevig, zo is gebleken uit de testfase. Dit kan komen doordat de aluminium strips per stuk op het plexiglas zijn gelijmd. Wanneer eerst het frame aan elkaar gelast wordt en vervolgens als geheel op het plexiglas wordt gelijmd, zal de verbinding al steviger zijn. Toch is het aan te bevelen bredere strips dan de nu gebruikte 16 mm strips te gebruiken, zodat er meer oppervlakte is om de krachten op te vangen.
7. De uitschuifbare steunen (H profiel) zijn alleen berekend op doorbuiging. Uit de testfase blijkt dat de steunen niet zo stevig lijken als standaard statieven. Dit komt doordat de steunen licht torderen. Het gebruikte H profiel moet dus op torsie berekend worden, wanneer het gewicht van de flitskop op het uitstaande statief is geplaatst. De momenten die dan op het scharnier van het statief werken, samen met de torsie in het H profiel, moeten in

kaart gebracht worden. Vervolgens kan hierna besloten worden een ander (H) profiel te gebruiken.

8. De kunststof zijkanten moeten dikker worden dan de huidige 2 mm. Het ontwerp was er op gericht dat de zijkanten van het frame de plexiglas zijkanten opvingen, wanneer deze opengeklapt werden. In de praktijk verbuigt het kunststof echter door het gewicht van de plexiglas zijkant. Het is aan te bevelen een dikker of een ander materiaal te gebruiken.