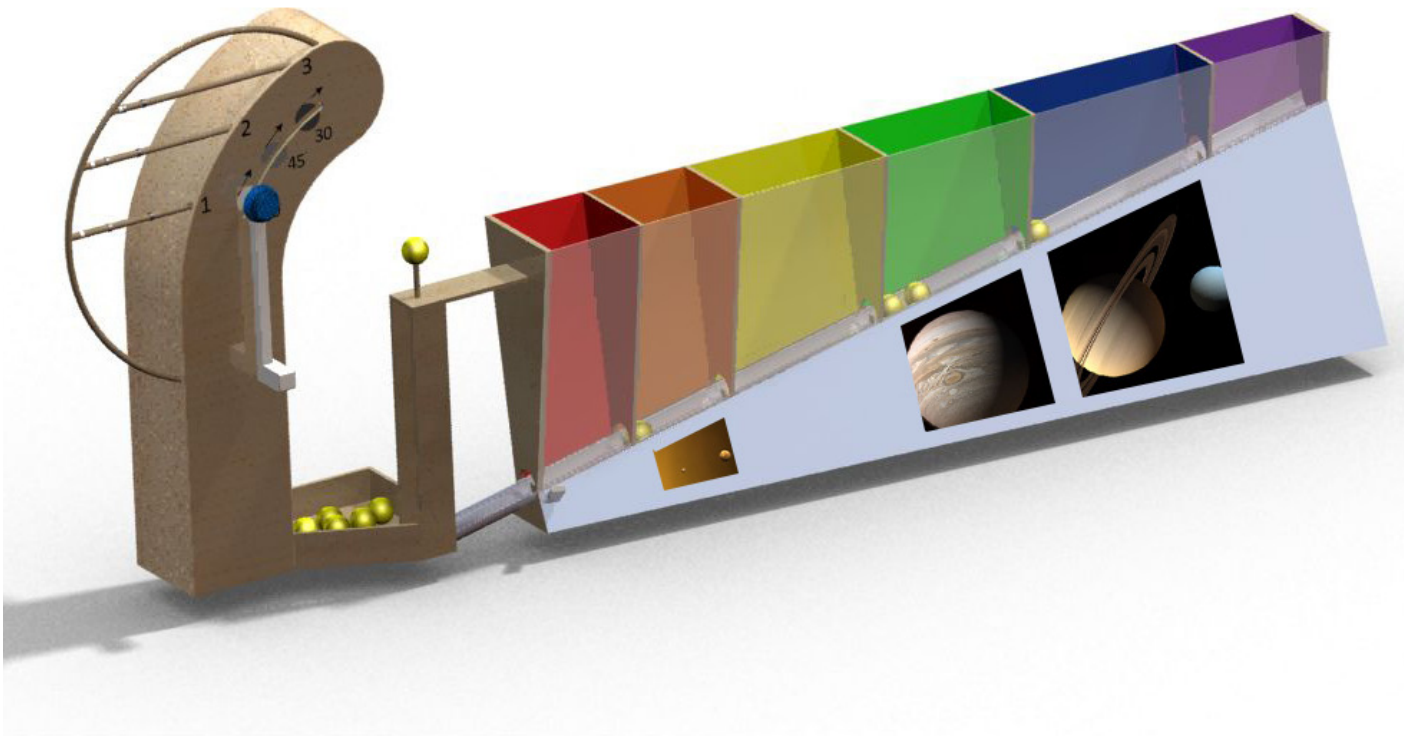


# Bachelor opdracht Industrieel Ontwerpen

Elien Knook, 18 april 2012, Universiteit Twente, Cosmos sterrenwacht



*Ontwerp van een speeltoestel waarmee kinderen interactief de factoren ontdekken die een kogelbaan beïnvloeden.*



**Titel:** Ontwerp van een speeltoestel waarmee kinderen interactief de factoren ontdekken die een kogelbaan beïnvloeden.  
**Rapport voor:** Geïnteresseerden in de Bacheloropdracht, docenten Industrieel Ontwerpen en de opdrachtgever Cosmos sterrenwacht  
**Opdrachtgever:** Cosmos sterrenwacht

Universiteit Twente  
Industrieel Ontwerpen  
Postbus 217  
7500 AE Enschede

Cosmos sterrenwacht  
Frensdorferweg 22  
7635 NK Lattrop

**Eerste begeleider:** I.F. Lutters-Weustink  
**Tweede beoordelaar:** A.O. Eger  
**Begeleider vanuit Cosmos:** J.A. van Alsté

**Datum bachelorexamen:** 4 juni 2012  
**Oplage:** 3  
**Aantal pagina's** 46  
**Aantal bijlagen:** 7

E. Knook (Eilien)  
s0199400  
e.knook@student.utwente.nl

.....



# Samenvatting

Dit verslag is het resultaat van het uitvoeren van de bachelor opdracht bij Cosmos sterrenwacht. De bachelor opdracht is de laatste opdracht van de bachelor van de studie Industrieel Ontwerpen. De opdracht is het maken van een speeltoestel voor kinderen, waardoor ze de kogelbaan kunnen ontdekken.

In de eerste fase is er een vooronderzoek uitgevoerd op een aantal vlakken. Eerst is er bepaald wat er vanuit Cosmos sterrenwacht verwacht wordt.

Daarna is de kogelbaan zelf onderzocht. Dus wat houdt de kogelbaan in en welke factoren hebben invloed op de kogelbaan. Hieruit bleek dat de belangrijkste factoren die de kogelbaan bepalen de hoek waaronder het projectiel weg schiet en de beginsnelheid zijn.

Er bestaan al een aantal apparaten met als doel het laten zien van de kogelbaan. De belangrijkste conclusie uit analyse van deze toestellen is dat deze apparaten te wetenschappelijk gericht zijn en niet voor kinderen gemaakt zijn.

Hierna is naar de doelgroep gekeken. De doelgroep zijn kinderen die in groep 6-8 van de basisschool zitten, deze kinderen zijn 9-12 jaar. Spelen is een belangrijk middel voor kinderen om plezier te beleven, creatief te zijn, en het draagt bij aan de ontwikkeling van het kind. Kinderen kunnen gemotiveerd worden om te leren door onderwerpen die dicht bij hun interesses liggen of het toevoegen van een uitdaging of beloning. Verder zijn er ook verschillen tussen jongens en meisjes. Vooral de manier waarop jongens en meisjes het beste leren is verschillend. Meisjes leren het beste wanneer de context bij een onderwerp verteld wordt. Jongens leren het best wanneer er op de theorie op zich gefocused wordt.

Bij het ontwerpen van het speeltoestel moet rekening gehouden worden met de veiligheid van het speeltoestel voor kinderen. Als resultaat van dit vooronderzoek is er een programma van eisen en wensen gemaakt, waar het ontwerp aan getoetst kan worden.

In de tweede fase van de bachelor opdracht zijn er ideeën bedacht voor de verschillende aspecten van het speeltoestel. Er is gekeken wat de mogelijkheden zijn voor het soort doel dat gebruikt wordt. Mogelijkheden zijn het doel te baseren op afstand, kleuren, hoogte, competitie of combinaties van deze mogelijkheden. Vervolgens is er gekeken op wat voor manier de baan zichtbaar gemaakt zou kunnen worden. Vervolgens is naar het schietdeel gekeken en wat voor schietmechanisme er gebruikt gaat worden. Hier zijn veel mogelijkheden, waarvan gebruik maken van een veer, een slinger, een katapult, een rad of gebruik maken van hoogte de meest veelbelovende opties zijn. Bij het gebruiken van het schietdeel moeten de hoek en de snelheid waarmee de bal weg geschoten wordt ingesteld kunnen worden. Daarnaast is er nog gekeken op wat voor soort standaard het schietgedeelte zou kunnen komen te staan. Om het gebruik van het speeltoestel aantrekkelijk te maken zou er een beloning of feedback aan het juist schieten vast kunnen zitten. Mogelijkheden hiervoor zijn het oplossen van een soort puzzel als er juist geschoten wordt, of het gebruik maken van geluiden of licht. De puzzel blijft het meest interessant voor kinderen. Ter schakeling

tussen het schieten van de ballen en het raken van het doel is er gekeken naar de mogelijkheden om de bal terug te krijgen. Een schuine helling is hierbij de makkelijkste en goedkoopste mogelijkheid. Als laatste is er nog gekeken of het mogelijk was om het schietgedeelte buiten te zetten en het bedieningspaneel binnen. Hier komen echter zo veel moeilijkheden bij kijken dat dit idee niet verder uitgewerkt is.

Na de ideefase zijn de beste en meest veelbelovende ideeën verder uitgewerkt in de conceptfase. Hier is eerst naar het doel gekeken. Hierbij is vastgesteld dat een horizontaal doel het meeste duidelijk maakt over de kogelbaan. De beginsnelheden en afstanden die de bal dan theoretisch af zou leggen zijn vastgesteld en de vormgeving van het doel is verder bepaald. Het systeem voor de puzzel is verder uitgewerkt tot een concept waarbij de puzzel in het doel verwerkt zit. De schietmechanismes met de veer, slinger en rad zijn verder uitgewerkt. Er is gekeken naar de werking, de haalbaarheid van het principe en het soort standaard dat gebruikt zou kunnen worden. Verder zijn er verschillende soorten ballen onderzocht en zijn de ergonomische afmetingen van kinderen bepaald die relevant zijn voor dit speeltoestel. Na het verder uitwerken van de concepten is er een keuze gemaakt voor het concept met de slinger. Dit concept doet denken aan het schieten van ballen bij sporten en motiveert kinderen hierdoor om ermee te spelen en te leren. Na de keuze is het concept verder uitgewerkt, hierbij is een ontwerp ontwikkeld waarbij de bal vanaf een vaste plek weg geschoten wordt.

Het uiteindelijke ontwerp is uitgewerkt tot een model. In het uiteindelijke ontwerp wordt de bal vanaf een vaste plek weg geschoten. Door het draaipunt van de slinger te verschuiven is de hoek in te stellen. De snelheid is in te stellen door de slinger vanaf verschillende hoogtes los te laten. In het doel gaat een lamp branden achter het vak dat geraakt is door de bal. Hierdoor wordt er een afbeelding zichtbaar. Als alle vakken geraakt zijn is de gehele afbeelding zichtbaar en de puzzel dus opgelost. De ballen kunnen terug gehaald worden door een pedaal aan het begin van het doel in te trappen. De ballen rollen dan in een bak tussen het schietdeel en het doel. Van het model zijn technische tekeningen gemaakt en het materiaal en de prijs van de onderdelen zijn bepaald. Ook is er een stappenplan gemaakt voor het assembleren van het schiettoestel.

Er is een test uitgevoerd om de werking van de slinger uit te proberen. Hier kwam uit dat tijdens het maken van het toestel de precieze in te stellen hoogtes en hoeken nog bepaald moeten worden aan de hand van een test.

In zijn geheel sluit het speeltoestel goed aan op het oorspronkelijke plan van eisen. Door de associatie met sporten zijn kinderen theoretisch meer gemotiveerd om het speeltoestel te gebruiken en er iets van te leren. Ook de puzzel zou ervoor moeten zorgen dat kinderen meer geïnteresseerd raken.

This report is the result of the bachelor assignment executed at Cosmos observatory. The bachelor assignment is the final assignment of the bachelor of the education Industrial Design. The assignment is to make play equipment for children, in which they can discover the bullet trajectory. A preliminary survey is done in the first phase. First the expectations of Cosmos observatory and the environment in which the play equipment should stand are examined. After that the ballistic trajectory itself is investigated. So what is the ball track and which factors have an influence on the projectile trajectory. It is found that the most important factors which determine the ballistic curve are the angle in which the projectile is shot and the initial speed.

There already exist a number of devices with the goal of showing the bullet trajectory. The main conclusion from the analysis of these appliances is that these devices are to scientific oriented and not created for kids.

The next step is to look at the target group. The target group is children from the 6-8th grade of the middle school, in the age group of 9-12 years. An important mean for children to have fun, be creative and to develop is playing. Children can be motivated to learn by subjects that are close to their interests or by adding a challenge or reward. Further there are differences between boys and girls. Especially the way boys and girls learn best are different. Girls learn best when the context of a subject is told. Boys learn best when the focus is on the theory.

When designing the play equipment the safety should be taken into account. As a result of the preliminary research a statement of requirement and wishes is made, with which the design can be reviewed.

In the second phase of the bachelor assignment ideas are conceived for the different aspects of the play equipment. The possibilities of the kinds of target are considered. Possibilities are a target based on distance, color, height, competition or combinations of these options. Next the possibilities of showing the track of the projectile are examined. Then the shooting part is examined, among which shooting mechanism should be used. There are many opportunities which could be used, but promising are the spring, a pendulum, a catapult or a wheel. It should be possible to adjust the angle and initial speed in the chosen shooting mechanism. In addition various kinds of exteriors of the shooting part are considered. In order to make the use of the play equipment more attractive, a reward or feedback could be added. Possibilities are solving a puzzle or use sounds or lights when the ball is shot in the right catch basin. A puzzle remains the most interesting for children. In addition of shooting the ball there has been looked at possibilities for returning the ball. A slope is the easiest and cheapest solution. Final the possibility is considered of placing the shooting part outside and the control panel inside. However through the many difficulties involved this idea is not further developed.

After the idea phase the best and most promising ideas are further developed in the concept phase. First the target is further developed. Determined is that a target which depends on the distance the ball travels makes the projectile trajec-

tory most clear. After that the initial speed and the distance the ball would travel theoretically are determined. And the design of the target is further determined. The system of the puzzle is developed into a concept where the puzzle is merged with the target. After that the shooting mechanisms with the spring, pendulum and wheel are further developed. There is looked at the operation, feasibility and the kind of exterior that could be used. Further different kinds of balls are examined and the relevant ergonomic dimensions of the target group are determined. After the elaboration of the concepts a choice is made for the concept with the pendulum. This concept reminds of shooting of balls at sports and therefore motivates children to play and learn with the design. After the choice the concept is developed to the final design.

The final design is developed into a model. In the final design the ball is shot from a fixed place. The centre of rotation of the pendulum could be moved in order to adjust the shooting angle of the ball. Through releasing the pendulum from different heights the speed could be adjusted. A lamp turns on behind the box that is hit by the ball. This creates a visible image. When all the boxes are hit, all the images are visible and so the puzzle is solved. By pushing a pedal the balls roll back. The balls roll into a box between the shooting part and the target. Technical drawings of the model are created and the material and costs of the components are determined. A step-by-step plan is created for the assembly of the play equipment.

A test is executed to try out the functionality of the pendulum. Result is that during the manufacturing the exact heights and angles have to be determined based on a test.

To conclude the final design corresponds with the statement of requirements. Children could learn the trajectory of the bullet from the play equipment. And the puzzle should make the equipment attractive for children.

# Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
Abstract.....	5
1. Inleiding.....	7
1.1 Opdrachtsomschrijving.....	7
2. Vooronderzoek.....	10
2.1 Cosmos.....	10
2.2 Kogelbaan.....	12
2.3 Bestaande apparaten.....	13
2.4 Doelgroep.....	14
2.5 Veiligheid.....	16
3. Programma van eisen.....	17
4. Ideeën.....	20
4.1 Doel.....	20
4.2 Baan zichtbaar maken.....	21
4.3 Schietmechanisme.....	22
4.4 Hoek en snelheid instellen.....	23
4.5 Standaard voor het schietmechanisme..	24
4.6 Beloning.....	25
4.7 Bal terug.....	26
4.8 Buiten.....	26
5. Concepten.....	28
5.1 Doel.....	28
5.2 Puzzel.....	29
5.3 Schietmechanisme veer.....	30
5.4 Slinger.....	31
5.5 Rad.....	32
5.6 Geschikte bal.....	33
5.7 Ergonomische afmetingen.....	34
5.8 Conceptkeuze.....	35
5.9 Uitwerking gekozen concept.....	36
6. Eindontwerp.....	38
6.1 Ontwerp.....	38
6.2 Werking.....	39
6.3 Test.....	42
6.4 Materialen en kosten.....	42
6.5 Assemblage.....	43
6.6 Terugkoppeling doelgroep.....	43
6.7 Gebruik.....	43
6.8 Conclusie.....	45
6.9 Aanbevelingen.....	45
Referenties.....	46
7. Bijlagen.....	48
Bijlage A - Uitwerking berekeningen kogelbaan.	48
Bijlage B - Veiligheidseisen.....	51
Bijlage C - Uitwerking haalbaarheid concepten.	52
Bijlage D - Test.....	53
Bijlage E - Materialen en prijs.....	55
Bijlage F - Assemblage.....	56
Bijlage G - Technische tekeningen .....	62

Als kind krijg je veel nieuwe indrukken binnen van de wereld om je heen. Er zijn nog zo veel dingen die je dan nog niet gezien of ervaren hebt. Zeker informatie over de hemel buiten de aarde is lastig te bevatten als je op de aarde zelf nog veel te leren hebt.

Door een bezoek aan de sterrenwacht gaat er een wereld open voor kinderen. Sterren die ze alleen nog maar als lichtpuntjes in de hemel hebben gezien krijgen ineens een eigen vorm en kleur, de andere planeten in ons zonnestelsel krijgen hun eigen karakteristieken en ze komen erachter dat er niet overal precies één maan is. Al met al is een bezoek aan de sterrenwacht een hele ontdekkingstocht waar kinderen, maar ook volwassenen veel van leren.

Ik ben zelf ook altijd al geïnteresseerd geweest in de bèta-richting en natuurverschijnselen. Daarom sprak een opdracht bij de sterrenwacht mij erg aan. Bij de sterrenwacht zijn al apparaten aanwezig waarmee kinderen op een interactieve manier verschillende verschijnselen kunnen ontdekken. Een apparaat dat de kogelbaan duidelijk maakt ontbreekt echter nog. Aan mij dus de taak om een speeltoestel te ontwerpen waardoor kinderen op een spelenderwijze en interactieve manier de kogelbaan kunnen ontdekken.

## 1.1 Opdrachtsomschrijving

Het doel van deze opdracht is om sterrenwacht Cosmos te helpen bij haar educatieve functie met betrekking tot sterrenkunde en dan in het bijzonder over de kogelbaan. Dit vindt plaats door het ontwerpen van een (speel)toestel waardoor kinderen op een interactieve manier kunnen ontdekken welke factoren wel of juist niet en in welke mate deze factoren invloed hebben op de kogelbaan (parabool). Dit zal gedaan worden door een onderzoek te doen naar de kogelbaan, door de doelgroep te analyseren, door onderzoek te doen naar hoe mensen leren en een onderzoek te doen naar bestaande apparaten. Vervolgens zullen er ideeën geschetst worden. Hiervan zullen drie concepten uitgewerkt worden, waarna er één concept gekozen wordt. Dit concept zal verder uitgewerkt worden door middel van een (solidworks) model en een uitwerking over het gebruik. Dit alles zal binnen een tijdsbestek van drie maanden plaats vinden.





Vooronderzoek  
Programma van eisen  
Idee fase  
Concepten  
Eindontwerp  
Bijlagen

## 2. Vooronderzoek

Om te kunnen bepalen wat de eisen zijn die aan het ontwerp gesteld worden is er een vooronderzoek gedaan dat verschillende aspecten bevat. Eerst wordt er een beschrijving gegeven van sterrenwacht Cosmos, waar het speeltoestel zal komen te staan. In dit deel wordt duidelijk wat Cosmos is en wat omgevingskenmerken zijn waar rekening mee gehouden moet worden bij het ontwerpen. In het tweede deel wordt kennis gemaakt met de kogelbaan en factoren en relaties die hierin belangrijk zijn. Vervolgens is gekeken welke apparaten al bestaan om de kogelbaan duidelijk te maken. Als laatste wordt de doelgroep beschreven.

### 2.1 Cosmos

Cosmos, één van de grootste publieksterrenwachten van Nederland, is gevestigd in Lattrop, gemeente Dinkelland. De bezoekers van Cosmos variëren van jong tot oud. De sterrenwacht draait door het werk van vrijwilligers.

Cosmos is erop gericht om informatie binnen de sterrenkunde en informatie die hier mee te maken heeft toegankelijk te maken voor het publiek. Dit publiek bestaat uit scholieren, geïnteresseerden en toeristen.

Cosmos realiseert dit op een aantal verschillende manieren. Mensen kunnen langskomen bij de sterrenwacht en zelf rond kijken of een rondleiding krijgen. Ruimtes die aanwezig zijn, zijn de filmzaal, planetarium, observatorium, expositieruimte, tuin en een openluchttheater. Ook worden er speciale educatieve programma's aangeboden voor het basis, voortgezet en speciaal onderwijs. Cosmos biedt twee keer per jaar de mogelijkheid aan om een cursus sterrenkunde volgen. Daarnaast organiseert Cosmos kinderdoemiddagen en heeft Cosmos een site speciaal voor kinderen, waarop veel informatie te vinden is.

Er zijn twee verschillende soorten sterrenwachten: professionele sterrenwachten en publieksterrenwachten. Een professionele sterrenwacht is een wetenschappelijk instituut waar astronomen onderzoek verrichten aan de sterrenhemel. Een publieksterrenwacht heeft als doel om een breed publiek te informeren over sterrenkunde en ruimtevaart. Cosmos is één van de ongeveer dertig publieksterrenwachten in Nederland. Speciaal bij Cosmos is dat je sommige dingen ook zelf kunt ervaren, wat past bij de titel 'ontdekcentrum'. In de expositieruimte kunnen er door middel van interactie dingen ervaren worden. Onder de publieksterrenwachten heerst er geen concurrentie. Iedere sterrenwacht heeft hetzelfde hoofddoel, en zoals op de kaart te zien is liggen de sterrenwachten uit elkaar, waardoor de adherentie gebieden bijna niet overlappen. [1, 2]

Cosmos is er niet op gericht om winst te maken, maar om informatie toegankelijk te maken voor het publiek. Dit wil ze op zo'n manier doen dat het publiek die informatie ook echt opneemt en geboeid blijft. Er zijn al veel verschillende middelen aanwezig, maar dit kan uitgebreid worden. Voor Cosmos is het goed om te blijven vernieuwen en andere informatie te kunnen laten zien, omdat bezoekers dan niet na één bezoek alles gezien hebben en daardoor vaker terug komen. Meer bezoekers zorgt ervoor dat Cosmos meer inkomsten heeft en dat is nodig om te kunnen blijven bestaan. [3]

### Omgevingskenmerken

Het toestel zal in de expositieruimte komen te staan. De expositieruimte bestaat uit de Newtonzaal en de Huygenszaal. Het apparaat zal waarschijnlijk in de Newtonzaal komen te staan. In de Newtonzaal staat in het midden een grote tafel, waar gelezen of geknutseld kan worden. Rondom deze tafel staan apparaten opgesteld waarmee bepaalde natuurwetten ontdekt kunnen worden. Bij deze apparaten hangt of ligt een A4tje met een uitleg en verklaring. Apparaten die ze al hebben staan zijn bijvoorbeeld slingers, gyroscoop met draaiplateau, rollende kegel, gyroscoop, lucht blazer (zwevend balletje), lenzenbak en een schaduwwand.

Kenmerken:

- De muren van de Newtonzaal zijn blauw, oranje, geel en lichtblauw
- Er wordt veel gedaan met schilderingen van het heelaal/atmosfeer
- Apparaten in de Newtonzaal zijn kleurrijk, er is niet één stijl
- Bij de apparaten hangt/licht een uitleg
- Geen toezicht in de zaal



Figuur 1 | Publieksterrenwachten in Nederland [1]



Figuur 2 | Newton en Huyens zaal bij sterrenwacht Cosmos

## 2. Vooronderzoek

### 2.2 Kogelbaan

Om een apparaat te kunnen ontwerpen waarbij spelenderwijs de kogelbaan ontdekt kan worden, is het van belang om uit te zoeken wat de kogelbaan inhoudt en welke factoren invloed hebben op de baan van een kogel. In dit hoofdstuk wordt beschreven welke factoren invloed hebben op de kogelbaan en welke relaties er tussen deze factoren gelden. In bijlage A staan de uitwerkingen waarop deze relaties gebaseerd zijn.

#### Wat is de kogelbaan

Bij het wegschieten van een projectiel maakt dit projectiel een bepaalde baan in de lucht. Het projectiel heeft bij het wegschieten een bepaalde richting en een snelheid meegekregen. Tijdens de vlucht hebben de zwaartekracht en de luchtweerstand een effect op de baan van het projectiel. In eerste instantie zal uitgegaan worden van het geval waarin de luchtweerstand verwaarloosbaar klein is en het feit dat het projectiel op dezelfde hoogte neerkomt als dat het weggeschoten wordt. De afstand die het projectiel dan in de horizontale richting af zal leggen is gegeven met de volgende formule (Bijlage A - 1.10).

$$x = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

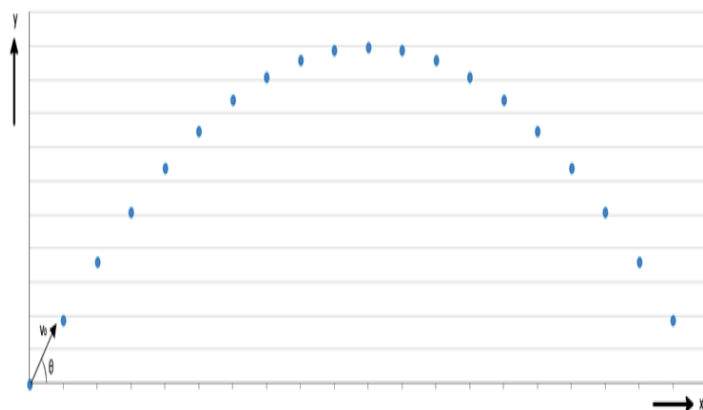
En de hoogte die het projectiel bereikt is (Bijlage A - 1.9).

$$y(t_{top}) = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

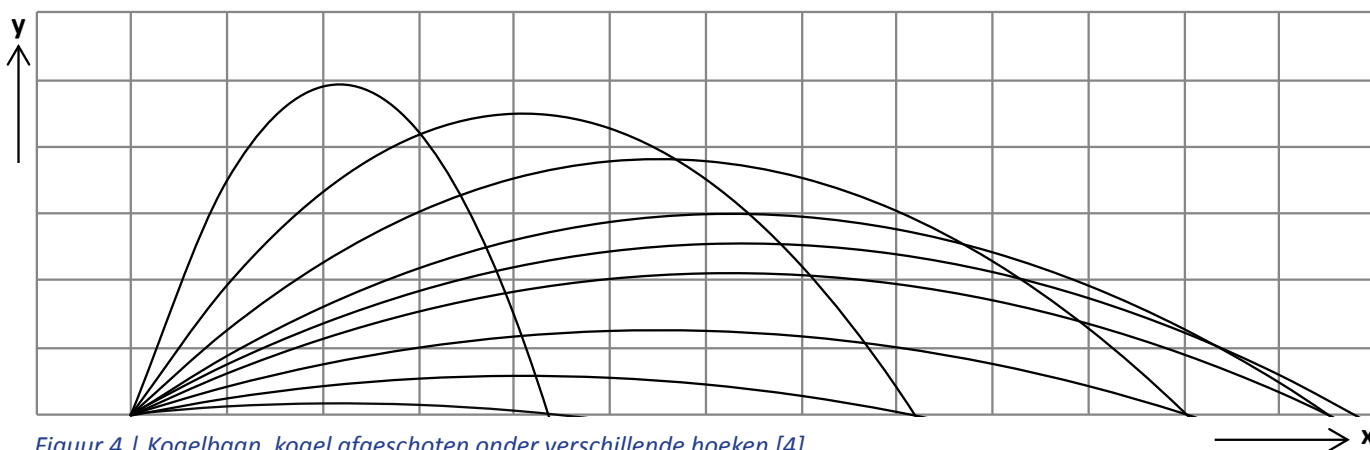
De vorm van de baan is in dit geval een parabool (Bijlage A - 1.11).

De factoren die de kogelbaan bepalen en die aan te passen zijn, zijn de hoek waaronder het projectiel weggeschoten wordt en de snelheid waarmee het projectiel weggeschoten wordt. Bij het ontwerp moeten deze twee factoren dus ingesteld kunnen worden.

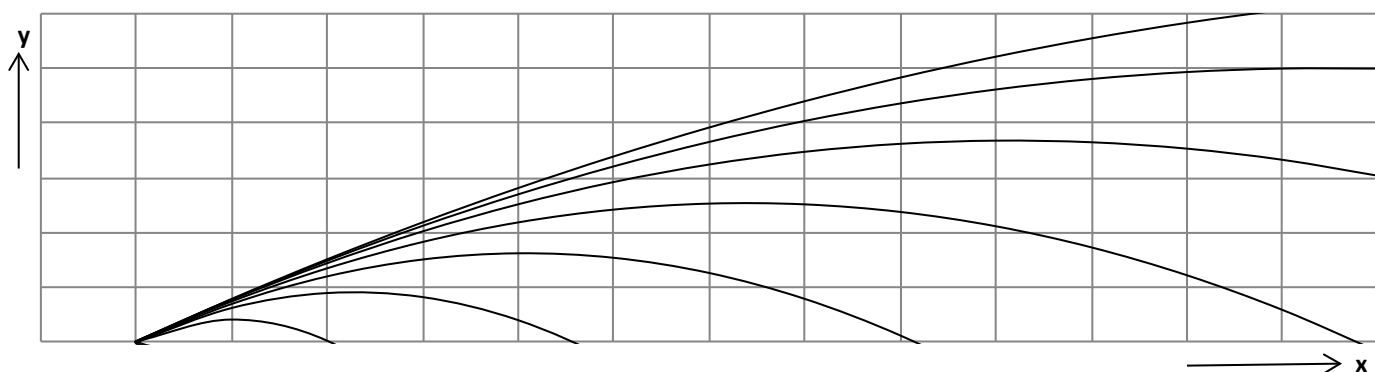
Deze berekeningen zijn echter in het ideale geval. In werkelijkheid heeft een projectiel te maken met luchtweerstand. De hoeveelheid effect van deze luchtweerstand is afhankelijk van een aantal factoren waaronder het de vorm en ruwheid van de oppervlakte van het projectiel.



Figuur 3 | kogel weggeschoten onder een bepaalde hoek en met een beginsnelheid



Figuur 4 | Kogelbaan, kogel afgeschoten onder verschillende hoeken [4]



Figuur 5 | Kogelbaan, kogel afgeschoten met verschillende beginsnelheden [4]

## 2. Vooronderzoek

### 2.3 Bestaande apparaten kogelbaan

De apparaten die de kogelbaan op een bepaalde manier zichtbaar maken zijn vooral gericht op het doen van experimenten. Onderaan de pagina is een verzameling te zien van de machines die te vinden zijn. Er zullen een aantal aspecten van de apparaten beschreven worden die mee genomen kunnen worden in het ontwerp van het speeltoestel.

#### Kogel

Bij alle apparaten wordt er een soort kogel gebruikt. Alle ballen zijn klein met de grootte van ongeveer een vingertop.

#### Schietmechanisme

In de meeste gevallen wordt er gebruik gemaakt van een loop met een veer die ervoor zorgt dat de kogel weg geschoten wordt. De snelheid kan hierbij ingesteld worden door een een schuif die op een verschillende standen gezet kan worden of door een knop aan de achterkant verder of minder ver uit te trekken. Een andere manier waarop de snelheid van de kogel gerealiseerd wordt, is door de kogel van een baan af te laten rollen. Dus door middel van hoogte snelheid creëren.

#### Hoekpositionering

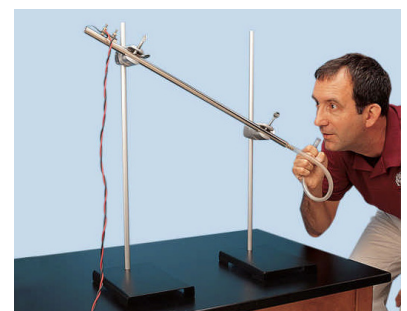
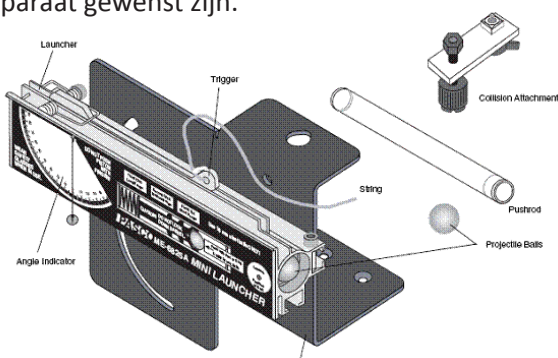
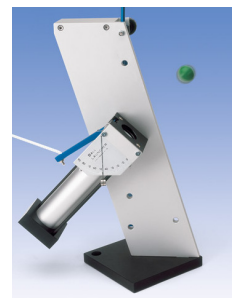
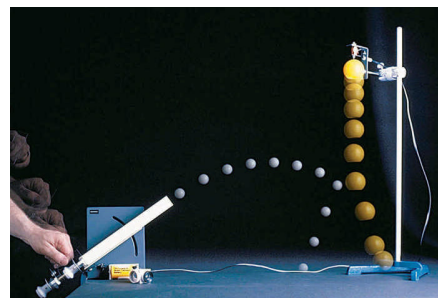
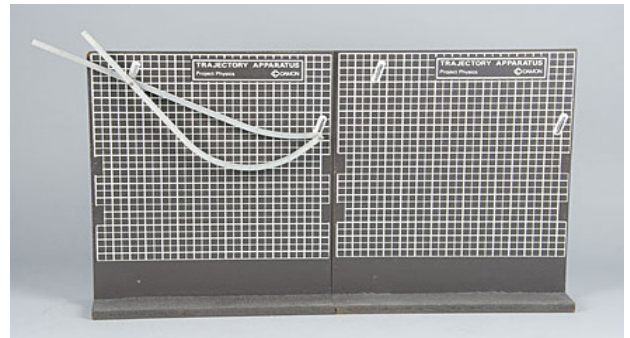
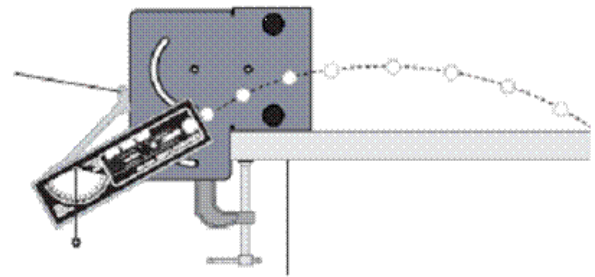
Bij sommige mechanismes is de hoek verstelbaar, maar in sommige gevallen is er ook een vaste hoek. De hoek zou ingesteld kunnen worden door het verstellen van de loop. Het zichtbaar maken van de hoek gebeurt door middel van een gradenboog.

#### Overige

Bij één apparaat wordt de kogelbaan zichtbaar gemaakt door middel van ringen waar de kogel doorheen beweegt.

#### Conclusie

Het is duidelijk dat de bestaande apparaten vooral gebruikt worden voor het doen van experimenten met betrekking tot de baan van een projectiel. De apparaten zijn niet geschikt voor kinderen uit de bovenbouw van de basisschool. Kinderen moeten zich er niet aan kunnen verwonden, en dat zou nu wel kunnen als de kogel zo klein is en daardoor de impact van de kogel dus redelijk hoog. Ook zitten er te fragiele onderdelen aan de apparaten om door kinderen gebruikt te worden zonder toezicht. Het is dan vrij waarschijnlijk dat er dingen afbreken of kapot gaan. Ook moet er bij de bestaande apparaten zelf een onderzoek gedaan worden om over de kogelbaan te leren. Voor het te ontwerpen apparaat zou een meer spelenderwijze aanpak en robuuster apparaat gewenst zijn.



Figuur 6 | Apparaten om kogels weg te schieten [5-10]

## 2. Vooronderzoek

### 2.4 Doelgroep

In dit hoofdstuk wordt de doelgroep beschreven die beoogd wordt voor dit ontwerp. Eerst wordt de doelgroep gedefinieerd en wordt er een omschrijving gegeven van de doelgroep. Vervolgens wordt het denkniveau van de doelgroep bepaald, wordt er beschreven wat kinderen op de basisschool al leren en worden manieren waarop de doelgroep leert beschreven. Als laatste wordt het verschil tussen jongens en meisjes onderzocht.

#### Omschrijving

De focus voor het ontwerp wordt gelegd op kinderen uit de bovenbouw van de basisschool, dus van groep 6 tot en met groep 8. Deze kinderen zitten in de leeftijd van 9-12 jaar. Bij het educatieve programma waar sterrenwacht Cosmos onderdeel van uit maakt komen kinderen uit groep 8 van de basisschool naar de sterrenwacht toe. En daarnaast komen er in de vrije tijd kinderen van diverse leeftijden langs, meestal met hun ouders. Het apparaat dat ontworpen wordt heeft te maken met het afschieten van projectielen en is daardoor meer geschikt voor kinderen in de bovenbouw en eventueel voor kinderen in de eerste jaren van de middelbare school.

Kinderen zijn erg actief en moeten hun energie ergens in kwijt, daarom zijn buiten spelen en sporten erg belangrijk voor de meeste kinderen. Ongeveer 85 % van de doelgroep speelt een paar keer per week buiten en 77% van de doelgroep is lid van een sportvereniging [11].

Spelen is onder andere belangrijk voor kinderen door het plezier dat ze er aan hebben, de bijdrage aan de ontwikkeling van een kind en doordat het ervoor zorgt dat een kind creatief kan zijn [12]. Een speeltoestel moet dus leuk zijn om mee te spelen, en als het bijdraagt aan de ontwikkeling is dat mooi meegenomen. Kinderen in de schoolleeftijd ontwikkelen graag talenten en vaardigheden, het liefst samen met leeftijdsgenootjes [12]. Vrienden zijn een belangrijk onderdeel van het leven van de doelgroep. Als kinderen zichzelf beschrijven beginnen ze met zichzelf in relatie tot andere mensen [13].

In het boek Pedagogische kader kindercentra 3-13 jaar wordt een onderscheid gemaakt in leeftijdscategorieën als het gaat om de spelinteresses. 7 t/m 9 jarigen zijn heel erg op elkaar gericht. Wat er gespeeld wordt, wordt bepaald door de groep. Er heerst competitie en jongens en meisjes spelen wel met elkaar, maar ook vaak alleen met het eigen geslacht. Regels in spellen liggen niet persé vast, maar worden zelf bepaald. Ze willen ontdekken en uitproberen, dus je moet ze uitdagen om zelf dingen uit te vinden. Deze groep wil graag met echte materialen bezig. 10 t/m 12 jarigen vormen groepjes aan de hand van hun interessegebieden. Ze zijn niet gericht op een groep in zijn geheel, maar op de subgroepjes met dezelfde interesses. In deze leeftijdsgroep zijn er ook kinderen die graag alleen bezig willen zijn. Kenmerkend van deze groep is dat ze ook geïnteresseerd zijn in achtergrondinformatie, bijvoorbeeld bij het maken van een vogelhuisje zijn ze geïnteresseerd in informatie over vogels. [12]

Kinderen hebben de neiging om gebruiksinstructies niet strikt te volgen en om, zeker zonder toezicht, met hun

eigen verbeeldingskracht nieuwe manieren van uitvoer te bedenken [14].

#### Denkniveau

Om het denkniveau van de doelgroep te bepalen moet gekeken worden naar de verschillende ontwikkelingen die kinderen doormaken. Volgens de 'genetic epistemology' theorie van Piaget is kennis niet buiten het kind, wachtend tot het ontdekt wordt. Noch is kennis helemaal voorgevormd in het kind, klaar om te voorschijn te komen als het kind zich ontwikkelt. In plaats hiervan wordt kennis ontdekt en heruitgevonden wanneer het kind ontwikkelt en interacties heeft met de wereld. Kennis wordt vergaard door bepaalde doelgerichte gedragswijzes en met het ouder worden van een kind veranderen deze gedragswijzes. Piaget onderscheidde drie soorten kennis die kinderen verwerven: fysische, logisch-mathematische, en sociaal-emotionele kennis. Fysische kennis heeft te maken met kennis over objecten in de wereld, wat geworven kan worden door de waar te nemen eigenschappen. Logisch-mathematische kennis is abstract en moet ontdekt worden, maar door acties die fundamenteel verschillen van de acties die de fysieke eigenschappen duidelijk maken. Sociaal-emotionele



Figuur 7 | Collage van de doelgroep

kennis is cultuur specifiek en kan alleen van andere mensen geleerd worden.

Piaget beschrijft vier fases van ontwikkeling: de sensorimotor periode (geboorte tot ongeveer 2 jaar), de preoperationele periode (ongeveer 2 jaar tot 6 of 7 jaar), de concreet operationele periode (6 of 7 jaar tot 11 of 12 jaar) en de formeel operationele periode (11 of 12 jaar tot volwassen). Het grootste deel van de doelgroep voor dit product zal zich in de concreet operationele periode bevinden, en een klein deel in de formele operationele periode. In de concrete operationele periode worden kinderen minder op zichzelf gericht. In deze fases laten kinderen logische geïntegreerde gedachten zien door acties die steeds meer geïnternaliseerd zijn. Ze ontdekken logisch mathematische kennis die resulteren in bepaalde handelingen. Kinderen in deze fase kunnen nog steeds niet hypothetisch denken. In de formeel operationele periode kunnen kinderen abstracte problemen op een systematische en logische manier oplossen. Daarnaast kan er nu hypothetisch geredeneerd worden en vaak wordt er nagedacht over sociale en morele zaken [15].

### ***Kennis vanuit de basisschool***

Kennis die vanuit de basisschool als bekend geacht wordt en van toepassing is bij deze opdracht is [16]:

- Optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen met positieve getallen
- Lengte- eenheden (centimeters, meters en kilometers)
- Percentages en breuken
- Snelheid: de betekenis van kilometers per uur (km/u) en meters per seconde (m/s)

### ***Hoe leert de doelgroep***

Dat kinderen op school leren is duidelijk, maar vooral ook na schooltijd leren kinderen veel bij. Tot het moment dat kinderen 6 jaar zijn leren ze vooral nog spelenderwijs de wereld ontdekken. Daarna gaan kinderen veel meer logisch en rationeel nadenken, begrijpen veel meer, onthouden meer, en kunnen beter het perspectief van anderen zien. Van 7 tot en met 9 jaar wordt taal als nieuw middel gebruikt om kennis te verwerven. Door te lezen en schrijven krijgen ze toegang tot de kennis die in de wereld te vinden is. Kinderen van 10 tot en met 12 jaar gebruiken het lezen en schrijven om de wereld om hen heen nog verder te ontdekken. Ze hebben veel interesse in verschillende onderwerpen en stellen veel vragen over het hoe en waarom. Ze leren na denken over dingen die buiten hun eigen omgeving vallen en dingen die ze zelf hebben meegemaakt [12].

Kinderen vormen bepaalde ideeën over hoe zaken in de wereld werken. Dit is gebaseerd op ervaringen en dingen die hun verteld worden. Nieuwe begrippen worden gebaseerd op de ervaringen en inzichten die ze eerder verworven hebben. Kinderen hebben dus bepaalde ideeën over de wereld die al dan niet goed of fout zijn. Als ze iets moeten leren waar ze zelf een ander beeld over hebben is het belangrijk om dit oude niet correcte beeld goed te ontcrachten, zodat ze de nieuwe informatie als waar aannemen. Anders kan het zijn dat ze voor bijvoorbeeld een toets de informatie wel leren, maar in hun verdere leven weer terug grijpen op het oude beeld dat ze hadden [17, 18].

Kinderen hebben een natuurlijke nieuwsgierigheid en

ontdekkingslust naar de wereld om hen heen. Dit maakt het relatief makkelijk om kinderen te betrekken in de wetenschap [18].

Volgens Ogborn (1996) zijn er een aantal stappen die je kunt doorlopen om wetenschap goed uit te leggen aan leerlingen:

- De relevantie laten herkennen.
- Produceer links tussen het gerelateerde fenomeen, binnen de ervaring van kinderen of door praktische ontdekkingen.
- Maak onderscheid tussen een beschrijving van een evenement of fenomeen en een uitleg die op wetenschappelijke ideeën en inzichten gebaseerd is.
- Produceer links tussen de nieuwe wetenschappelijke concepten en het fenomeen, evenementen en bestaande wetenschappelijke kennis.
- Evalueer de potentie en limieten van de activiteiten, analogieën en bronnen in relatie tot het onderwerp. [19]

Deze stappen kunnen ook bij het ontwerpen van een speeltoestel toegepast worden om ervoor te zorgen dat kinderen de kogelbaan ontdekken.

Leren op school wordt gezien als werk wat nodig is voor later en een leerproces waarbij ze moeten luisteren naar de leerkracht. Bij het leren buiten school is vooral observeren aanwezig. Kinderen hebben een grote bewondering voor degenen die ze observeren om iets te leren buiten school. Belangrijk bij deze interactie is het krijgen van tips. Deze tips worden op een andere manier gezien dan het luisteren naar de leerkracht. Een tip komt voort uit het herkennen van de competentie van een kind en de wil om beter te worden. Bij het leren buiten school zijn ze overtuigd om dingen te proberen, uitdagingen aan te gaan en de wereld te ontdekken. [13]

Zaken die kinderen motiveren om te leren zijn: nieuwsgierigheid, een onderwerp dat dicht bij hun interesses ligt, een doel en een motiverende klasgenoot op hetzelfde niveau. Leren kan verder verrijkt worden door het toevoegen van een uitdaging of door humor. [20]

Interactieve ervaringen ondersteunen het leren. Interactieve ervaringen zorgen voor een interesse en houden de aandacht van de leerling, terwijl het ook de kennis vergroot en zorgt voor mogelijkheden om te redeneren. [21]

### ***Verschil tussen jongens en meisjes***

Een feit om dit punt in perspectief te plaatsen is dat het verschil tussen jongens en meisjes vaak minder groot is dan verschillen als gekeken wordt naar demografisch verschillende kinderen of verschillen tussen meisjes of jongens onderling [22].

Er zit een verschil tussen de motiverende factor van jongens en meisjes. Meisjes zijn meer geïnteresseerd in het tevreden stellen van volwassenen, zoals ouders en leraren. Jongens daarentegen zullen er minder in geïnteresseerd zijn om te studeren, behalve als het onderwerp hen interesseert [23]. Een ander verschil is de manier waarop onderwerpen het beste benaderd kunnen worden. Context bevordert meisjes met het leren, terwijl dit jongens juist vaker verveeld [24]. Bij meisjes is het dus beter om een onderwerp te relateren aan gebeurtenissen in de echte wereld. Terwijl het bij jongens beter is om op de theorie zelf te focussen.

## 2. Vooronderzoek

### Conclusie

Bij het ontwerpen voor deze doelgroep moet op een aantal dingen gelet worden, maar kan er ook gebruik gemaakt worden van bepaalde theorieën. Door een onderwerp dat dicht bij hun interesses ligt zijn kinderen eerder gemotiveerd om iets te leren. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan sporten. Een ander middel om kinderen te motiveren is concurrentie en de interesse wekken om uit te willen vinden hoe het werkt.

Qua denkniveau zit de doelgroep in de fase om de kogelbaan te begrijpen en verbanden te leggen tussen de in te stellen hoek en snelheid en de baan van de bal.

Bij het ontwerpen is het belangrijk in gedachten te houden dat jongens en meisjes nieuwe situaties of problemen op een andere manier aan pakken en door verschillende dingen gemotiveerd worden iets te leren.

### Extreem en oneigenlijk gebruik

Bij het ontwerpen van een toestel voor kinderen moet er rekening gehouden worden met extreem en oneigenlijk gebruik van het apparaat. Extreem of oneigenlijk gebruik dat bij dit toestel voor zou kunnen komen:

- Zo hard mogelijk proberen te schieten (harder dan eigenlijk bedoeld is)
- Een vader of ouder kind die 'stoer' wil doen
- Op anderen proberen te schieten
- Jonge kinderen die het apparaat interessant vinden en er mee gaan spelen

Dit dekt nog niet al het oneigenlijke gebruik dat zou kunnen plaatsvinden. Per idee en concept moet er gekeken worden op wat voor manier, waarvoor het niet bestemd is, kinderen dat apparaat zouden kunnen gebruiken.

### 2.5 Veiligheid

Bij het ontwerpen van een speeltoestel voor kinderen is het belangrijk dat het speeltoestel veilig gebruikt kan worden. Vanuit de regering en de Europese Unie worden bepaalde eisen gesteld aan producten die door kinderen gebruikt worden. In bijlage B staat een uitgebreidere lijst met eisen, maar hieronder staan de belangrijkste eisen beschreven:

- Verstikking door kleine onderdelen die in de luchtpijp kunnen komen na het inslikken [25].
- Oogletsel door speelgoed met scherpe punten of projectielen [25].
- Scherpe randjes, kleine en/of harde deeltjes aan speelgoed die makkelijk kunnen afbreken of die kinderen makkelijk kunnen lostrekken kunnen een gevaar vormen [25].
- Speelgoed en onderdelen daarvan, bijvast geïnstalleerd speelgoed en de verankering moeten de nodige mechanische eigenschappen en in voorkomend geval de vereiste stabiliteit hebben om de bij het gebruik uitgeoefende druk te weerstaan zonder dat zij breken of kunnen vervormen met gevaar voor lichamelijk letsel [26].
- De vorm en de samenstelling van projectielen en de kinetische energie die zij bij lancering door daarvoor ontworpen speelgoed kunnen ontwikkelen, zijn zodanig dat er, gelet op de aard van het speelgoed, geen risico van lichamelijk letsel voor de gebruiker of voor derden bestaat [26].



Vooronderzoek  
Programma van eisen  
Idee fase  
Concepten  
Eindontwerp  
Bijlagen

# Programma van eisen

## 3. Programma van Eisen

### Eisen

#### Algemeen

- Het apparaat is geschikt voor kinderen van 9-12 jaar (groep 6-8 van de basisschool).

#### Werking

- De actie moet binnen 2 minuten te herhalen zijn.
- Het is een fysiek apparaat, waarbij de gevolgen fysiek zichtbaar zijn.

#### Informatieoverdracht

- Het apparaat maakt de kogelbaan duidelijk.
- Door het apparaat leren kinderen de invloed van de hoek van wegschieten op de kogelbaan.
- Door het apparaat leren kinderen de invloed van de snelheid van wegschieten op de kogelbaan.
- Het apparaat is te gebruiken met een korte handleiding door middel van tekeningen/afbeeldingen.
- Extra informatie is op een interessante manier weergegeven voor kinderen.

#### Uiterlijk

- Het apparaat past bij de uitstraling van de Newtonzaal in de sterrenwacht.
- Het apparaat is qua afmetingen geschikt voor 95% van de kinderen van 9-12 jaar.

#### Veiligheid

- Het apparaat is veilig te gebruiken zonder toezicht.
- Het apparaat is te gebruiken zonder jezelf te verwonden.
- Het apparaat is te gebruiken zonder de mogelijkheid om anderen te verwonden.
- Er kunnen geen kleine onderdelen afbreken of losgehaald worden van het apparaat.
- De ballen hebben een diameter van minimaal 33 mm, zodat ze niet ingeslikt kunnen worden door kleine kinderen.
- De vorm en het materiaal van de projectielen en de kinetische energie die ontwikkeld kan worden bij lancering zijn zo ontworpen dat er bij afschieten geen risico is op lichamelijk letsel.
- Het apparaat bevat geen scherpe randen.
- Het apparaat moet een goede stabiliteit hebben, zodat het niet om kan vallen en de bij gebruik of mogelijk te verwachten gebruik uitgeoefende druk kan weerstaan.

#### Extreem gebruik

- Het apparaat moet blijven staan als een kind met een gewicht van 50 kg er tegen aan duwt.

#### Wensen

- Het apparaat is te gebruiken zonder handleiding of uitleg.
- Het apparaat is ook interessant voor kinderen van 12-14 jaar.

Vooronderzoek  
Programma van eisen

Idee fase

Concepten

Eindontwerp  
Bijlagen

# 4. Ideeën

Er zijn verschillende elementen die in het speeltoestel terugkomen. De elementen kunnen apart van elkaar ontworpen worden en later gecombineerd tot een geheel. De ideeën worden in dit hoofdstuk ook op deze manier besproken.

## 4.1 Doel

Als eerst wordt er gekeken naar het doel van het speeltoestel. Dus op wat voor manier kinderen de effecten van de in te stellen hoek en snelheid ontdekken. Er zijn verschillende manieren waarop dit zou kunnen gebeuren.

**Afstand** - In dit geval wordt er gewerkt met het raken van een bepaalde afstand. Qua uitvoering komt op een bepaalde plek een bak omhoog of verschuift een bak naar een bepaalde plek die geraakt moet worden.

**Kleuren** - Bij dit idee hebben de ballen verschillende kleuren en de opvangbakken die achter elkaar staan ook dezelfde verschillende kleuren. De kinderen moeten dan proberen de bal in de bak te gooien die dezelfde kleur heeft als deze bal. Een variatie hierop werkt met hetzelfde principe, alleen dan met planeten. Dus het schiettoestel en de opvangbakken beelden het zonnestelsel uit. Dit idee kan op meerdere manieren toegepast worden.

**Hoogte** - In dit geval moeten de ballen op een bepaalde hoogte geschoten worden. Hierbij kan het dat alle hoogtes geraakt moeten worden, dat bepaalde kleuren ballen naar een bepaalde hoogte geschoten mogen worden of dat er maar één hoogte per schot geraakt moet worden, en dat deze hoogte dan varieert.

**Hoogte en afstand** - In dit geval moet er en een bepaalde hoogte en een bepaalde afstand gehaald worden. Hierdoor wordt het verschil tussen met 30 graden en 60 graden schieten duidelijk. Maar ook het verschil tussen 30 graden en 45 graden.

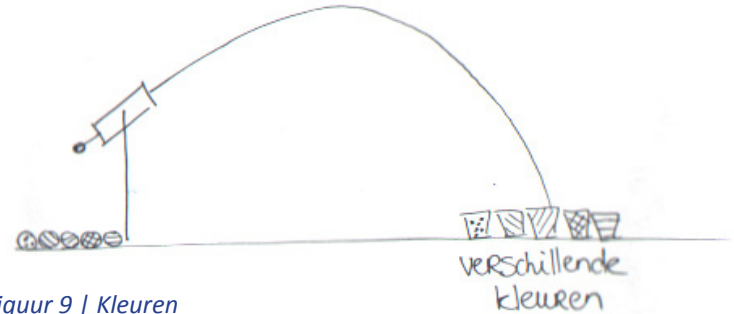
**Competitie** - Door competitie worden kinderen gemotiveerd om er snel achter te komen wat de relatie is tussen de in te stellen hoek en snelheid en de afstand en hoogte van de baan van de bal. Hierbij wordt het een soort wedstrijd wie de kogelbaan het beste door heeft.

## Conclusie

Aan de hand van de in te stellen waarden en een uitwerking van de kogelbaan bij de verschillende instellingen zal gekeken worden welke manier het meest leerzaam is. Dit zal aan het begin van de conceptfase gedaan worden.



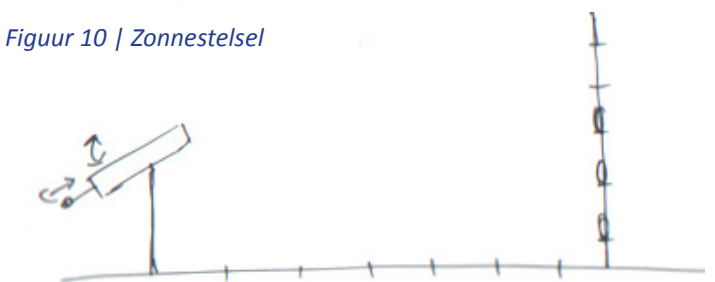
Figuur 8 | Afstand



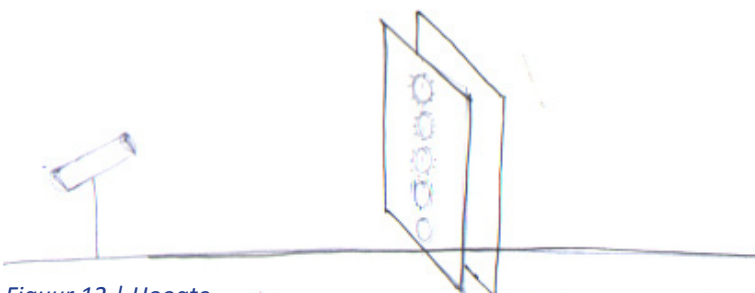
Figuur 9 | Kleuren



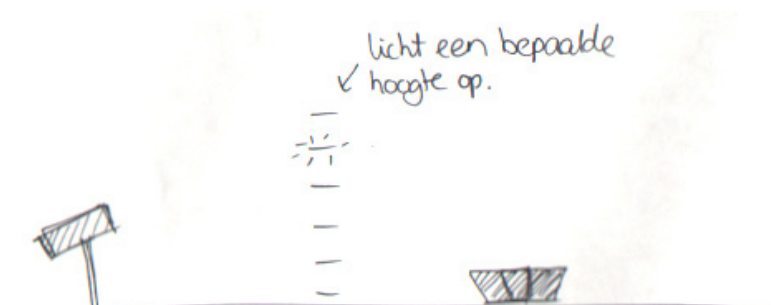
Figuur 10 | Zonnestelsel



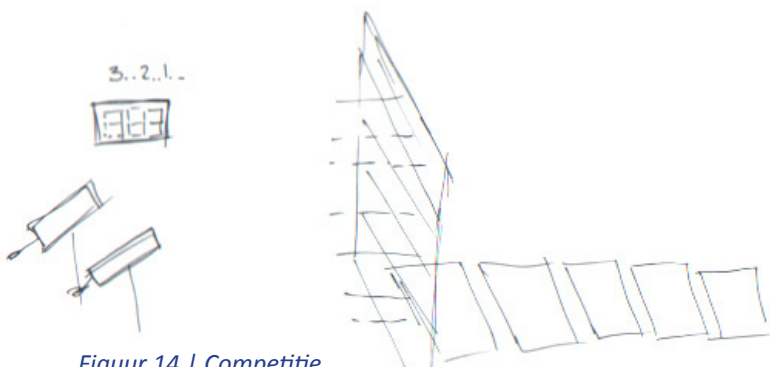
Figuur 11 | Hoogte



Figuur 12 | Hoogte



Figuur 13 | Afstand en hoogte



Figuur 14 | Competitie

### 4.2 Baan zichtbaar maken

Om ervoor te zorgen dat kinderen ook echt kunnen ontdekken wat de kogelbaan is, zou op een bepaalde manier deze baan zichtbaar gemaakt moeten worden. Hieronder staan verschillende manieren beschreven voor de uitvoering.

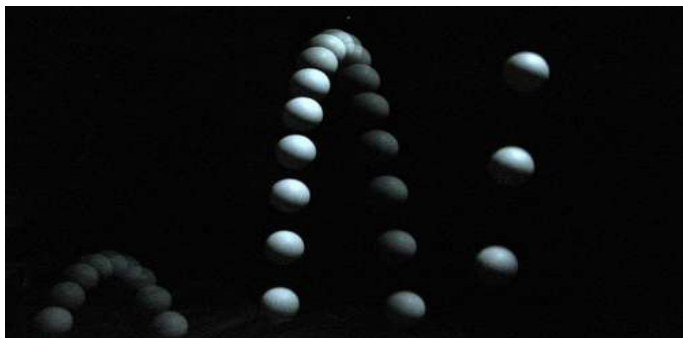
**Banen zichtbaar op de muur** - Binnen dit idee zijn verschillende uitvoeringen mogelijk. De banen zouden altijd zichtbaar kunnen zijn of zichtbaar worden doordat de bal langs komt. Als de banen altijd zichtbaar zijn, kun je goed zien of de hoek waaronder je schoot en de snelheid goed zijn. Er is dan wel minder uitdaging in het zelf ontdekken. In figuren 15, 16 en 17 zijn manieren te zien waarop de bal zichtbaar gemaakt zou kunnen worden. Ook zou de bal bijvoorbeeld over een schuine plaat geschoten kunnen worden, waarna de baan zichtbaar wordt.

**Baan waar doorheen geschoten moet worden** - Bij dit idee staan er bijvoorbeeld ringen waar de bal doorheen geschoten moet worden. Op deze manier blijft de baan zichtbaar. En hier kunnen door middel van observatie van de juistheid van de baan de instellingen aangepast worden tot de bal de juiste baan heeft.

**Blokkades** - Door blokkades toe te voegen aan de ruimte waar de bal doorheen gaat wordt een bepaalde baan afgedwongen om het doel te raken. Hierdoor wordt indirect de baan zichtbaar.

### Conclusie

Bij het uitwerken van de concepten moet gekeken worden of het zichtbaar maken van de baan iets toevoegt aan het leren kennen van de kogelbaan.



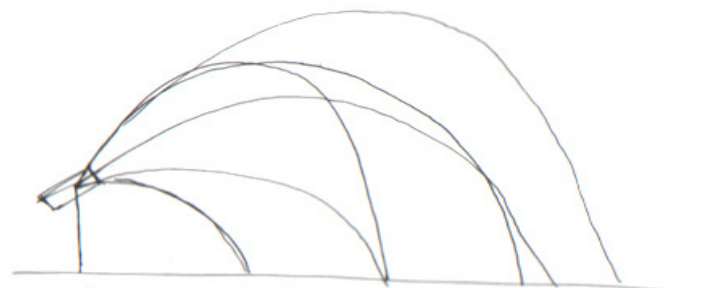
Figuur 15 | Stroboscoop gebruiken om de baan zichtbaar te maken



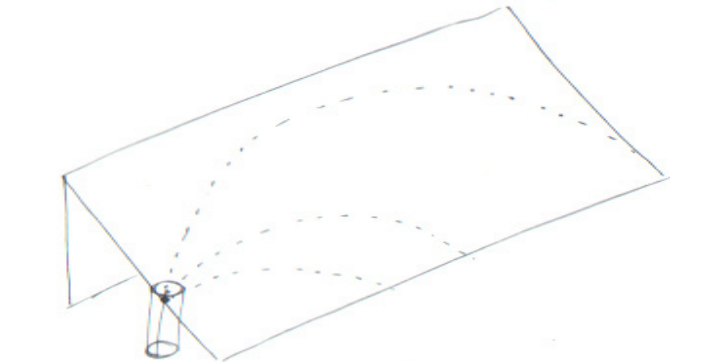
Figuur 16 | Interactieve muur die beweging/verandering in licht zichtbaar maakt



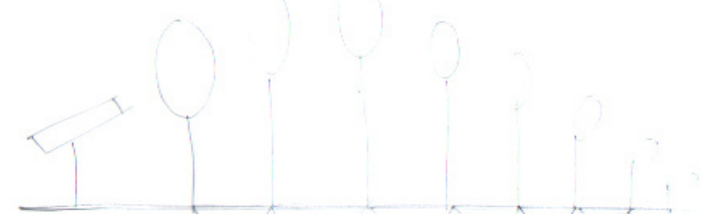
Figuur 17 | De schaduw van de bal gebruiken om de baan zichtbaar te maken



Figuur 18 | De baan is altijd zichtbaar op de muur.



Figuur 19 | Een schuine plaat, waardoor het makkelijker wordt om de baan zichtbaar te maken.



Figuur 20 | De bal moet door de ringen heen geschoten worden. De ringen maken de kogelbaan zichtbaar.



Figuur 21 | Door blokkades wordt een bepaalde baan afgedwongen en wordt de baan indirect zichtbaar.

# 4. Ideeën

## 4.3 Schietmechanisme

Er zijn verschillende mogelijkheden om een bal weg te schieten.

**Veer** - Door een veer aan te spannen kan er een kracht gerealiseerd worden om de bal weg te schieten. De veer kan met verschillende lengtes ingedrukt worden, waardoor verschillende snelheden van de bal gerealiseerd kunnen worden. Door de veer in een loop te plaatsen is de richting te controleren en kunnen verschillende hoeken gerealiseerd worden.

**Katapult** - Een katapult werkt door middel van een elastiek dat aangespannen wordt. Door de afstand waarover het elastiek aangespannen wordt, kunnen verschillende snelheden bereikt worden. Dit is uit te voeren in verschillende groottes.

**Slinger** - Door een slinger tegen een bal aan te laten stoten krijgt de bal een stoot. Door de slinger van verschillende hoogtes los te laten kunnen verschillende snelheden gerealiseerd worden.

**Kruisboog** - Een kruisboog werkt met een vergelijkbaar principe als de katapult. Een kruisboog werkt vaak echter met grotere snelheden en is daardoor minder geschikt voor deze opdracht.

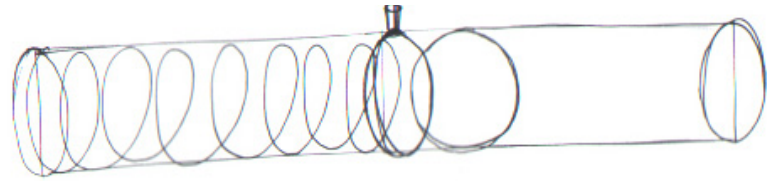
**Luchtbuks** - De bal wordt uit de luchtbuks weggeschoten door een expansie van gecomprimeerd gas.

**Hoogte** - Door de bal van een bepaalde hoogte te laten rollen wordt potentiële energie omgezet in kinetische energie. Hierdoor wordt een bepaalde snelheid opgebouwd. Hoe hoger de afstand waarover de bal verticaal verplaatst hoe hoger de uiteindelijke beginsnelheid van de bal. Een nadeel hierbij is dat de hoek lastig in te stellen is.

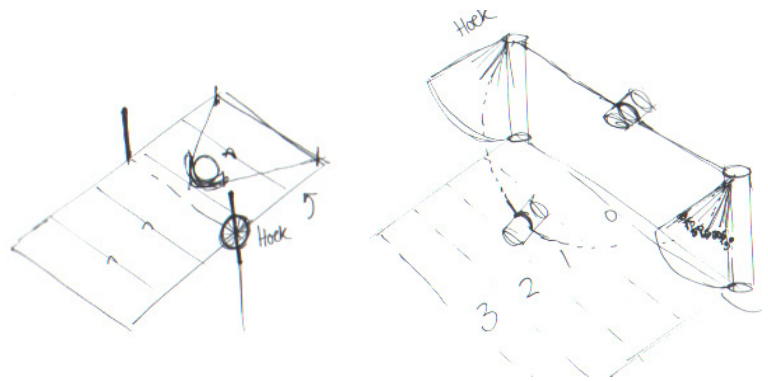
**Snelheid opbouwen door middel van rotatie (rad)** - Door de bal in een roterende beweging te laten draaien kan een snelheid opgebouwd worden. Door de bal hierna los te laten en weg te laten schieten krijgt de bal een bepaalde beginsnelheid en hoek mee.

### Conclusie

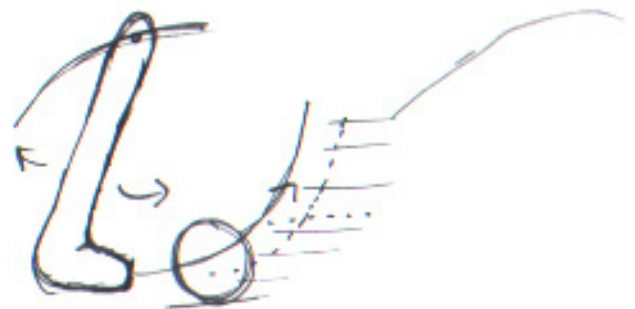
Na al deze mogelijke manieren van wegschieten bekeken te hebben zijn er drie manieren naar voren gekomen die verder uitgewerkt gaan worden. Als eerst het systeem met de veer, omdat het principe van dit systeem redelijk simpel werkt en hier qua instellen nog veel aan besloten kan worden. Als tweede zal de slinger verder uitgewerkt worden, omdat dit systeem kinderen zou kunnen doen denken aan de sporten die ze beoefenen, zoals hockey, voetbal en tennis. Hierdoor wordt waarschijnlijk de interesse van kinderen eerder gewekt om uit te vinden hoe het werkt. Als derde zal het systeem met het rad uitgewerkt worden. Bij dit idee kan de snelheid mooi zichtbaar gemaakt worden, waar dit bij andere systemen meer abstract is in de vorm van een schuif.



Figuur 22 | Schieten door middel van een veer



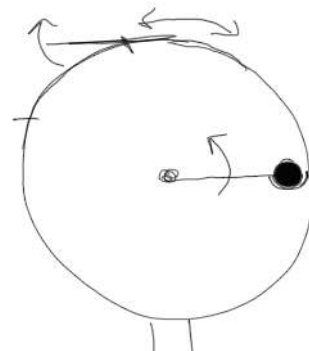
Figuur 23 | Systeem gebaseerd op een katapult



Figuur 24 | Slinger



Figuur 25 | Bal snelheid meegeven door hem vanaf een bepaalde hoogte los te laten.



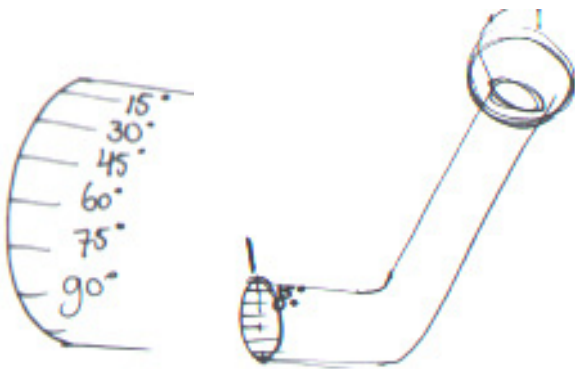
Figuur 26 | Rad - snelheid opbouwen door middel van rotatie

### 4.4 Hoek en snelheid instellen

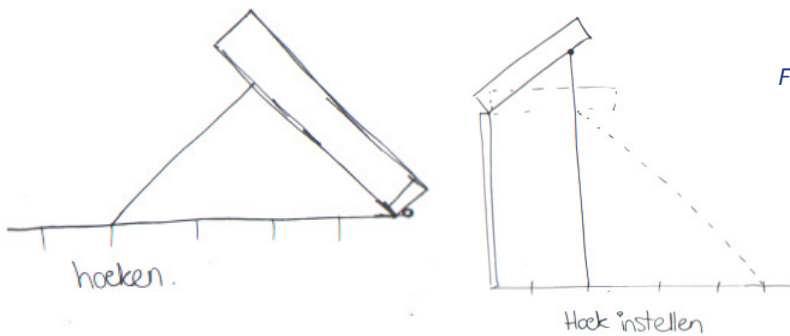
Bij het ontwerp gaat het erom dat kinderen leren wat voor effect de snelheid en de hoek waaronder de bal weggeschoten wordt op de bal heeft. Daarom is het belangrijk dat het voor kinderen ook duidelijk is hoe dit ingesteld kan worden en wat het betekent dat ze iets op een andere stand zetten. De opties die hier neergezet worden zijn vooral van toepassing op een ontwerp waarbij er echt een loop is waar de bal in geplaatst wordt en van waaruit deze weg geschoten wordt. Er wordt gekeken naar de manier om het in te stellen en om deze instelling zichtbaar te maken.

#### Hoek

Het instellen van de hoek kan direct of via een hulpmiddel. Op deze pagina staan hier een aantal mogelijkheden voor. De uiteindelijke keuze hangt van de duidelijkheid en het gemak af. Het zichtbaar maken van de hoek kan door het plaatsen van een gradenboog.



Figuur 27 | Hoek instellen door een hendel en zichtbaar maken door graden weer te geven.



Figuur 28 | Door middel van een poot de hoek instellen.



Figuur 29 | Hoek zichtbaar maken door een gradenboog met een touwtje met gewichtje.

#### Snelheid

De manier voor het instellen van de snelheid hangt heel erg van de gekozen manier van schieten af. Op deze pagina staan vooral manieren weergegeven voor het schieten met behulp van een veer.

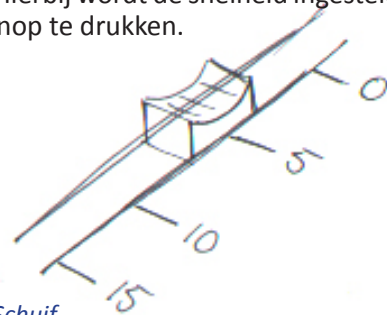
**Handmatig** - Dit is vooral van toepassing bij de katapult, slinger en het rad. Hierbij wordt om te kunnen schieten de snelheid ingesteld door de hoogte, afstand of snelheid van ronddraaien.

**Schuif** - Door een schuif te verplaatsen wordt de snelheid ingesteld.

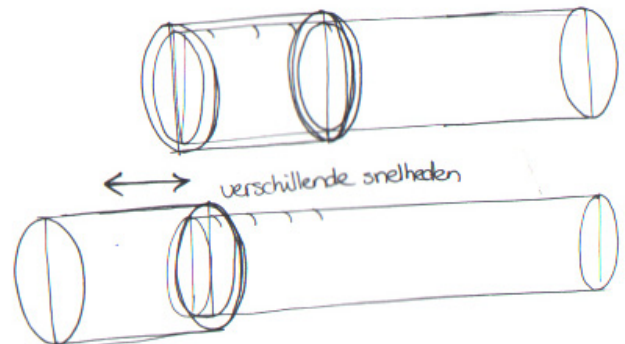
**Ring** - Dit werkt hetzelfde als met de schuif, alleen dan met een hele of halve ring om de buis heen.

**Uittrekken** - Door een knop tot een bepaalde afstand uit te trekken kan de snelheid ingesteld worden.

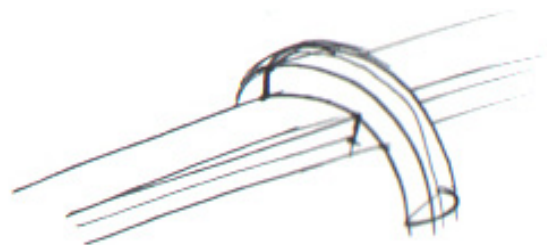
**Knoppen** - Hierbij wordt de snelheid ingesteld door op een bepaalde knop te drukken.



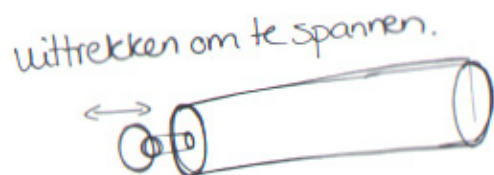
Figuur 30 | Schuif



Figuur 31 | Verschuifbaar deel aan de achterkant



Figuur 32 | Halve ring waarmee de snelheid ingesteld kan worden.



Figuur 33 | Een knop aan de achterkant die naar achter getrokken kan worden om verschillende snelheden in te stellen.

# 4. Ideeën

## 4.5 Standaard voor het schietmechanisme

Het is het meest ideaal als het instellen en wegschieten op een manier kan gebeuren die ergonomisch is. Een standaard die ervoor zorgt dat kinderen er makkelijk bij kunnen is hiervoor noodzakelijk. Op deze pagina staan een aantal ontwerpen die hiervoor gebruikt zouden kunnen worden.

**Buizen** - Bij dit ontwerp wordt het schietgedeelte tussen twee buizen vast gezet.

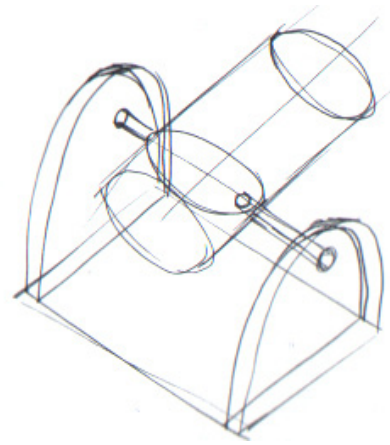
**Standaard met één poot** - Bij dit ontwerp wordt de schietbuis vastgezet op één poot. Hierdoor is er veel bewegingsruimte om het schietdeel heen.

**(Houten) houder** - De houten houder is een houder opgebouwd uit houten platen waar het schietdeel tussen geklemd wordt. Onderin het schietdeel is het nu mogelijk om ballen op te slaan.

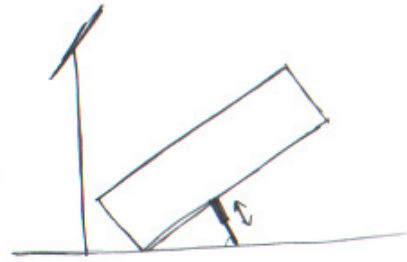
**Kleine houder** - Het is ook mogelijk om alleen een houder te maken waarin het schietdeel geklemd wordt. Dit deel kan dan bijvoorbeeld op een tafel gezet worden als dit gewenst is. Op deze manier is er nog meer vrijheid voor het plaatsen van het schietdeel.

### Conclusie

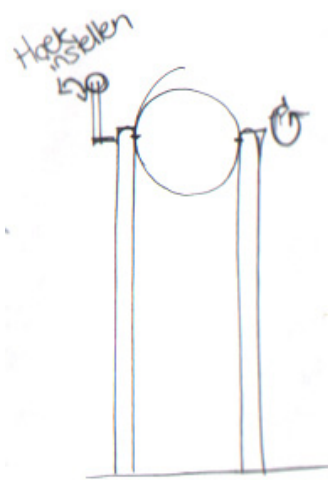
In dit deel is nog globaal gekeken wat voor standaard er mogelijk zou zijn. Bij het verder uitwerken van de concepten moet er bepaald worden wat het beste bij dat concept past en hoe de standaard verder uitgewerkt kan worden.



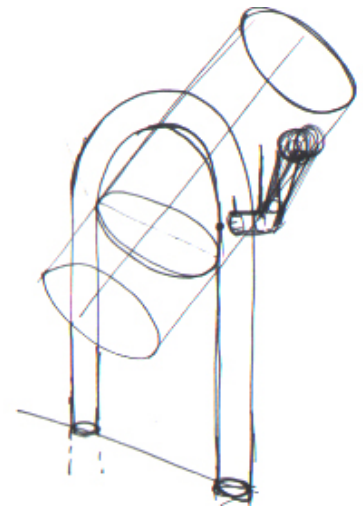
Figuur 34 | Standaard voor op een tafel of verhoging



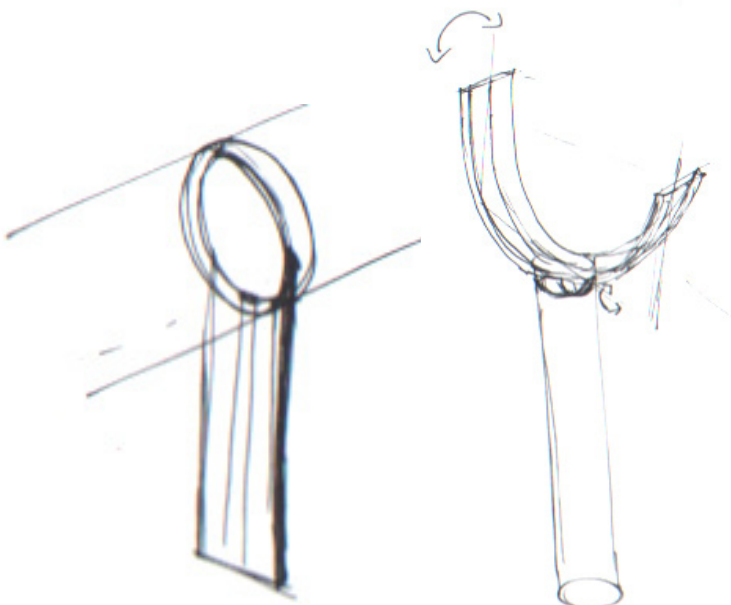
Figuur 35 | Standaard met het schietdeel op de vloer



Figuur 36 | Standaard die het schietdeel aan twee kanten klemt.

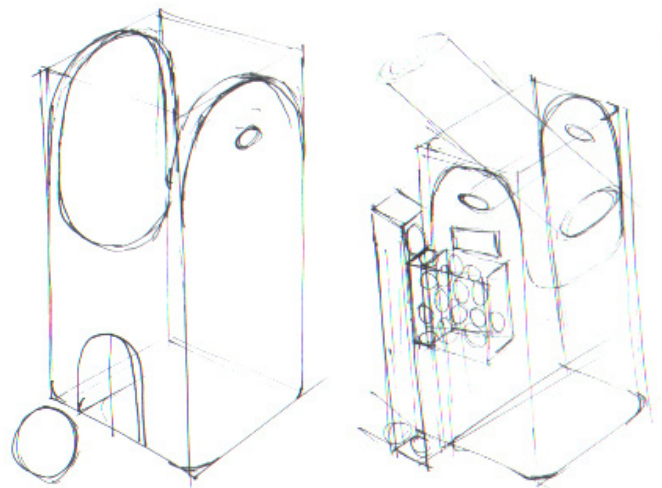


Figuur 37 | Klemmend vanuit twee kanten met een boog klemt.



Figuur 38 | Standaard die het apparaat van onder klemt

Figuur 39 | Klemmend van onderen



Figuur 40 | Een houten standaard waar het schietdeel tussen klemt



### 4.6 Beloning

Een beloning bij juist schieten kan kinderen motiveren om meerdere instellingen te proberen en er niet na één keer schieten al mee op te houden. Er zijn verschillende mogelijkheden voor het geven van een beloning, welke hieronder besproken worden.

**Puzzel** - Door een puzzel te koppelen aan het raken van bepaalde bakken worden de kinderen gemotiveerd om alle bakken te raken. Hierdoor krijgen ze meer inzicht in de effecten van de verschillende instellingen. De uitvoering hiervan kan op meerdere manieren.

**Geluiden** - Geluiden geven een goede feedback aan kinderen over wat ze doen. Een voorbeeld van een motiverend geluid zijn de prullenbakken in de Efteling die 'papier hier' zeggen. Hierdoor willen kinderen dingen weg gooien om te kijken wat het effect is. In dit geval zou bij elke bak bijvoorbeeld een verschillend geluid kunnen horen, waardoor kinderen alle bakken willen raken.

**Licht** - Met licht kan hetzelfde effect bereikt worden. Door licht kan duidelijk gemaakt worden welke bak geraakt is, dus als vorm van feedback. Maar er zouden ook patronen gevormd kunnen worden, die nieuwsgierigheid bij de kinderen opwekken om erachter te komen wat er gebeurt als ze nog een bak raken.

#### Conclusie

De puzzel is de vorm waarin de meeste drang naar het raken van de andere bakken zal zijn. Daarom zal dit principe verder uitgewerkt worden bij de conceptuutwerking.

### 4.7 Bal terug

Het zou handig zijn als de bal vanzelf terug komt en de kinderen de ballen niet zelf hoeven te halen. Dit zou op de volgende manieren kunnen.

**Schuine helling** - Een schuine helling is de meest simpele vorm om de bal terug te laten komen. De bal rolt op deze manier vanzelf terug naar het begin.

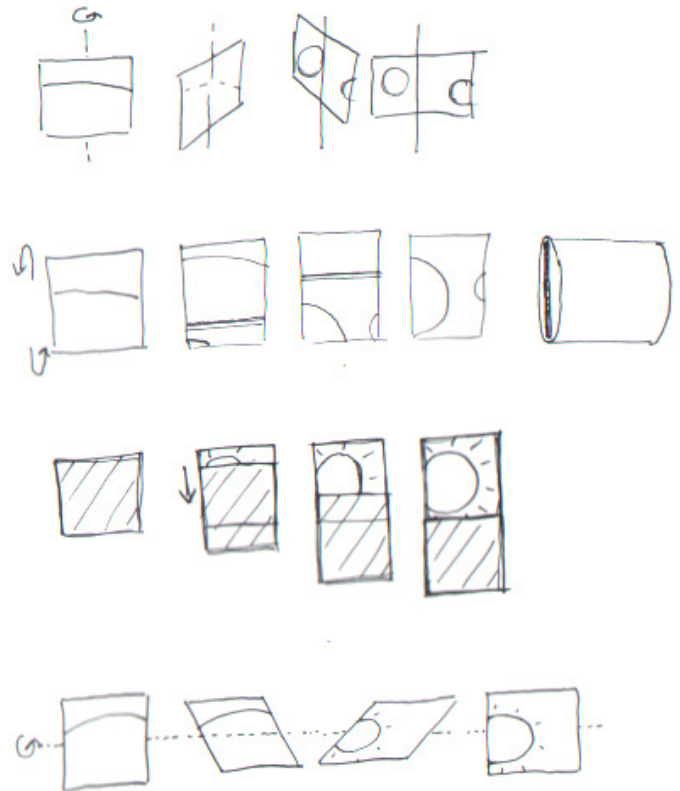
**Lopende band** - Een lopende band zorgt ervoor dat de ballen terug komen. Dit zou aangedreven kunnen zijn door een motor of handmatig.

**Uitlopende spijlen** - Door spijlen die uitlopen wordt de bal in een bepaalde richting gestuurd. Deze manier werkt waarschijnlijk niet zo goed over een grote afstand.

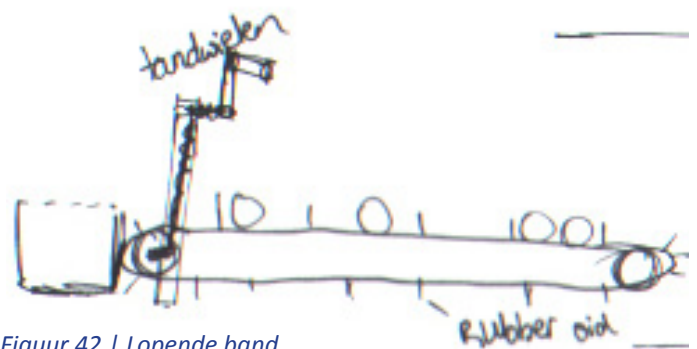
**Kracht aan de andere kant** - Door bijvoorbeeld een veerstoet of lucht kan de bal weer teruggestuurd worden.

#### Conclusie

De schuine helling is de meest simpele en minst foutgevoelige manier. Als dit toe te passen is in het ontwerp zal er dus voor deze oplossing gekozen worden.



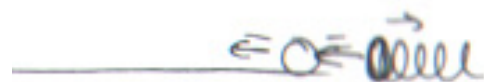
Figuur 41 | Manieren voor de uitvoering van de puzzel



Figuur 42 | Lopende band



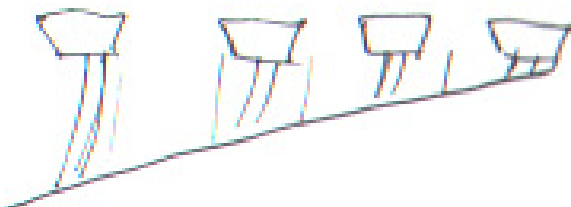
Figuur 44 | uitlopende spijlen



Figuur 43 | Veer



Figuur 46 | Luchtdruk

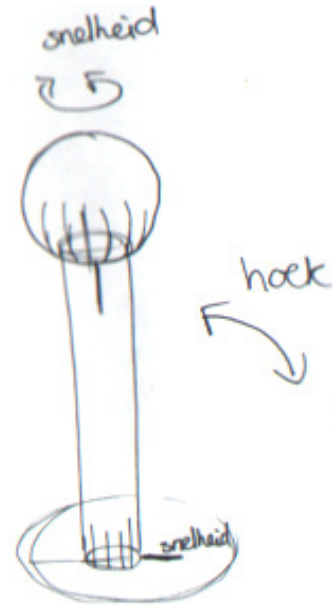


Figuur 45 | Schuine helling

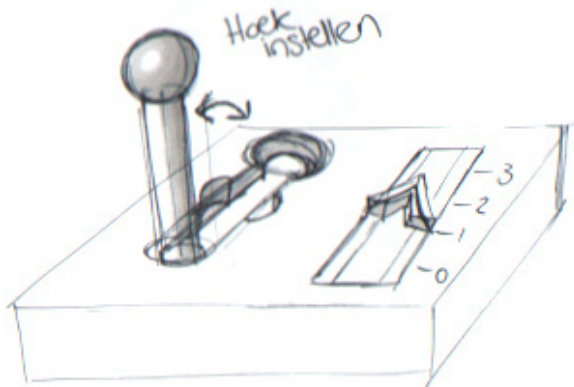
# 4. Ideeën

## 4.8 Buiten

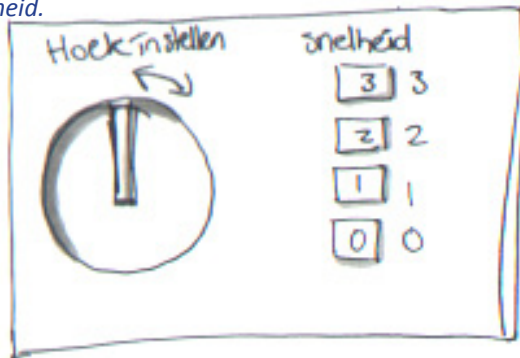
Naast een systeem binnen is het ook mogelijk om een deel van het apparaat buiten naar te zetten. Op deze manier is er meer ruimte voor het schietdeel van het apparaat. Het schietdeel en het doel zijn hierbij nog vergelijkbaar aan het systeem binnen. Als dit het geval is moet er echter met een aantal andere dingen rekening gehouden worden. De onderdelen die buiten staan moeten wel tegen de verschillende weersomstandigheden kunnen. Het bedieningspaneel komt binnen te staan. Mogelijkheden voor dit bedieningspaneel zijn op deze pagina zichtbaar.



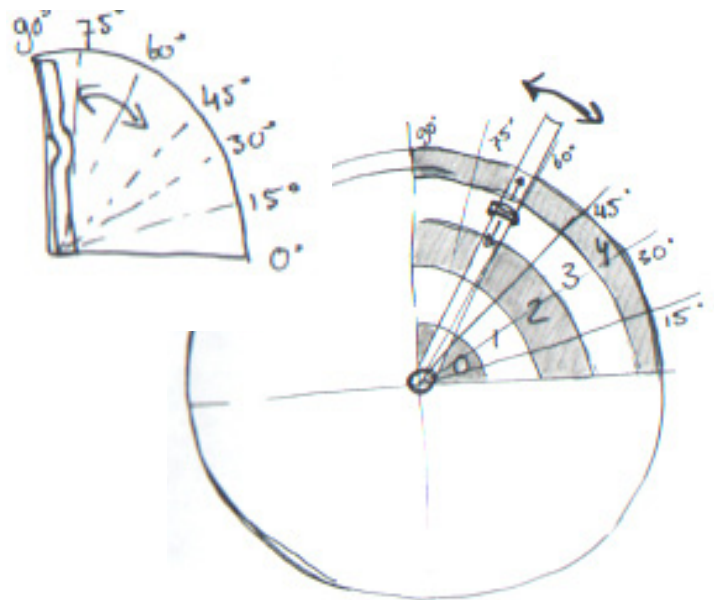
Figuur 49 | Knuppel



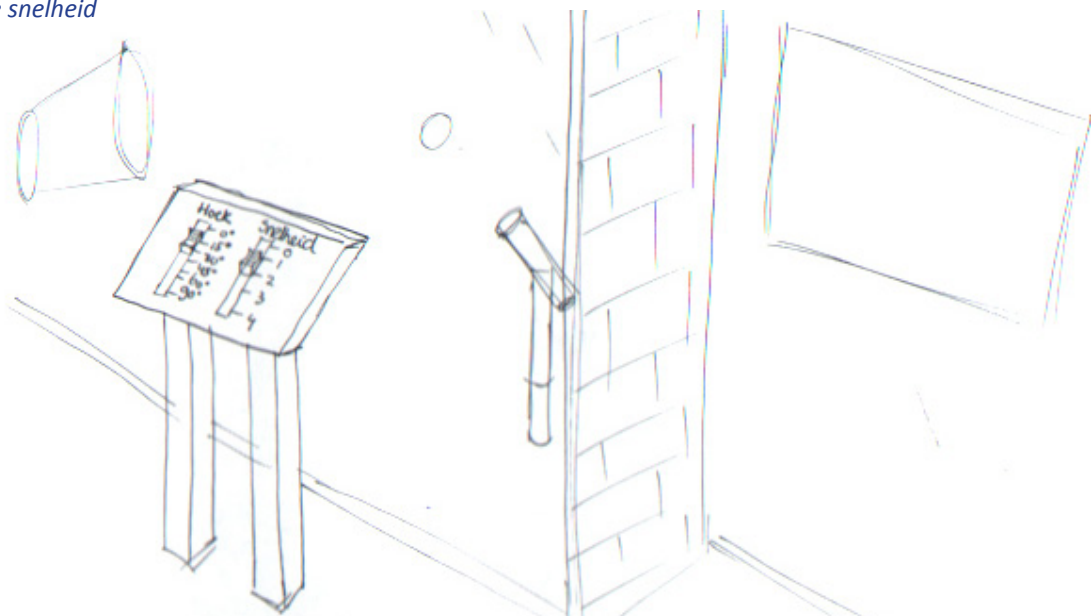
Figuur 47 | Paneel met hendel voor de hoek en schuifknop voor de snelheid.



Figuur 48 | Paneel met een verschuifbare arm voor de hoek en knoppen voor de snelheid



Figuur 50 | Snelheid en hoek geïntegreerd



Figuur 51 | Situatie buiten: schietdeel buiten en het bedieningspaneel binnen

Vooronderzoek  
Programma van eisen

Idee fase

Concepten

Eindontwerp  
Bijlagen

# 5. Concepten

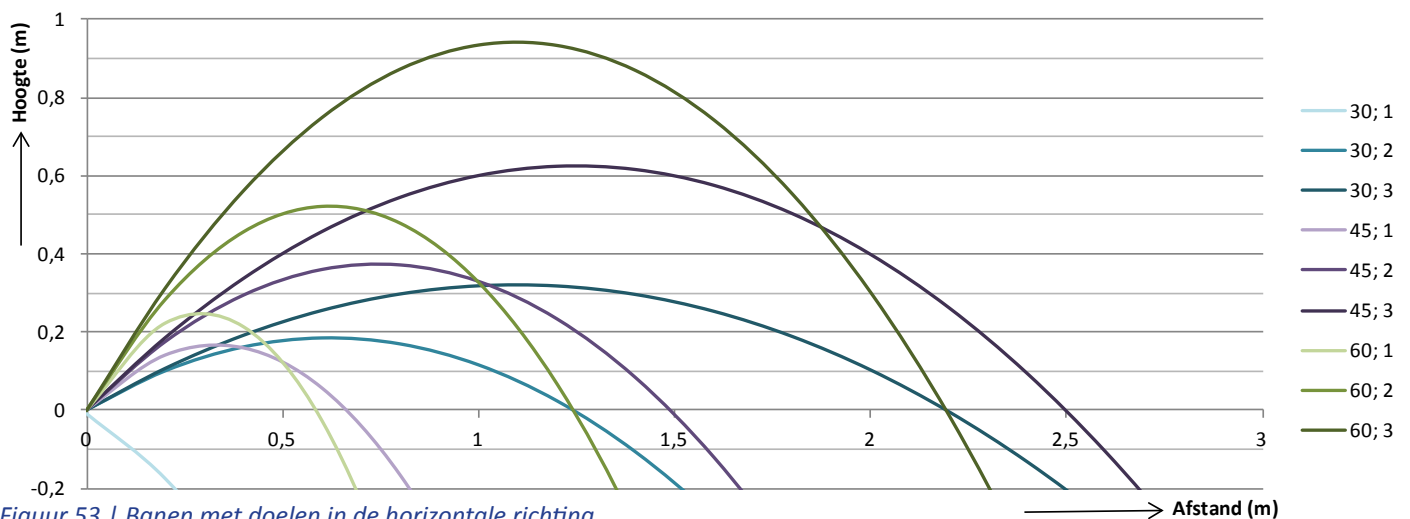
Op basis van de ideefase is er in deze fase verder gegaan met het uitwerken van de ideeën. Hierbij worden dezelfde categorieën aangehouden als bij de ideefase, waarbij in sommige gevallen al naar samenvoegingen gekeken wordt.

## 5.1 Doel

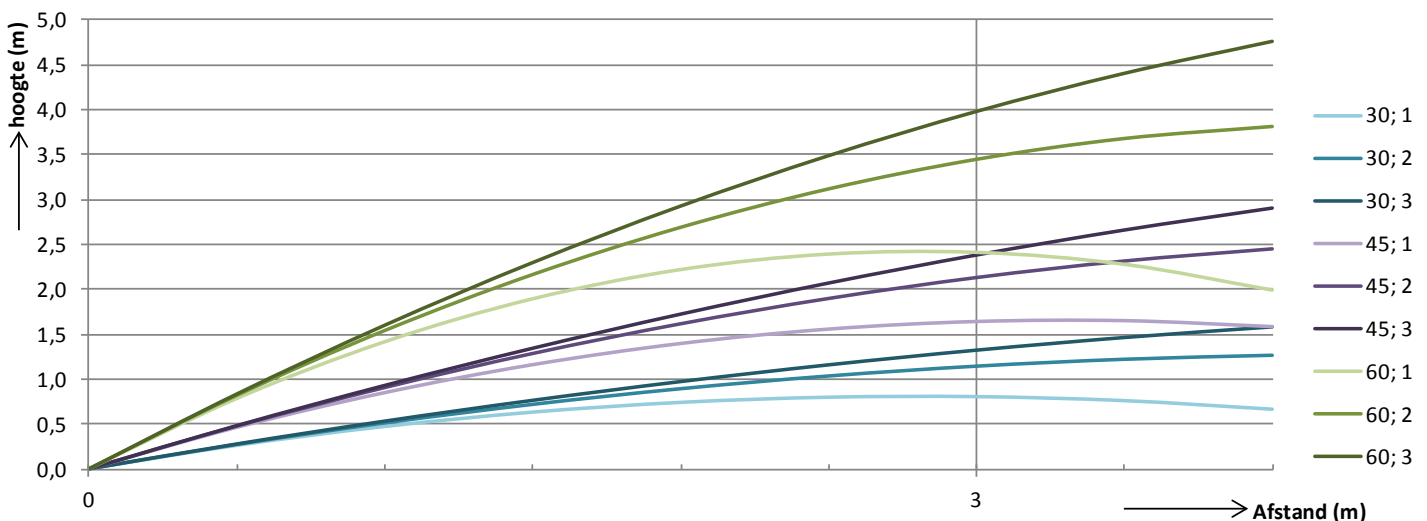
Om te kunnen bepalen wat voor doel het beste is moet er gekeken worden naar de kogelbaan. In figuur 53 zijn de landingsplekken te zien bij een doel gebaseerd op de horizontale as. En in figuur 54 zijn de landingsplekken te zien bij een doel op de verticale as. Bij landingsplekken op de horizontale as is er een duidelijk effect te zien van de snelheden en de hoek die ingesteld wordt. Bij het verticale doel is dit niet het geval. De toppen van de banen liggen ook niet allemaal in één lijn, dus het is lastig om een doel te maken dat gericht is op de hoogte van de kogelbaan. Daarom is ervoor gekozen om het doel te baseren op figuur 53. Hierbij is het de bedoeling dat het doel zich op dezelfde hoogte bevindt als de lanceringshoogte van de bal. In de tabel hiernaast staat voor welke beginsnelheden en daarmee de afstand waarover geschoten gaat worden gekozen is.

Hoek (°)	Beginsnelheid (m/s)	v0x (m/s)	v0y (m/s)	x (m)	y-top (m)
30	2,5	2,2	1,3	0,55	0,08
30	3,75	3,2	1,9	1,24	0,18
30	5	4,3	2,5	2,21	0,32
45	2,5	1,8	1,8	0,64	0,16
45	3,75	2,7	2,7	1,43	0,36
45	5	3,5	3,5	2,55	0,64
60	2,5	1,3	2,2	0,55	0,24
60	3,75	1,9	3,2	1,24	0,54
60	5	2,5	4,3	2,21	0,96

Figuur 52 | Tabel met de waarden van de kogelbaan



Figuur 53 | Banen met doelen in de horizontale richting



Figuur 54 | Banen met het doel in verticale richting

# 5. Concepten

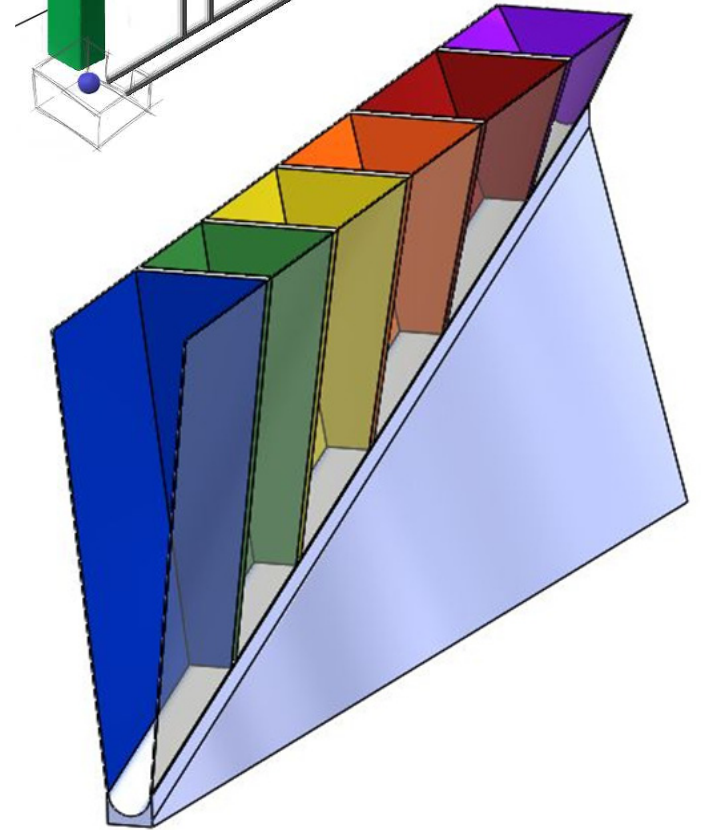
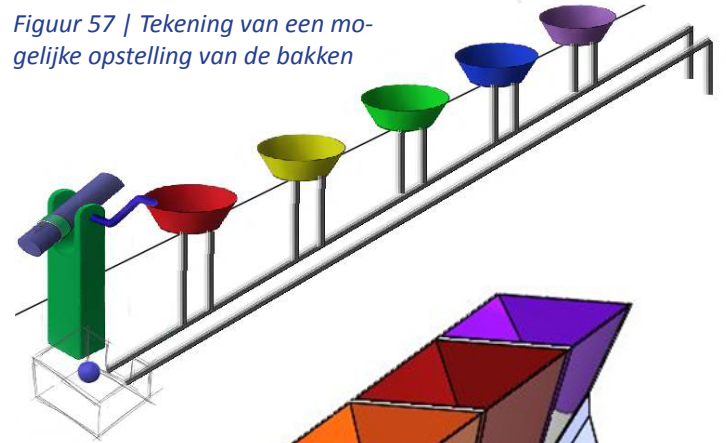
Nu het soort doel gedefiniëerd is kan het doel verder ontworpen worden. De bal moet op dezelfde hoogte opgevangen worden als dat de bal gelanceerd wordt. De bakken zullen dus redelijk hoog moeten zijn. Dit kan goed gecombineerd worden met de schuine helling om de ballen terug te laten komen naar het schietpunt.

Het doel zal daarnaast ook werken met de verschillende kleuren. Dit om de verschillende bakken goed duidelijk te maken en om de kinderen te motiveren alle bakken te raken. Ook zal het principe van een puzzel in het doel verwerkt worden. In het eerste idee stonden de bakken nog los van elkaar, maar het is niet handig dat de bal dan tussen de bakken kan vallen, dus is er voor een oplossing gekozen waarbij de bakken elkaar opvolgen. en de ballen onder de bakken terug kunnen rollen om ruimte te besparen.

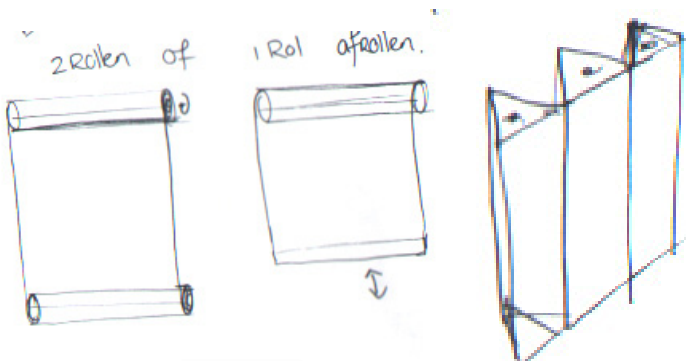
## 5.2 Puzzel

De puzzel kan op een aantal manieren gerealiseerd worden. De afbeelding zou boven het doel zichtbaar kunnen worden, zoals bijvoorbeeld bij de ideeën te zien is door platen die draaien of schuiven. Ook zou een constructie gebruikt kunnen worden waarbij de afbeeldingen opgedeeld zijn in lange stroken en door middel van draaiende driehoeken verschillende afbeeldingen zichtbaar worden. Een andere oplossing is afgeleid van reclameborden waar reclames voorbij komen draaien. Een derde oplossing zou zijn om de afbeelding door middel van licht zichtbaar te maken. De laatste is de minst foutgevoelige keuze, dus hier zal verder naar gekeken worden.

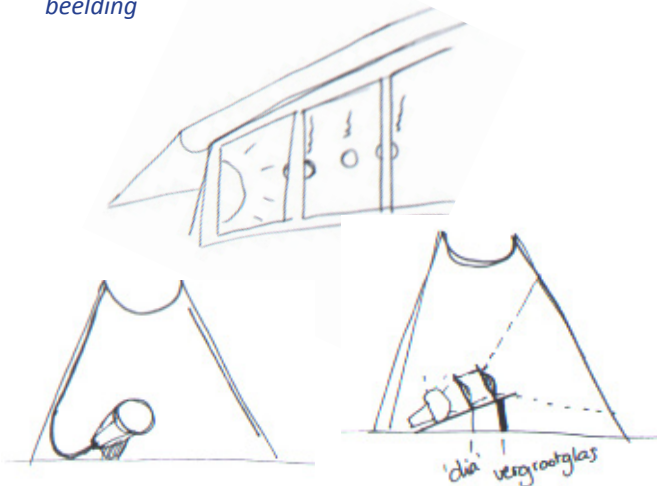
Figuur 57 | Tekening van een mogelijke opstelling van de bakken



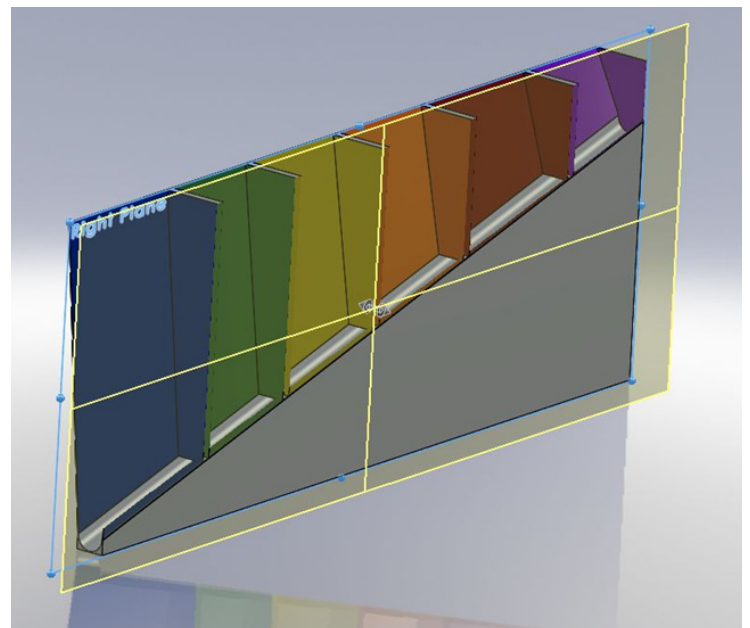
Figuur 58 | Solid works model van het concept voor het doel.



Figuur 55 | Mogelijkheden voor het weergeven van de afbeelding



Figuur 56 | De afbeeldingen weergegeven met behulp van sheets en een lamp of door middel van een dia



Figuur 59 | Doorsnede van het doel

# 5. Concepten

## 5.3 Schietmechanisme veer

### Werking

Het mechanisme bestaat uit een buis waar een veer in zit die door hem tot een bepaalde afstand in te drukken verschillende snelheden aan de bal mee geeft. Dit wordt in het ontwerp gerealiseerd door middel van een halve ring die over de loop heen zit. Na het afschieten moet deze ring naar voren gehaald worden om de veer terug te halen, de ring kan daarna in verschillende standen neergezet worden. Op de ring zit een trigger die ervoor zorgt dat de veer losschiet en de bal een stoot geeft.

De hoek waaronder de bal weggeschoten wordt, wordt bepaald door de hoek waaronder de loop staat. De loop kan handmatig gedraaid worden en blijft staan in de stand waarop je hem loslaat. Dit werkt door rubberen ringen tussen de loop en de standaard die voor weerstand zorgen. De hoek wordt zichtbaar gemaakt door op de zijkant van de standaard het aantal graden en een bijbehorende lijn te plaatsen.

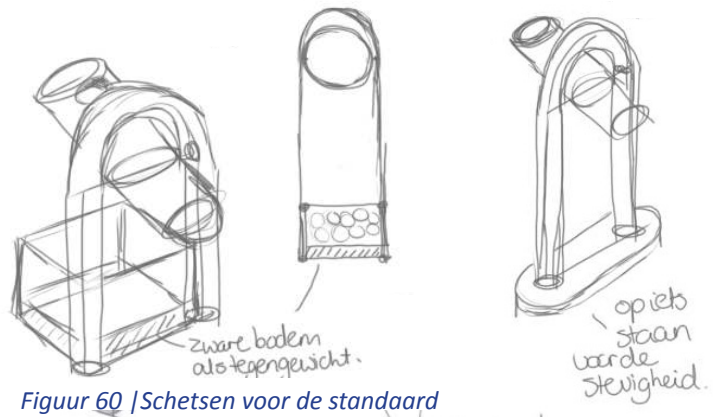
### Haalbaarheid

In bijlage C is een uitwerking te vinden over de haalbaarheid van het halen van de gewenste beginsnelheden bij het gebruiken van een veer. De conclusie is dat door de grote diversiteit aan veren deze optie goed haalbaar is.

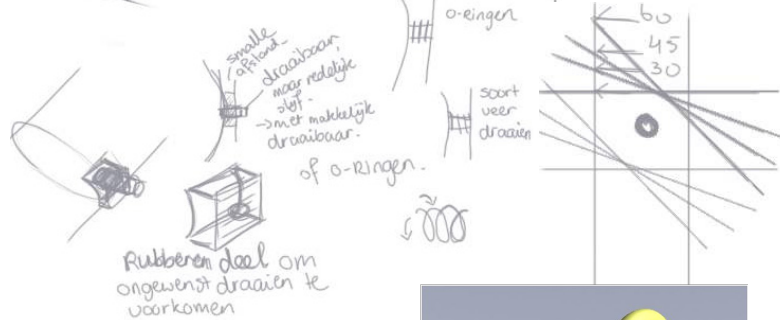
### Standaard

Voor de standaard zijn twee opties verder uitgewerkt. De ontwikkelingen van de eerste zijn te zien in figuur 63 en 66. Hierbij is er uiteindelijk voor gekozen voor een schuine standaard voor de stabiliteit. Onderin kunnen ballen opgeslagen worden.

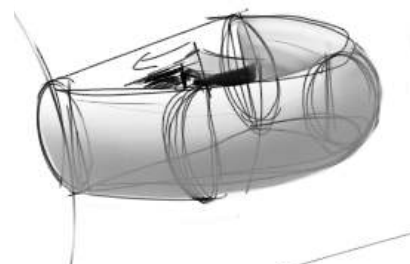
De tweede optie is met houten platen. De ballen kunnen onderin bewaard worden. De bereikbaarheid van het schiet-deel is in dit geval minder.



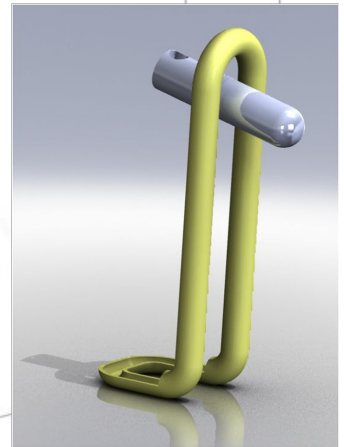
Figuur 60 | Schetsen voor de standaard



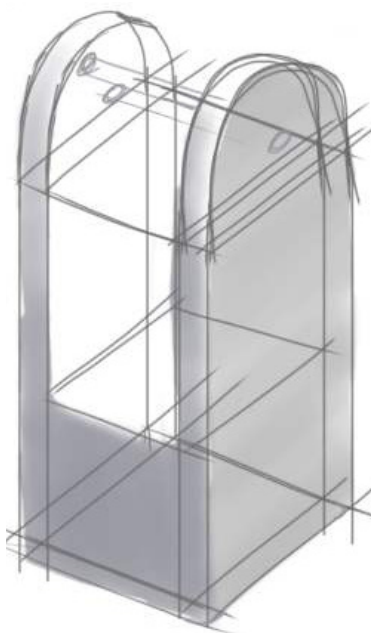
Figuur 61 | Werking voor het instellen van de hoek



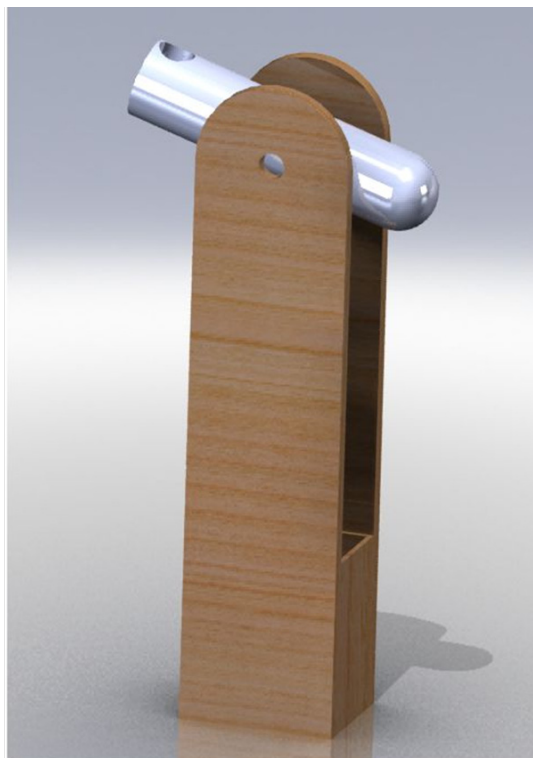
Figuur 62 | Snelheid instellen en afschieten



Figuur 63 | Rechte standaard van buizen



Figuur 64 | Houten standaard



Figuur 65 | Solid works model houten standaard



Figuur 66 | Solidworks model schuine standaard van buizen

# 5. Concepten

## 5.4 Slinger

### Werking

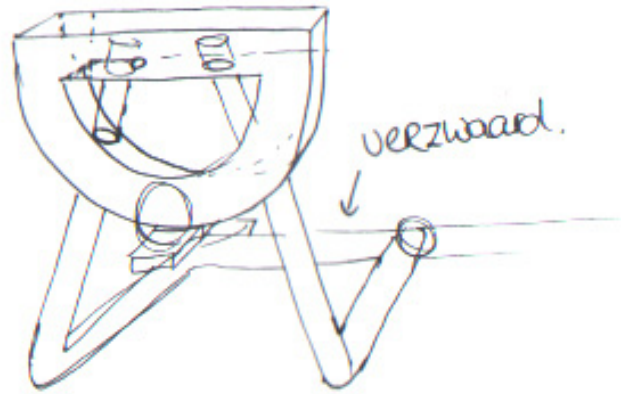
Dit schiettoestel werkt door een slinger vanaf een bepaalde hoogte los te laten en deze tegen de bal aan te laten slingeren. De snelheid wordt ingesteld door de slinger vanaf een bepaalde hoogte los te laten. De uiteindelijke snelheid wordt zichtbaar gemaakt door strepen en cijfers op de standaard te zetten op de hoogtes die de juiste snelheid creëren. De hoek wordt ingesteld door het draaipunt en de plek van de bal ten opzichte van elkaar te verplaatsen. De hoek is zichtbaar door op de verschillende plekken aan te geven onder welke hoek er dan geschoten wordt.

### Haalbaarheid

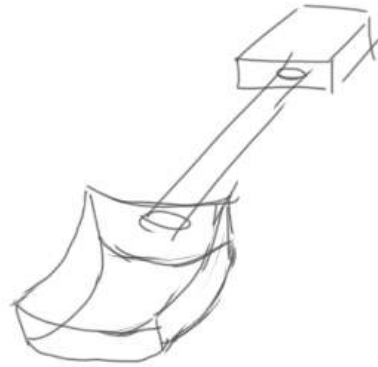
In bijlage C is een uitwerking te vinden over de haalbaarheid van het halen van de gewenste beginsnelheden bij het gebruiken van een slinger. De conclusie is dat door de verhouding tussen de massa van de bal en de massa aan het uiteinde van de slinger aan te passen de gewenste snelheden bereikt kunnen worden. Deze manier van schieten is dus goed haalbaar.

### Standaard

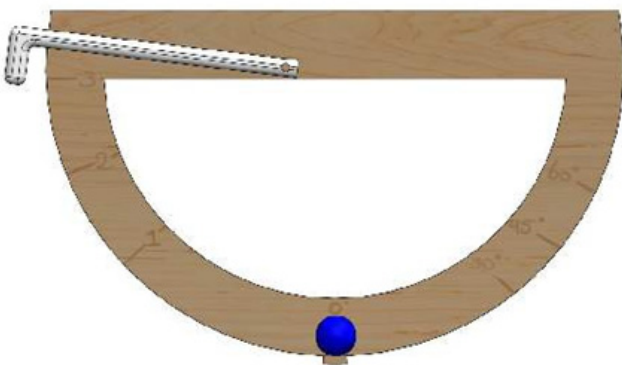
De standaard voor de slinger is vergelijkbaar met de standaard van het schietmechanisme van de veer. Figuur 67 geeft een indruk van de standaard.



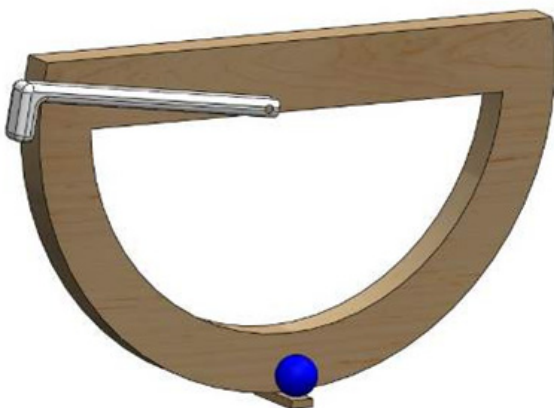
Figuur 67 | Standaard voor de slinger



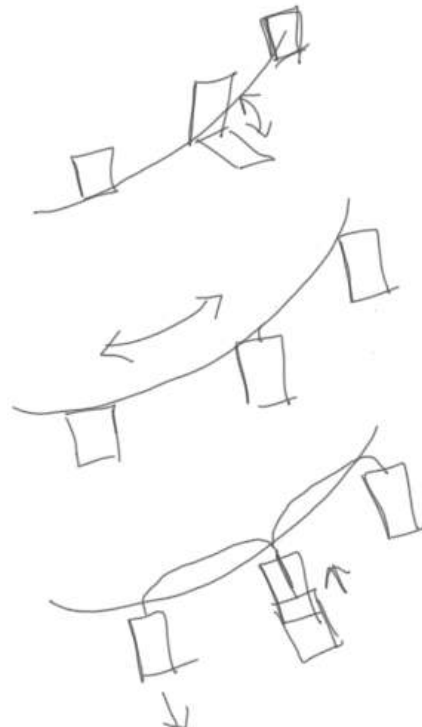
Figuur 68 | Plankje om de bal op te leggen



Figuur 70 | Vooraanzicht schietgedeelte slinger



Figuur 71 | Solidworks model van de slinger



Figuur 69 | Manieren om de plankjes te verplaatsen: opklapbaar, verplaatsbaar, inschuifbaar

# 5. Concepten

## 5.5 Rad

### Werking

In het rad wordt de snelheid van de bal gerealiseerd door de bal met een bepaalde snelheid rond te laten draaien. Dit wordt gerealiseerd door een hendel die rondgedraaid kan worden. Aan de hendel zit een arm bevestigd met een houder die de bal voort duwt. De beginsnelheid van de bal is zo gekoppeld aan de draaisnelheid en daardoor goed duidelijk voor kinderen.

De hoek kan ingesteld worden door het hele rad te draaien. Er zit een klep op het rad die opengezet kan worden en die de bal in een bepaalde richting stuurt als deze het rad verlaat.

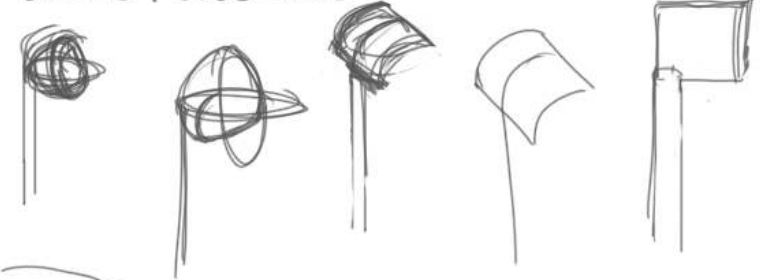
### Haalbaarheid

In bijlage C is een uitwerking te vinden over de haalbaarheid van het halen van de gewenste beginsnelheden bij het gebruiken van een slinger. De conclusie is dat als er een omzetting in het rad plaats vindt de beginsnelheden goed te halen zijn.

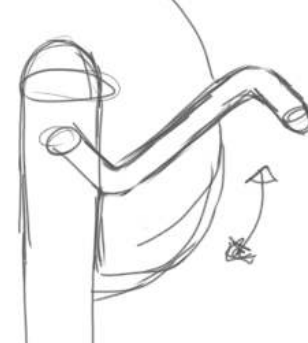
### Standaard

Voor het rad zijn ook meerdere opties mogelijk voor de standaard. De standaard zit aan de achterkant van het rad. De standaard moet goed stevig kunnen staan, omdat door de rotatie en het gewicht boven er redelijk wat krachten op de standaard kunnen komen te staan.

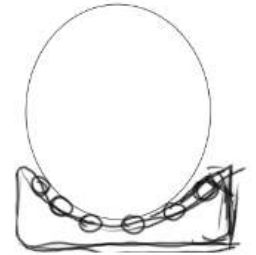
Vormen balhouder



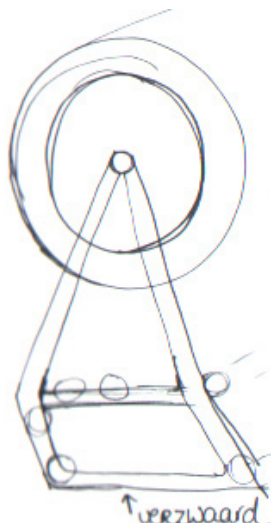
Figuur 72 | Verschillende soorten balhouders



Figuur 73 | Hendel om het rad aan te sturen



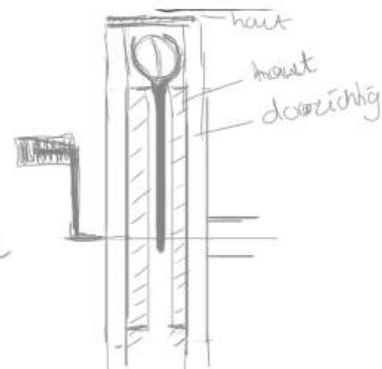
Figuur 74 | Mogelijkheid om de hoek in te stellen



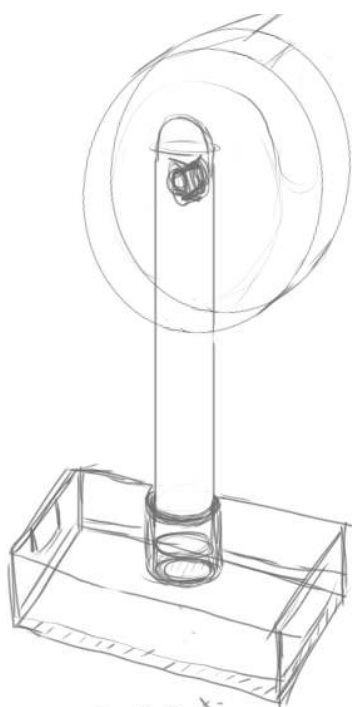
Figuur 75 | Standaard voor het rad



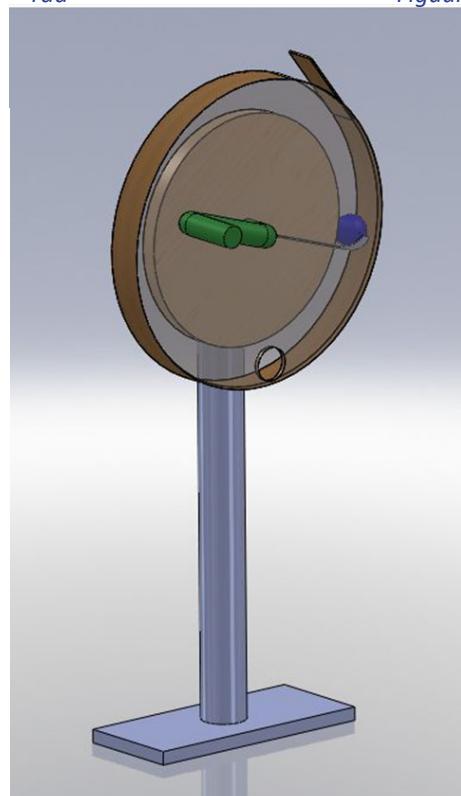
Figuur 76 | Schets



Figuur 77 | Doorsnede van het rad



Figuur 78 | Tekening van het rad



Figuur 79 | Solid works model van het rad



Figuur 80 | De verhoudingen van het rad weergegeven



## 5.6 Geschikte bal

Bij de keuze van een bal moet met een aantal dingen rekening gehouden worden. De bal moet geen schade toe kunnen brengen als deze te hard geschoten of gegooid wordt. Verder mag de bal niet te klein zijn, omdat kleine kinderen deze dan in kunnen slikken. Ook moet de massa van de bal niet te hoog zijn, omdat er dan een grotere kracht nodig is om de bal weg te kunnen schieten. Verder is het belangrijk dat de ballen makkelijk te verkrijgen zijn, in verband met kapotgaan, kwijtraken en het meenemen van ballen door kinderen. En als laatste kan gekeken worden naar de prijs van de ballen.

Ballen die eventueel geschikt zouden zijn en commercieel verkrijgbaar zijn:

Soort	Doorsnede (cm)	Massa (gram)	Prijs (€)
Pingpongbal	4	2,7	Gekleurd: 0,91
Tennisbal	6,5-6,9	56-60	2,30
Foambal	6,5	20	3
	9	30-40	3-4
	12	35	4,30
	15	70	6,40
Anti Stress bal van PU	6-7	30	0,38-2 (bij een afname van ongeveer 100)

## 5.7 Ergonomische afmetingen

Er zijn bepaalde afmetingen van kinderen waar rekening mee gehouden moet worden bij het ontwerpen van het speeltoestel. Het apparaat moet ergonomisch zo goed mogelijk bedient kunnen worden. Afmetingen die hierbij mee genomen moeten worden staan hieronder weergegeven in de tabel.

Populaties maten (mm)	NL kinderen 9 tot 10 jaar, gemengd		NL kinderen 10 tot 11 jaar, gemengd		NL kinderen 11 tot 12 jaar, gemengd		NL kinderen 8-12 jaar, gemengd	
	gem	st. Dev	gem	st. Dev	gem	st. Dev	gem	st. Dev.
2. Lichaamslengte	1405	61	1466	67	1510	69	1460,3	113,9
4. Schouderhoogte	1124	55	1181	60	1222	63	1175,7	102,9
20. Functionele armlengte	568	39	593	41	615	43	592,0	71,1
44. Hand breedte zonder duim	68	4	70	4	72	4	70,0	6,9
55. Lichaamsgewicht	32	5	37	7	41	7	36,7	11,1

Figuur 81 | Ergonomische maten doelgroep

# 5. Concepten

## 5.8 Keuze

Om de keuze voor een conceptringing te maken van het schietmechanisme is er gekeken hoe goed deze concepten aan de eisen voldoen. In onderstaande tabel is te zien in hoe verre de concepten aan de eisen voldoen. Dit is een schatting, dus de uitkomst moet als advies gezien worden en hoeft niet persé de doorslag te geven.

Te zien is dat de waarden heel dicht bij elkaar liggen. Het concept met de slinger heeft net het hoogst aantal punten gescoord.

Bij het concept met de slinger kunnen kinderen zich het beste

voorstellen hoe ze dit zelf ook zouden kunnen toepassen op bijvoorbeeld het gebied van sporten. Door hun interesse trekt dit kinderen aan om te 'leren' hoe het principe werkt. Hierdoor en door het bekijken van het concept aan de hand van de eisen is ervoor gekozen om het concept met de slinger verder uit te werken.

### Keuze ontwerp

Waarde 1-3 (1= niet belangrijk, 3= heel belangrijk)			Schietmechanisme					
Beoordeling van 1-5 (1= voldoet er niet aan, 5 = voldoet hier helemaal aan)			Veersysteem		Stoter (sport)		Rad	
0 = niet van toepassing			Beoordeling	Totaal	Beoordeling	Totaal	Beoordeling	Totaal
Eisen		Waarde eis (1-3)						
Algemeen	Het apparaat is geschikt voor kinderen van 9-12 jaar (groep 6-8 van de basisschool)	3	5	15	5	15	4	12
Werking	De actie moet snel te herhalen zijn	2	4	8	4	8	4	8
	Het is een fysiek apparaat, waarbij de gevolgen fysiek zichtbaar zijn	3	4	12	5	15	5	15
Informatieoverdracht	het apparaat maakt de kogelbaan duidelijk	3	4	12	4	12	4	12
	Door het apparaat leren kinderen de invloed van de hoek van wegschieten op de kogelbaan	3	4	12	4	12	4	12
	Door het apparaat leren kinderen de invloed van de snelheid van wegschieten op de kogelbaan	3	4	12	5	15	5	15
	Door het apparaat leren kinderen dat de massa van het weggeschoten voorwerp geen invloed heeft op de kogelbaan	2	3	6	3	6	3	6
	Het apparaat is te gebruiken met een korte handleiding door middel van tekeningen/afbeeldingen	3	4	12	5	15	4	12
	Extra informatie is op een interessante manier weergegeven voor kinderen.	2		0		0		0
Uiterlijk	Het apparaat past bij de uitstraling van de Newtonzaal in de sterrenwacht	2	4	8	4	8	4	8
	Het apparaat is qua afmetingen geschikt voor 95% van de kinderen van 9-12 jaar.	3	4	12	4	12	4	12
Veiligheid	Het apparaat is veilig te gebruiken zonder toezicht	3	4	12	4	12	4	12
	Het apparaat is te gebruiken zonder jezelf te verwonden	3	4	12	4	12	3	9
	Het apparaat is te gebruiken zonder de mogelijkheid om anderen te verwonden	3	3	9	3	9	3	9
	Er kunnen geen kleine onderdelen afbreken of losgehaald worden van het apparaat.	2	5	10	4	8	4	8
	De ballen zijn zo groot dat ze niet ingeslikt kunnen worden door kleine kinderen.	3	5	15	5	15	5	15
	De vorm en het materiaal van de projectielen en de kinetische energie die ontwikkeld kan worden bij lancering zijn zo ontworpen dat er bij afschieten geen risico is op lichamelijk letsel.	2	5	10	5	10	5	10
	Het apparaat bevat geen scherpe randen.	3	5	15	3	9	4	12
	Het apparaat moet een goed stabiliteit hebben, zodat het niet om kan vallen en de bij gebruik of mogelijk te verwachten gebruik uitgeoefende druk kan weerstaan.	3	3	9	3	9	3	9
Extreem gebruik	Het apparaat moet veel kracht kunnen weerstaan (rukken, trekken, duwen, trappen)	3	4	12	4	12	4	12
Wensen	Te gebruiken zonder handleiding of uitleg			0		0		0
	Het apparaat is ook interessant voor kinderen van 12-14 jaar			0		0		0
<b>Totaal</b>				213		214		208

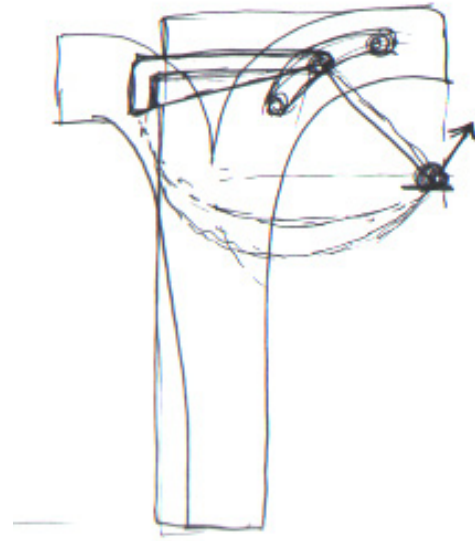
# 5. Concepten

## 5.9 Ontwikkeltraject naar eindontwerp

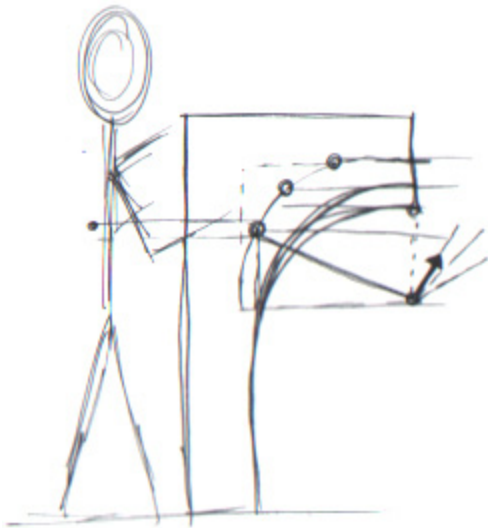
Na de keuze voor dit concept is er nog een ontwikkelingstraject doorlopen om tot het uiteindelijke ontwerp te komen. Hierbij zijn de belangrijkste punten die meegenomen zijn de vormgeving van het slingerdeel, het instellen van de hoek en het stoppen van de ballen.

### Vormgeving slinger

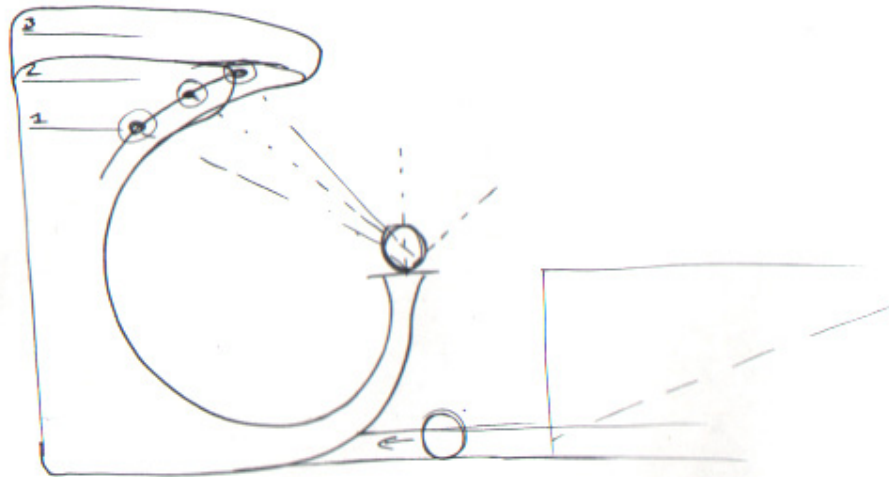
Om goed te kunnen laten zien wat het effect van de snelheid en hoek op de bal is, is het van belang dat de bal in alle gevallen vanaf hetzelfde punt weggeschoten wordt. In de vorige ontwerpen was het nog zo dat dat het plankje waar de bal op lag verplaatst werd. Maar de bal moet dus op dezelfde plek blijven liggen en de hoek moet bij het draaipunt van de slinger ingesteld kunnen worden. De hoek kan ingesteld worden door de hoogte waarvan de slinger losgelaten wordt. In de figuren 82-85 zijn schetsen van mogelijke vormen van het schietgedeelte te zien.



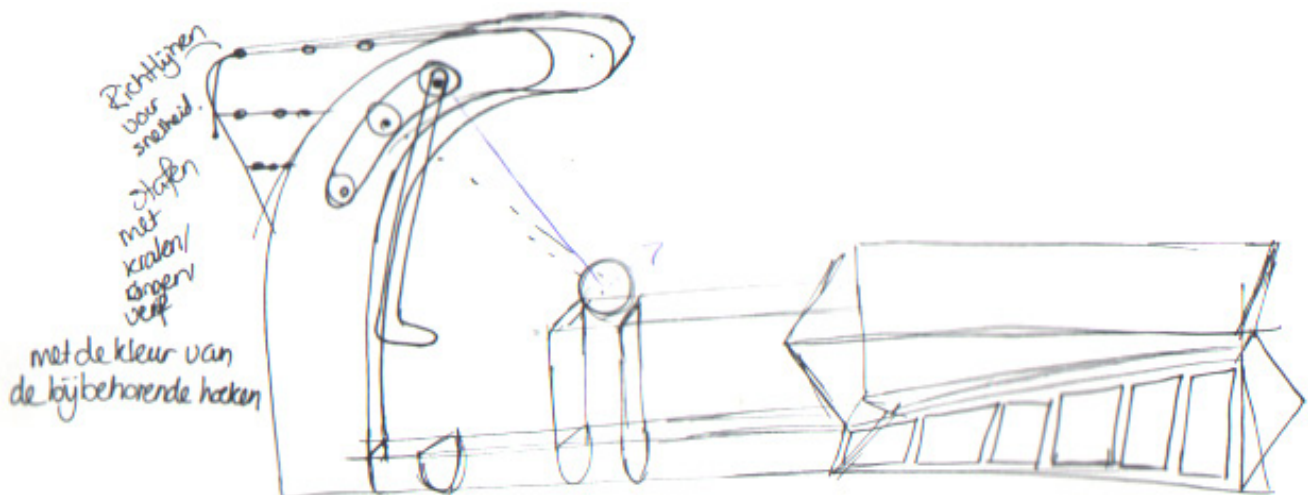
Figuur 82 | Schets van het schietdeel



Figuur 83 | Schets van het schietdeel



Figuur 84 | Schets van het schietdeel



Figuur 85 | Schets van het schietdeel

## 5. Concepten

### Werking instellen hoek

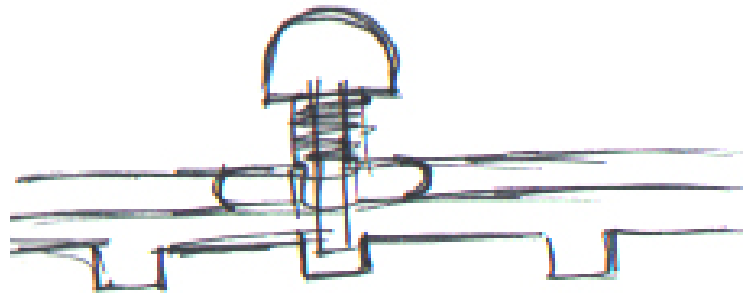
De hoek kan ingesteld worden door het draaipunt van de slinger te verplaatsen. Als iemand de bal weg wil schieten moet de pin goed vast zitten zodat deze niet gaat verplaatsen of bewegen. Er zit een pin door de slinger die ervoor zorgt dat de slinger kan draaien. Deze pin moet over een bepaalde baan te verplaatsen zijn om het draaipunt te verplaatsen. Mogelijkheden om de pin vast te kunnen zetten en op andere momenten te laten bewegen is door middel van een veer die uitgetrokken kan worden op het moment dat je de pin wilt bewegen. Door de veer wil de pin vanzelf naar binnen. In de achterkant zitten gaten op de gewenste plekken voor de hoekinstellingen. Door de pin in één van die gaten te laten vallen zit de pin en dus het draaipunt vast. Dit principe is in figuur 86 te zien. Een andere mogelijkheid is om aan het uiteinde van de pin uitstekende delen te maken die in inkepingen van de geleidingsbaan gedraaid kunnen worden. Door de pin te draaien zit de pin dan vast en door de pin weer los te draaien kan deze over de baan bewegen worden. Dit principe is in figuur 87 te zien.

Allebei de manieren zouden goed kunnen werken. De manier waarbij de pin gedraaid wordt is echter robuuster en hier zal dan ook voor gekozen worden.

### Werking stoppen ballen

Door ervoor te zorgen dat de ballen niet verder kunnen rollen als ze in een bak vallen, kunnen kinderen blijven zien welke bak ze geraakt hebben. Hierdoor kunnen ze inschatten wat ze anders in moeten stellen om bepaalde andere bakken te kunnen raken.

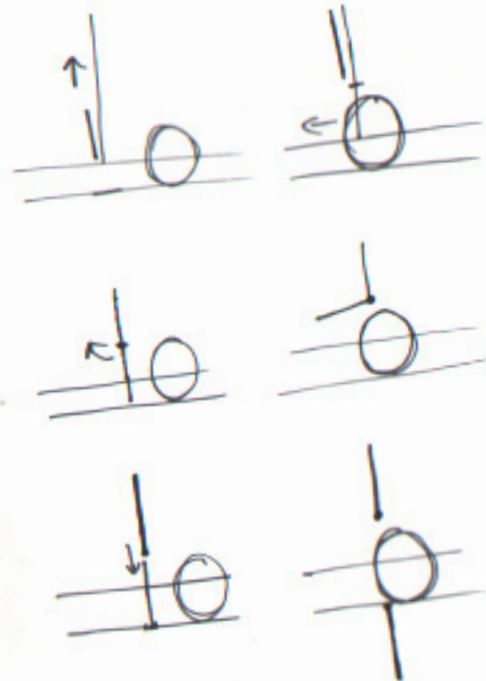
Het tegenhouden van de ballen kan op een aantal manieren plaats vinden. In figuur 88 is te zien op wat voor manieren dit uitgevoerd kan worden. Doordat er onder de bakken ruimte is, is het het handigst om een systeem te maken dat vanuit de onderkant aangestuurd wordt. De ballen moeten er als het schot omlaag zit wel langs kunnen rollen, dus de bovenkant heeft de vorm van de baan. Aan de onderkant wordt het schot omhoog gehouden en alleen wanneer een pedaal ingedrukt wordt gaat het schot naar beneden. Als de pedaal los gelaten wordt gaan de schotten vanzelf weer omhoog. Er is één pedaal om alle schotten aan te sturen, omdat anders het voordeel van niet meer lopen om de ballen op te halen weg is. Het pedaal zit dus dicht bij het schietgedeelte.



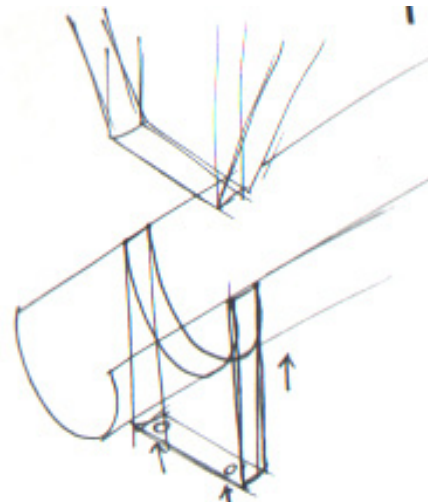
Figuur 86 | Mogelijkheid instellen hoek - veer



Figuur 87 | Mogelijkheid instellen hoek - draaien



Figuur 88 | Manieren om een schot te plaatsen



Figuur 89 | Schot kan aan de onderkant aangestuurd worden

Vooronderzoek  
Programma van eisen

Idee fase

Concepten

Eindontwerp  
Bijlagen

# Eindontwerp

## 6. Eindontwerp

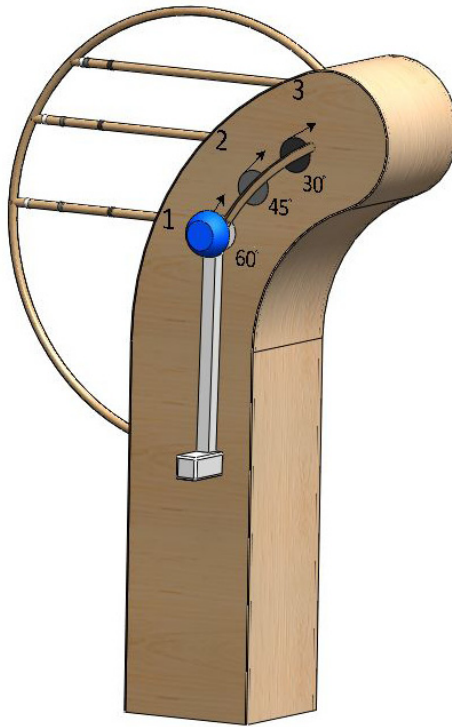
### 6.1 Ontwerp

Het uiteindelijke ontwerp bestaat uit een schietgedeelte, doel en een tussenstuk. De ballen worden weggeschoten door middel van een slinger. Het doel bestaat uit verschillende opvangbakken. Het geheel maakt duidelijk dat de baan van een projectiel beïnvloed wordt door de hoek en de snelheid waaronder deze weggeschoten wordt.

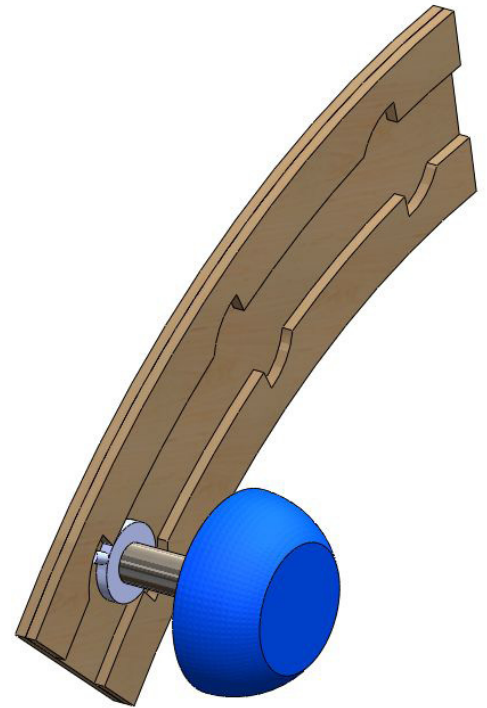
#### Schietdeel

Het schietdeel werkt door middel van een slinger die een stoot aan de bal geeft. Om de kogelbaan te kunnen ontdekken zijn de hoek en de snelheid waarmee de bal wegschiet in te stellen. De bal moet bij elke mogelijke stand vanaf dezelfde locatie weggeschoten worden, om ervoor te zorgen dat de banen te vergelijken zijn. Daarom kan de hoek waaronder de bal weggeschoten wordt bij het draaipunt van de slinger ingesteld worden. De snelheid kan ingesteld worden door de slinger vanaf een bepaalde hoogte los te laten. De ringen geven aan op welke hoogte de voet van de slinger gehouden moet worden bij de verschillende hoeken.

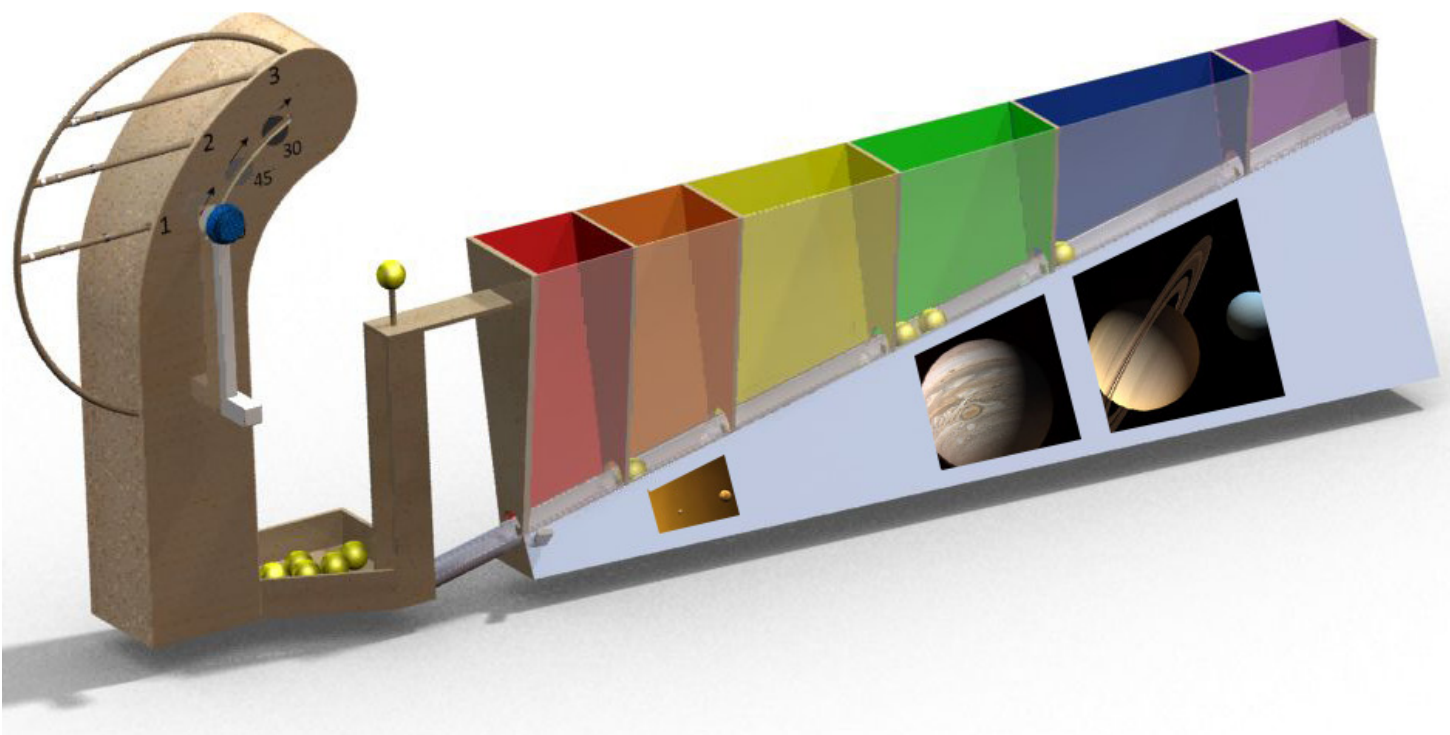
Het instellen van de hoek gebeurt door de knop op het draaipunt los te draaien, het draaipunt te verplaatsen naar een andere hoek en dan de knop weer vast te draaien.



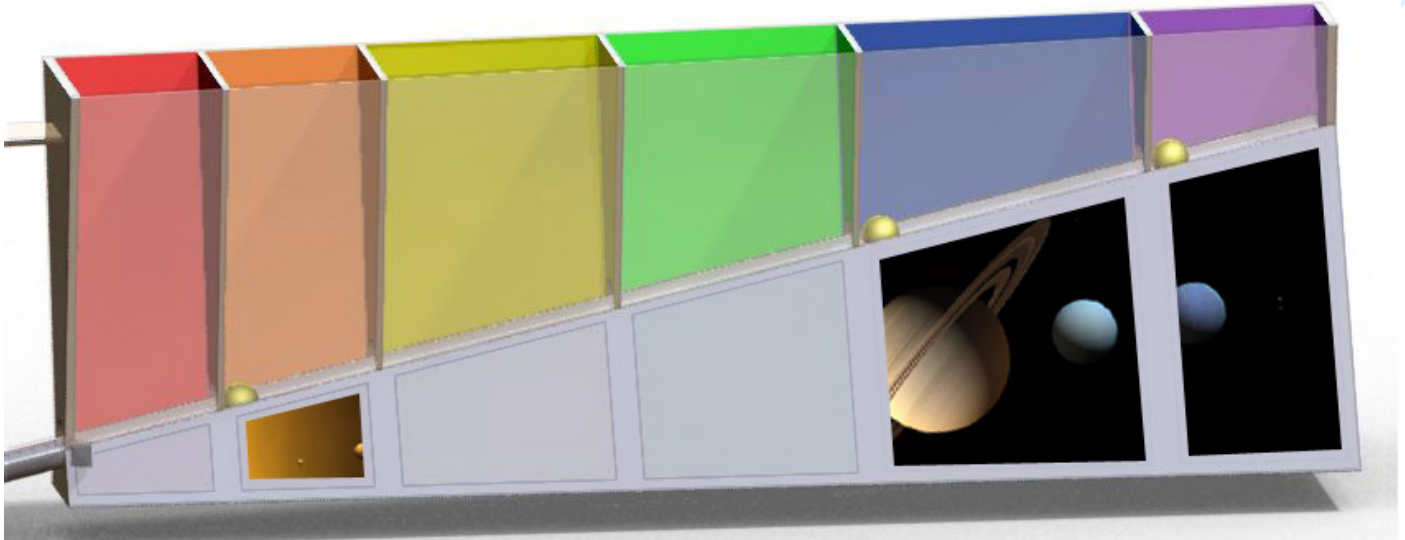
Figuur 90 | Solid works model van het schietdeel



Figuur 91 | Werking van het instellen van de hoek



Figuur 92 | Model van het totale speeltoestel



Figuur 93 | Solid works model van het doel

### Doel

Het doel bestaat uit verschillende bakken. Aan de voorkant van deze bakken is een doorzichtige plaat bevestigd, zodat er makkelijk gezien kan worden welke bak geraakt is. Als een bak geraakt wordt met een bal dan wordt deze bal tegengehouden om verder te rollen. Het blijft dus zichtbaar welke bak geraakt is. Tegelijkertijd als er een bak geraakt wordt door een bal wordt er onder die bak een afbeelding zichtbaar. Als alle bakken geraakt zijn is de gehele afbeelding zichtbaar.

Door middel van een pedaal gaan de schotten die de ballen tegenhouden naar beneden en rollen de ballen terug.

### Tussenstuk

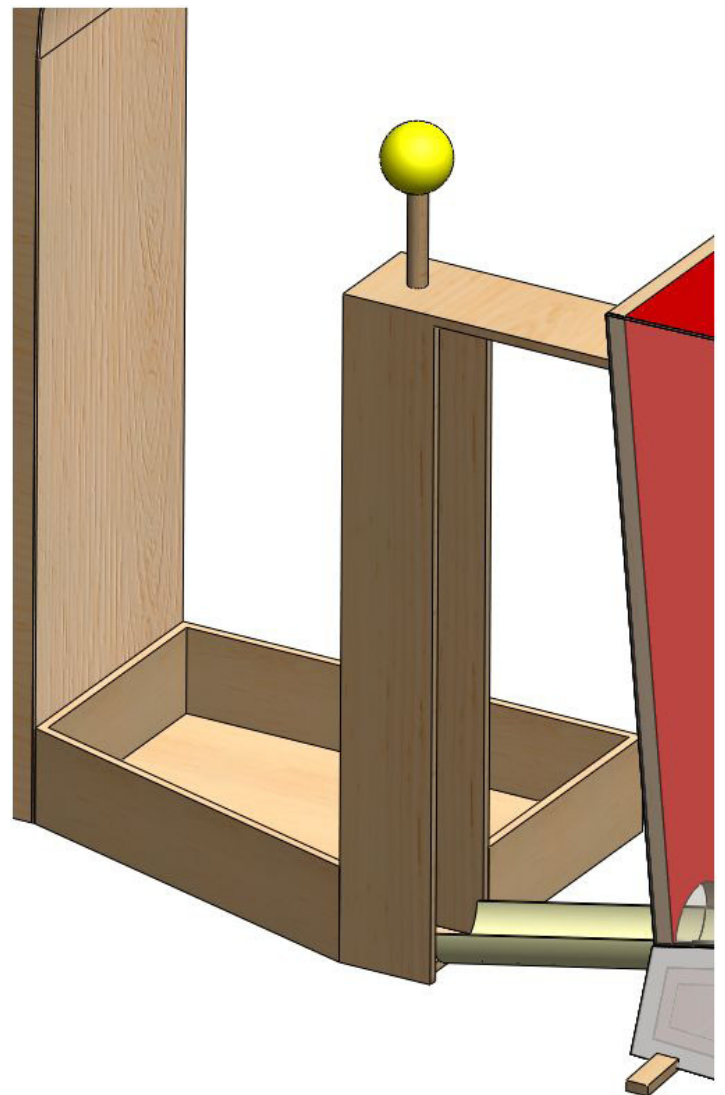
Tussen het schietdeel en het doel zit een stuk waar de ballen op gelegd kunnen worden om weggeschoten te worden en om de ballen op te slaan.

### 6.2 Werking

In het speeltoestel zitten meerdere elementen waar een bepaalde techniek voor ontworpen is. In dit deel wordt beter uitgelegd hoe deze technieken werken.

### Instellen hoek slinger

Zoals al eerder uitgelegd kan de hoek ingesteld worden door het draaipunt van de slinger te verplaatsen. In figuur 91 is het systeem te zien dat zich achter de plaat bevindt. De pin wordt vastgehouden doordat de dikkere achterkant geklemd wordt tussen twee platen. Uit de verdikking van de pin steken pinnen die ervoor zorgen dat de pin vastgezet kan worden. Door het draaien van de knop wordt de pin vast of los gezet.



Figuur 94 | Tussenstuk, opslagbak voor ballen en afschietpunt bal

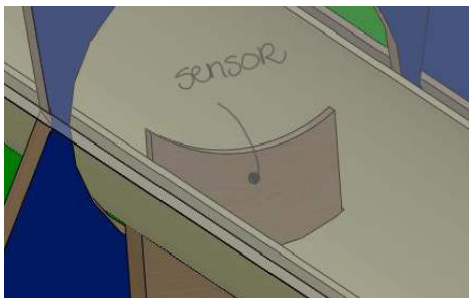
# 6. Eindontwerp

## Zichtbaar worden afbeeldingen

De afbeeldingen aan de onderkant van de puzzel worden zichtbaar als de bijbehorende bak geraakt wordt. Door het raken van alle bakken wordt de gehele afbeelding zichtbaar. In figuur 95 is de opbouw van deze platen zichtbaar. Om de sheets te kunnen bevestigen is er een houten plaat met gaten bevestigd. Hier komen de sheets op te zitten en als laatste zit hier een matte halftransparante kunststof plaat overheen. Deze kunststof plaat zorgt ervoor dat de afbeelding niet zichtbaar is. Als er echter een lamp achter deze plaat gaat schijnen wordt de afbeelding die zich achter de plaat bevindt zichtbaar. Door de tussenplaten tussen de verschillende vakken kunnen op deze manier de afbeeldingen per stuk zichtbaar gemaakt worden.

Om een lamp te laten schijnen als er een bal in het bijbehorende vak rolt moet er een systeem in het doel zitten dat hier voor zorgt. Als er een bal in de bak valt rolt deze tegen het schot aan dat de ballen tegenhoudt. In dit schot zit een sensor die beweging waarneemt. Als gevolg hiervan geeft de sensor een signaal door aan het centrale regelsysteem. Het centrale regelsysteem stuurt dan een signaal door naar de bijbehorende lamp om aan te gaan.

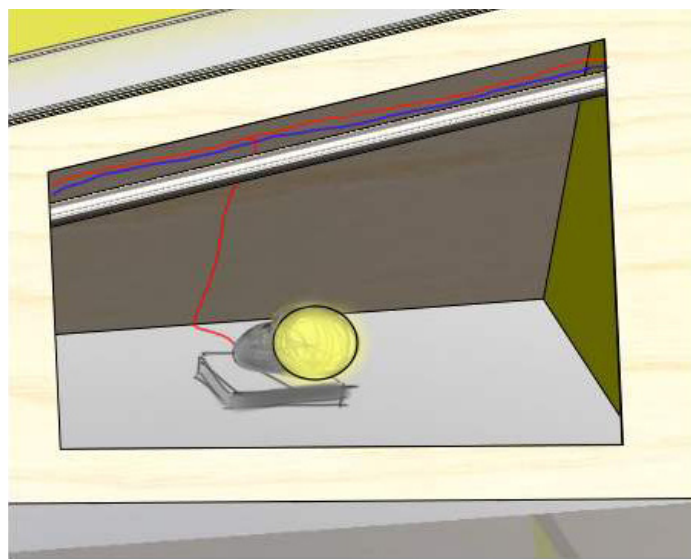
Bij de keuze voor een sensor waren er een aantal sensoren waar uit gekozen kon worden. De mogelijkheden zijn: een bewegingssensor, een lichtsensor of een sensor die de druk/gewicht meet. De hoeveelheid licht in de ruimte varieert gedurende de dag en de sensor zou getriggerd kunnen worden door schaduwen. Hierdoor zou er bij het instellen van de lichtsensor met veel variabelen rekening gehouden moeten worden. De ballen die gebruikt worden zijn niet heel zwaar. Hierdoor moet de druksensor redelijk gevoelig zijn. De bewegingssensor moet ook goed afgesteld worden, zodat beweging langs de bakken de sensor niet triggert. Concluderend is de bewegingssensor de best toepasbare sensor.



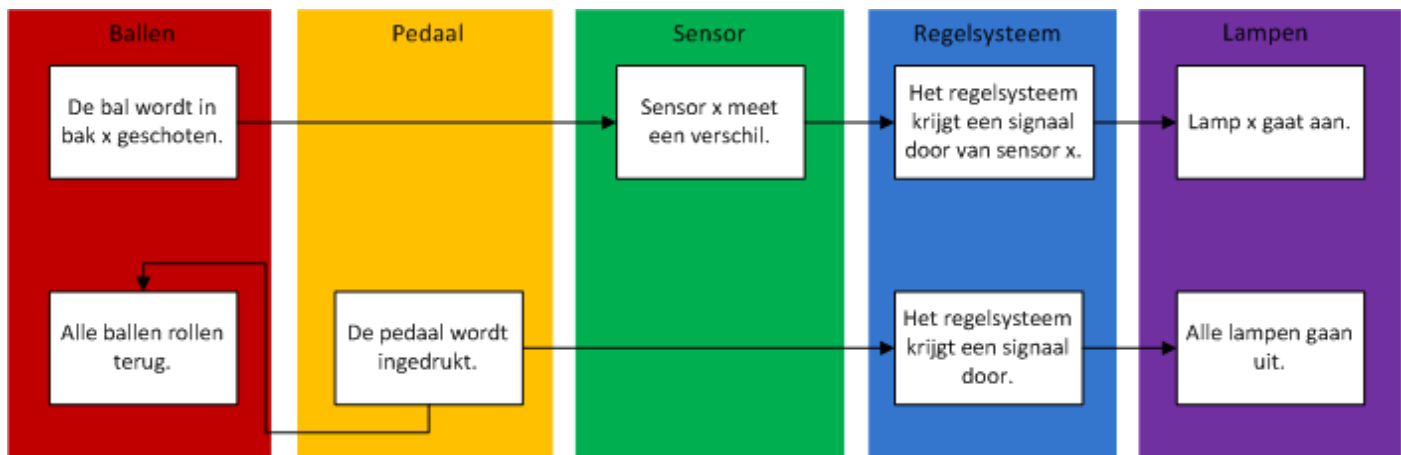
Figuur 96 | Plaatsing van de sensoren



Figuur 95 | Doorsnede opbouw van de platen bij de afbeelding



Figuur 97 | Afbeelding van de binnenkant van het doel



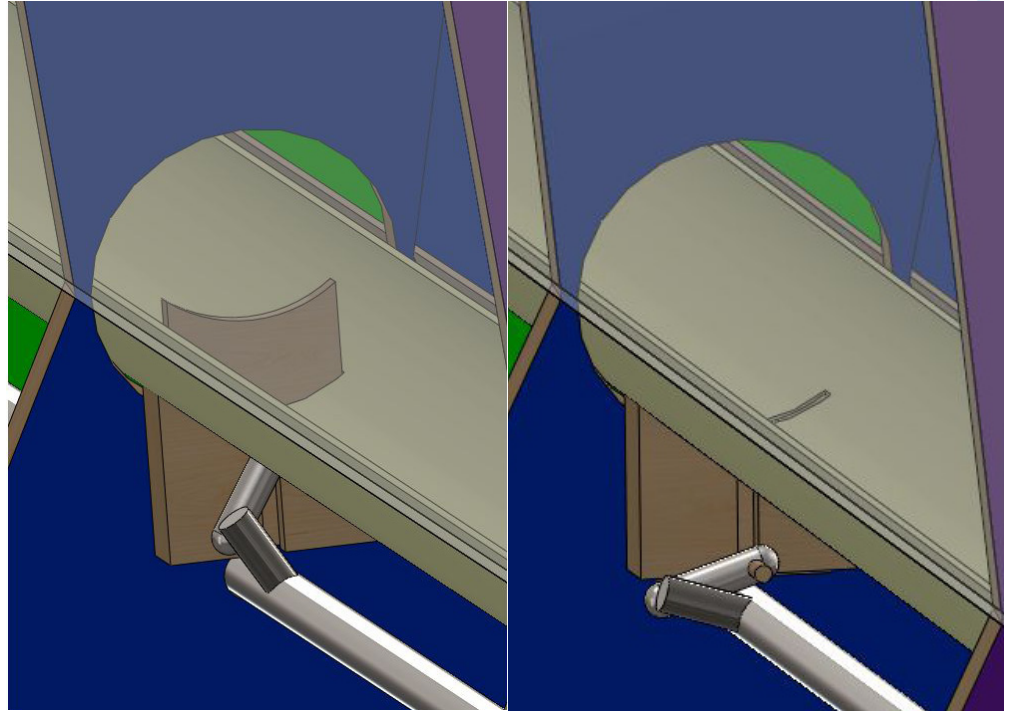
Figuur 98 | Flowchart van de werking van het doel



## 6. Eindontwerp

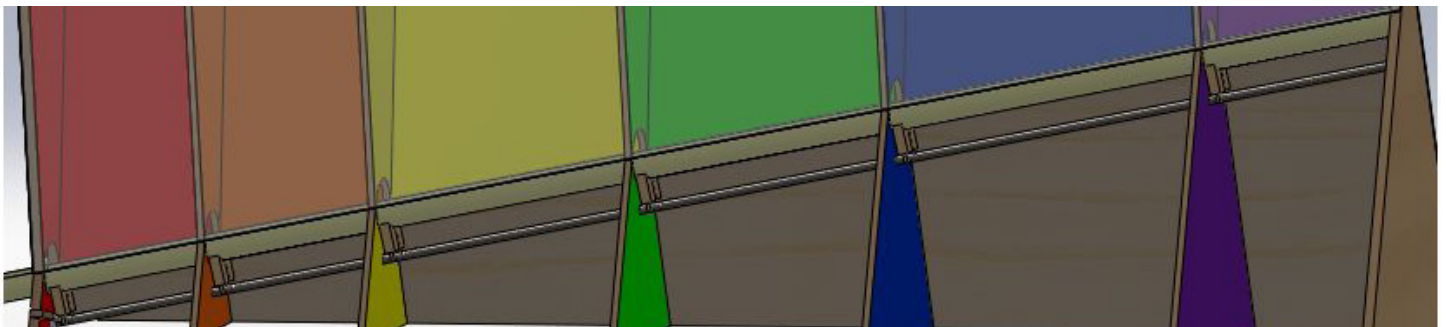
### Terughalen van de ballen

De ballen worden als ze in een bak geschoten worden tegengehouden door een schot. Op deze manier blijft zichtbaar in welke bakken er ballen gekomen zijn. En kunnen kinderen nadenken over hoe de instellingen aangepast moeten worden. Door op een pedaal te drukken komen de schotten naar beneden en rollen de ballen weer terug naar de opvangbak. Door het gehele doel loopt een buis. Door de pedaal naar beneden te drukken draait de buis. Door middel van het systeem te zien op figuur 99 worden hierdoor de schotten naar beneden getrokken. Als de pedaal weer los gelaten wordt komen de schotten vanzelf weer omhoog door middel van een rotatieveer.

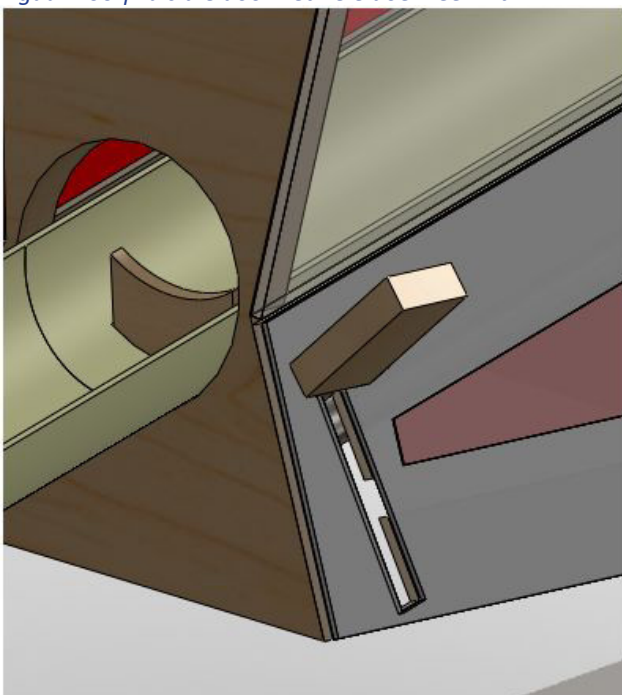


Figuur 99 | Werking van het schot

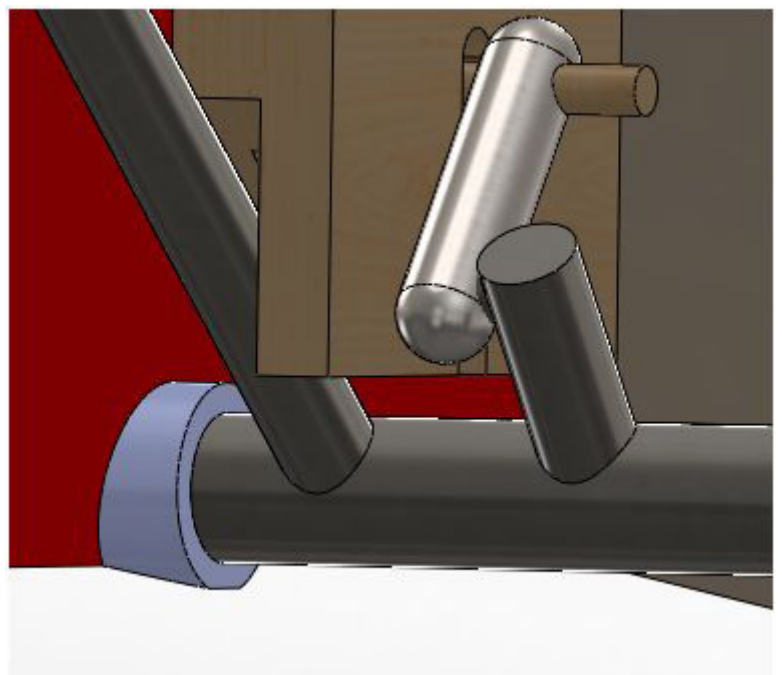
In figuur 98 is een overzicht te zien van de werking van het doel als de bal in een bak wordt geschoten en als het pedaal ingedrukt wordt.



Figuur 100 | Buis die door het hele doel heen zit



Figuur 101 | Pedaal



Figuur 102 | Aansluiting van het pedaal op de buis

# Eindontwerp

## 6. Eindontwerp

### 6.3 Test

Om de aannames over het schiettoestel te testen is er een test uitgevoerd. Hierbij zijn er met een slinger met voet onder verschillende hoeken ballen weggeschoten. In bijlage D zijn de resultaten van deze test te vinden.

Het belangrijkste resultaat uit de test is dat het in werkelijkheid niet altijd zo is dat ballen die onder een hoek van 45 graden weg geschoten worden het verst komen. Een oorzaak hiervan is de luchtweerstand die ervoor zorgt dat de baan van een projectiel in werkelijkheid geen parabool is. In het speeltoestel kan dit opgelost worden door de hoeken waaronder de bal weggeschoten wordt iets aan te passen, waardoor het wel zo is dat de uiterste waarden in dezelfde bak vallen en de middelste hoek het verst komt. Dit zal als het schiettoestel gemaakt is uitgetest moeten worden.

Door een groter verschil in hoogte kwam de bal wel duidelijk verder. Welke hoogtes precies genomen moeten worden in het uiteindelijke schiettoestel hangt af van het gewicht van de voet. Hierbij moet ook een test uitgevoerd worden, zodat de juiste hoogtes aangegeven worden.

Ook blijkt duidelijk dat zwaardere ballen, zoals de tennisbal en de paarse speelbal minder ver komen dan lichtere ballen. Dit is in overeenstemming met de theorie dat de verhouding tussen de massa van de voet van de slinger en de massa van de bal invloed heeft op de afstand die de bal aflegt.

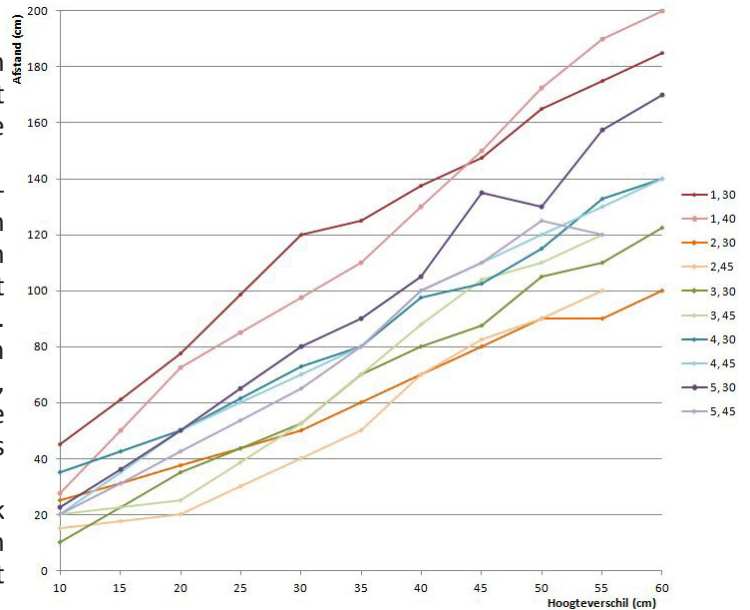
Tijdens de test zijn ook nog een aantal dingen waargenomen waar rekening mee gehouden moet worden in het ontwerp. De pin waaraan de slinger vast zit moet stevig zijn en minimaal kunnen bewegen. Als de pin wel zou bewegen zwaait de slinger scheef en kan het zijn dat de bal niet optimaal geraakt wordt, waardoor het resultaat verandert. Verder moet de slinger zelf stijf zijn en niet krom buigen. Als laatste moet de voet redelijk zwaar zijn om de gewenste afstand te bereiken.

### 6.4 Materialen en prijs

In bijlage E is een overzicht te vinden van de materialen van alle onderdelen en de bijbehorende kosten. Het speeltoestel wordt voor het grootste deel uit MDF platen gemaakt. Het toestel zal in totaal ongeveer €750,- gaan kosten. Als het puzzel deel er niet in wordt gebouwd kost het toestel nog ongeveer €600,-.

#### Keuze ballen

Bij de test zijn er verschillende ballen gebruikt om te kijken welke bal het best gebruikt kan gaan worden. De bal die het beste gebruikt kan gaan worden bij dit speeltoestel is een stress bal zoals in figuur 104 weergegeven is. De ballen zijn zacht met een stevige buitenkant. Hierdoor kunnen kinderen zich moeilijk verwonden aan deze ballen. De bal is redelijk groot met een doorsnede van 7 cm, en kan daardoor makkelijk gevolgd worden als hij weggeschoten wordt. De bal is van polyurethaan gemaakt. De ballen moeten per 125 stuks ingekocht worden om ze voor €0,40 per stuk te kunnen kopen [31].



Figuur 103 | Grafiek van de resultaten van de test



Figuur 104 | Bal 1 op een golftee tijdens de test



Figuur 105 | Overige ballen die gebruikte zijn voor de test  
Nummers v.l.n.r.: 3 = paarse speelbal, 2 = tennisbal, 5 = kattenbal, 4 = pingpongbal

## 6.5 Assemblage

In bijlage F staat stap voor stap uitgebeeld hoe de verschillende onderdelen in elkaar gezet kunnen worden.

Bij de assemblage is het van belang om voordat de hoogtes en de hoeken van het schietdeel vast te leggen dit eerst nog te testen. In verband met het gewicht van de ballen, het precieze gewicht van de slinger en de luchtweerstand is het niet met zekerheid vast te leggen wat de instellingsmogelijkheden moeten zijn. In werkelijkheid zal de bal namelijk minder ver komen door een overbrenging van de voet naar de bal die niet honderd procent is en door wrijving met de lucht.

Voor het in elkaar zetten van het speeltoestel worden houtschroeven gebruikt. Schroeven zorgen ervoor dat de constructie stevig in elkaar blijft zitten.

Verder zal er verf gebruikt worden om kleur te geven aan de bakken.

Het schietdeel moet gemaakt worden met behulp van buigtriplex. Het kan zo zijn dat het buigtriplex niet in deze vorm gebogen kan worden. In dat geval is er een alternatief ontwerp voor het schietdeel, waarbij het schietdeel uit rechte platen opgebouwd kan worden.

## 6.6 Terugkoppeling doelgroep

Uit het vooronderzoek bleek dat kinderen eerder door iets gemotiveerd worden als dit dicht bij hun interesses ligt. Het ontwerp is qua schietgedeelte te associëren met sporten zoals hockey, golf, voetbal of tennis. Bij die sporten is het belangrijk om de bal nauwkeurig te kunnen schieten

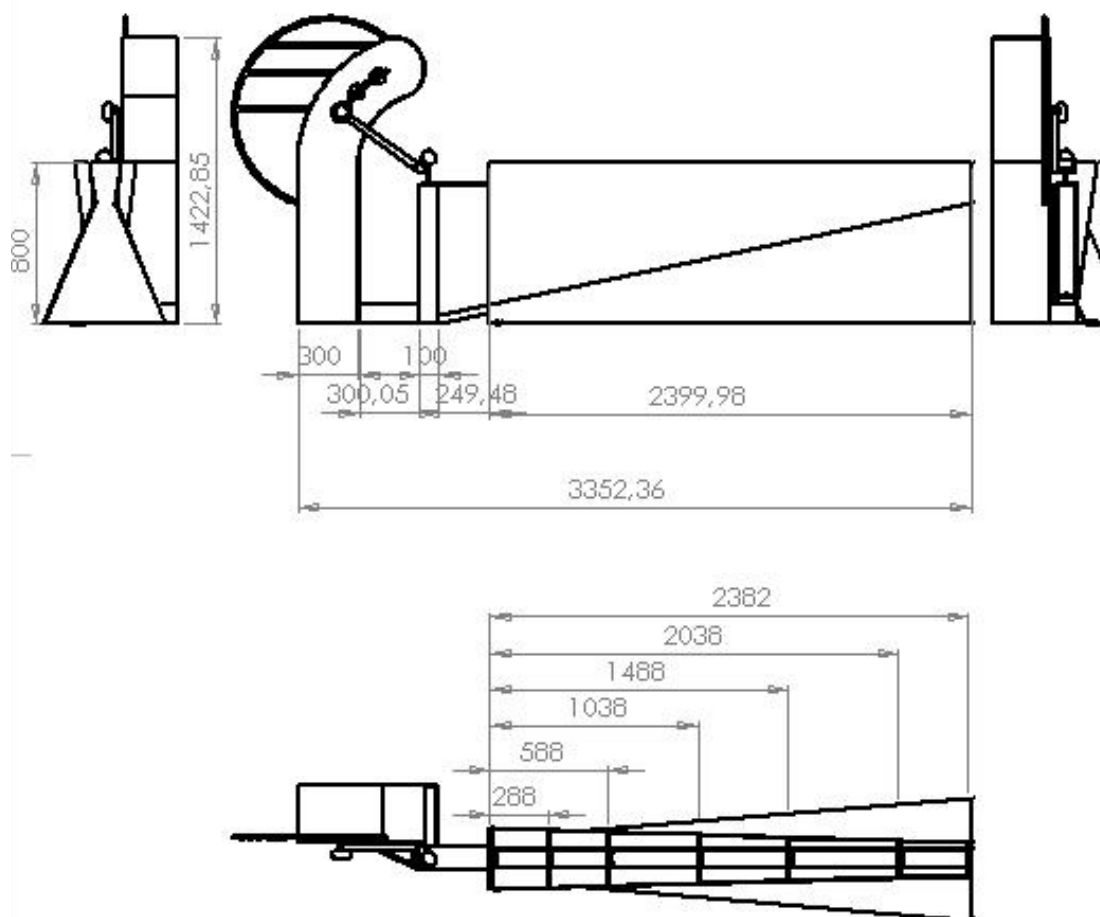
of om de bal zo ver mogelijk te schieten. Door middel van dit speeltoestel ervaren kinderen welke factoren invloed hebben op de afstand de bal schiet. Als ze dit goed door hebben kunnen ze dit later ook weer toepassen bij hun eigen sporten.

Qua denkniveau zit de doelgroep in de fase om de kogelbaan te begrijpen en verbanden te leggen tussen de in te stellen hoek en snelheid en de baan van de bal. Door middel van dit speeltoestel kunnen de kinderen dit ook echt toepassen. In het leerproces is er een verschil tussen jongens en meisjes. Meisjes leren liever iets door het te relateren aan de werkelijkheid. Jongens daarentegen houden meer van directe berekeningen en vinden het probleem juist moeilijker als het verhuuld wordt in een verhaal. Hier kan op ingespeeld worden bij de uitleg die bij het apparaat gegeven wordt.

## 6.7 Gebruik

Door naar het apparaat te kijken wordt al goed duidelijk hoe het apparaat werkt. Het is duidelijk dat er een bal op de pin gelegd moet worden. Door de kleuren bij de hoek en de kleuren van de ringen wordt duidelijk dat deze iets met elkaar te maken hebben. Bij het schieten en raken van het doel wordt vanzelf duidelijk, door het aangaan van een lamp, dat het de bedoeling is om alle vakken te raken.

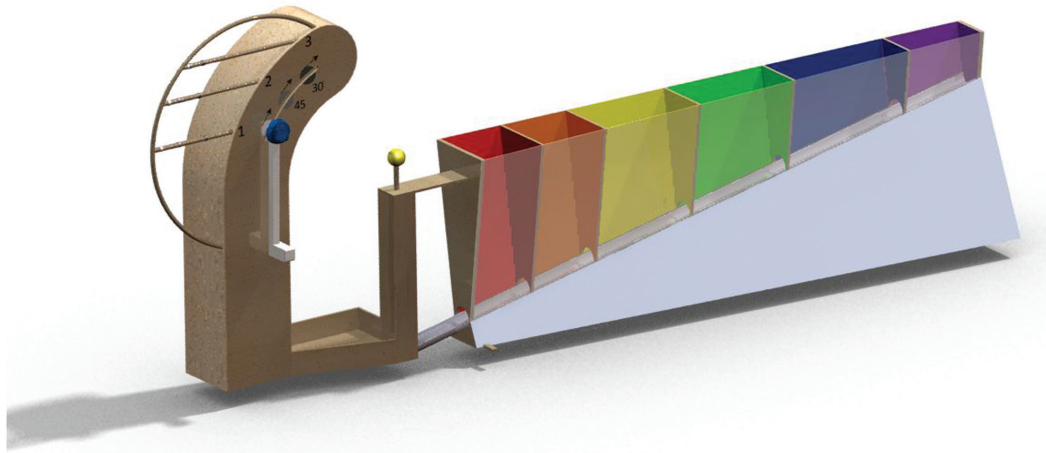
Het verband tussen de hoogte waarvan de slinger losgelaten wordt en de beginsnelheid van de bal wordt niet meteen duidelijk. Dit kan verder toegelicht worden in een handleiding. In figuur 106 is een mogelijke sheet te zien waar het gebruik van het speeltoestel in afbeeldingen op uitgelegd wordt.



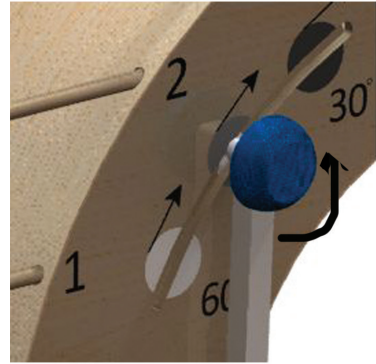
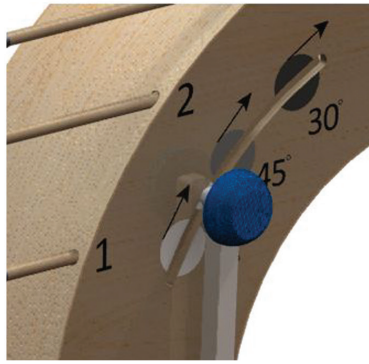
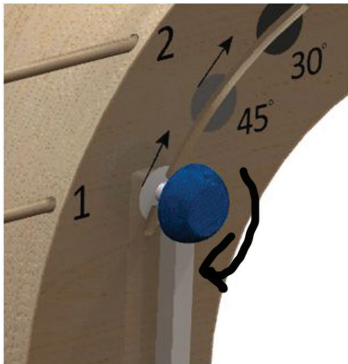
Figuur 106 | Afmetingen van het toestel

# 6. Eindontwerp

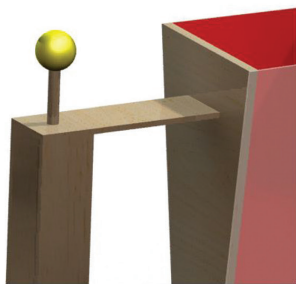
## Gebruik



**Hoek instellen** De pijl geeft de richting van de bal aan als deze weggeschoten wordt.



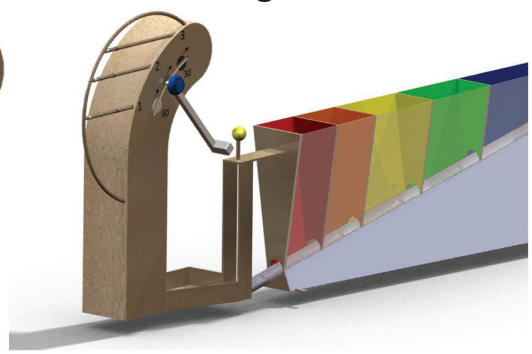
**Leg de bal neer**



**Stel de snelheid in**



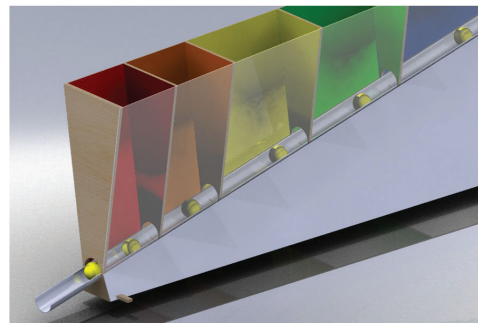
**Laat de slinger los**



De staven geven de instellingsmogelijkheden voor de beginsnelheid aan

**Ballen terug laten komen**

Door het pedaal in te drukken komen de ballen terug.



Figuur 107 | Sheet met een uitleg voor het gebruik van het speeltoestel.

## 6.8 Conclusie

Het doel van deze opdracht is om een speeltoestel voor kinderen te ontwerpen waardoor ze de kogelbaan kunnen ontdekken. Het resultaat van deze opdracht is een ontwerp voor een speeltoestel dat gemaakt zou kunnen worden. Het is in zoverre uitgewerkt dat het speeltoestel aan de hand van technische tekeningen en een stappenplan in elkaar gezet kan worden.

Qua functie voldoet het speeltoestel aan het beoogde doel. Door de verschillende standen uit te proberen, ontdekken kinderen wat het effect van de hoek waaronder de bal weg schiet en de beginsnelheid van de bal op de baan die deze bal maakt. Hierbij is de afstand meegenomen in het ontwerp. De bereikte hoogte is door de grootte van de bal ook goed waar te nemen.

Bij het maken van dit speeltoestel moeten de in te stellen waarden nog geoptimaliseerd worden. Door de luchtweerstand is de werkelijke baan heel moeilijk te voorspellen.

Kinderen kunnen het apparaat goed gebruiken. Kinderen kunnen bij de hoogste instelmogelijkheid voor de snelheid. En ook het draaipunt van de slinger zit rond de schouderhoogte van kinderen, waardoor ze er goed bij kunnen.

Er is maar een korte tijd nodig om erachter te komen hoe het apparaat werkt, en een sheet met in afbeeldingen uitgelegd hoe het apparaat gebruikt moet worden zorgt ervoor dat ieder kind in de doelgroep er mee om kan gaan.

Qua uitstraling was er niet een duidelijke stijl waar het apparaat aan moest voldoen. Door het gebruik van de kleuren is de uitstraling kinderlijk. Door het gebruik van afbeeldingen voor de puzzel die met het heelal te maken hebben past het apparaat goed bij de sterrenwacht.

Door de brede onderkant van het doel en een verzwaring in het schietdeel zouden deze onderdelen het duwen van kinderen moeten weerstaan.

Al met al sluit het resultaat goed aan op de oorspronkelijke opdracht en de eisen die hier aan gesteld zijn. En zorgt de puzzel op het doel ervoor dat het toestel kinderen kan blijven interesseren.

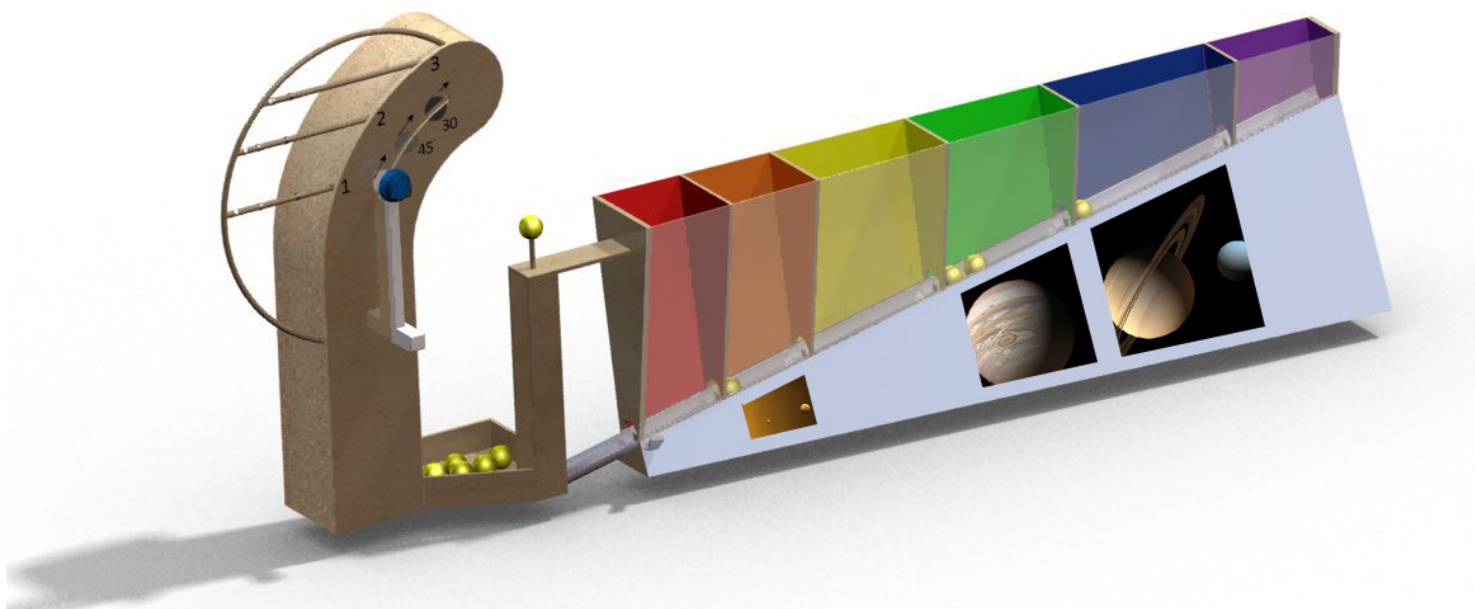
## 6.9 Aanbevelingen

Het toestel is al in zoverre uitgewerkt dat de basis zou gemaakt zou kunnen worden. Er zijn aantal nog wel een aantal onderdelen die nog aandacht vragen of waarvan het goed zou zijn als daar nog verder naar gekeken wordt. Als eerste is de precieze uitvoering van de elektronica in het apparaat nog niet uitgewerkt. De werking en het soort sensoren die in het apparaat zouden moeten komen zijn bepaald. Maar de aansluitingen en afstelling van de elektronica zijn binnen de uitvoering van deze opdracht nog niet aan bod gekomen. Dit zou iemand die hier meer verstand van heeft verder uit moeten werken om tot de gewenste functionaliteit te komen.

Verder moeten de precieze instellingsmogelijkheden, en dan vooral de hoogte van loslaten, nog bepaald worden. Dit kan tijdens het assembleren van het schiettoestel of ervoor gedaan worden. Door de luchtweerstand en verhouding tussen de massa van de voet en de bal kunnen deze waarden alleen in de praktijk precies bepaald worden. Hierbij zou een test vooraf uitgevoerd kunnen worden door de slinger met voet alvast te maken, maar op een alternatieve manier vast te maken met behulp van een pin. Hierna kan bij verschillende hoogtes en hoeken de afstand van de bal bepaald worden. Als de slinger vanaf te hoog losgelaten moet worden om de gewenste afstand te bereiken, moet de massa van de voet verzwwaard worden. Hierdoor zal de bal ook verder komen.

Daarnaast is het erg belangrijk dat het systeem waarmee de slinger vast zit goed is. De pin moet als deze vast zit bijna niet kunnen bewegen. Als de slinger namelijk opzij gaat zwaaien kunnen de resultaten van het schieten anders worden dan de bedoeling is. Het is dus goed om dit systeem te testen en eventueel te verbeteren indien nodig.

Qua afmetingen is het toestel in zijn geheel redelijk lang geworden. Voor de gewenste beginsnelheden en de afstanden die de ballen daarmee bereiken zijn bepaalde waarden gekozen. Deze waarden zijn echter niet onaanpasbaar. Het is dus ook mogelijk om een korter doel te maken en hier de instellingsmogelijkheden op aan te passen.



Figuur 108 | Het uiteindelijke ontwerp

# Referenties

1. Nederland, S.i. *Sterrenwachten in Nederland*. [9-11-2011]; Available from: <http://www.sterrenkunde.nl/index/sterrenwachten/>.
2. Koepel, D. Adressen - *Publieksterrenwachten*. [8-11-2011]; Available from: <http://www.dekoepel.nl/sterrenwachten.html>.
3. Cosmos sterrenwacht, *Cosmos sterrenwacht*. 2011 [8-11-2011]; Available from: <http://www.e-cosmos.nl/cms/news.php>.
4. Zachary, J.L. *Ballistic Trajectory Tutorial*. 1996; Available from: <http://www.cs.utah.edu/~zachary/isp/applets/Cannon/Cannon.html>.
5. Ireland, C. *Cold War fever*. 2011; Available from: <http://news.harvard.edu/gazette/story/2011/09/cold-war-fever/>.
6. Pasco. *Mini Launcher*. 2011 [18-11-2011]; Available from: [http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-6825\\_mini-launcher/](http://www.pasco.com/prodCatalog/ME/ME-6825_mini-launcher/).
7. physics, C. *Trajectory apparatus*. 2007 [18-11-2011]; Available from: <http://www.cencophysics.com/trajectory-apparatus/c/5107/>.
8. Scientific, B. *Vertical and Horizontal Trajectories*. 2011 [18-11-2011]; Available from: [http://www.3bscientific.com/vertical-and-horizontal-trajectories,pg\\_83\\_110\\_574.html](http://www.3bscientific.com/vertical-and-horizontal-trajectories,pg_83_110_574.html).
9. Coimbra, u.o. *Apparatus to illustrate the trajectory of a projectile*. 2009 [18-11-2011]; Available from: <http://museu.fis.uc.pt/52ing.htm>.
10. galileo, M. *Apparatus to demonstrate the parabolic trajectory of projectiles*. 2010; Available from: <http://catalogue.museogalileo.it/object/ApparatusToDemonstrateParabolicTrajectoryProjectiles.html>.
11. Crone, E., Keuzenkamp, S., Reijneveld, M., Wiefferink, K., Zeijl, E., *Kinderen in Nederland*. 2005, Sociaal en Cultureel Planbureau en TNO: Den Haag.
12. Veld, H.v.d., *Pedagogische kader kindercentra 3-13 jaar*. 2011.
13. Singal, N., Swann, M., *Children's perceptions of themselves as learner inside and outside school*. Research papers in Education, 2011. 26(4): p. 469-484.
14. Vandercammen, M., *Aantrekkelijke speeltjes en gadgets: gevaarlijk en niet aangepast aan het kind*. 2004, OIVO: Brussel.
15. Driscoll, M.P., *Psychology of Learning for Instruction*. 1994, Needham Heights: Allyn and Bacon.
16. Nederland), B.B.R.O. *Wat moet een kind op de basisschool leren en wanneer*. 2008; Available from: <http://bonrekenhulp.nl/basisDoelen/basisDoelen.html>.
17. Bransford, J.D., Brown, A.L. , *How people learn*. 1999, Washington, D.C.: National Academy Press.
18. Bransford, J.D., Donovan, M.S., *How students learn*. 2005, Washington, D.C.: The National Academies Press.
19. Leach, J., Millar, R., *Improving science education*. 2000, Buckingham: Open University Press.
20. Geake, J.G., *The brain at school*. 2009.
21. Fenichel, M., Schweingruber, H.A., *Surrounded by science*. 2010, Washington, D.C.: the national academies press.
22. Campbell, P.B., Storo, J.N., *Girls are... boys are...: Myths, Stereotypes & gender differences*.
23. Feingold, A., *Gender differences in personality: a meta-analysis*. Psychological Bulletin, 1994. 116: p. 429-456.
24. Higgins, E.T., *Development of self-regulatory and self-evaluative processes: costs, benefits, and trade-offs, in Self processes and development*, M.R.a.S. Gunnar, L. A. , Editor. 1991, University of Minnesota Press: Minneapolis. p. 125-165.
25. NEN. *Normcommissie Kinderartikelen*. 2011; Available from: <http://www.nen.nl/web/Normen-ontwikkelen/Normcommissie-Kinderartikelen-1.htm>.
26. gemeenschappen, D.r.v.d.E., *Richtlijn van de raad*. 1988.
27. Omnia Bouwmarkt. 2012; Available from: [http://www.omnia-bouwmarkt.nl/contents/nl/d347\\_MDF-plaatstandaard.html](http://www.omnia-bouwmarkt.nl/contents/nl/d347_MDF-plaatstandaard.html).
28. Klushandel. 2012. Available from: [http://www.klushandel.nl/index.php?cPath=15550\\_15552](http://www.klushandel.nl/index.php?cPath=15550_15552).
29. PVC voordeel. 2011. Available from: [http://www.pvcvoordeel.nl/pvc\\_buis/](http://www.pvcvoordeel.nl/pvc_buis/).
30. Praxis, Enschede.
31. Stressballen.nl. 2012. Available from: <http://www.stressballen.nl/products/Stressbal-rond-7-cm-geel.html>.
32. Kunststofshop. Available from: [http://www.kunststofshop.nl/index.php?item=&action=page&group\\_id=20000050&lang=NL](http://www.kunststofshop.nl/index.php?item=&action=page&group_id=20000050&lang=NL).

Vooronderzoek  
Programma van eisen

Idee fase

Concepten

Eindontwerp  
Bijlagen

# 7. Bijlage A

Om een apparaat te kunnen ontwerpen waarbij spelenderwijs de baan van een kogel ontdekt kan worden is het nuttig om eerst uit te zoeken wat de kogelbaan inhoudt en welke factoren invloed hebben op de baan van een kogel. In dit hoofdstuk wordt eerst onderzoek gedaan naar de kogelbaan, daarna naar manieren om deze kogelbaan weer te geven en de factoren mee te nemen die invloed hebben op de kogelbaan.

## Wat is de kogelbaan

### Berekeningen aan de kogelbaan

Eerst wordt er gekeken naar een kogel die onder een hoek van 90 graden (horizontaal) weggeschoten wordt.

Op de figuur 1 is te zien dat een kogel die horizontaal weggeschoten wordt en een kogel die valt op hetzelfde moment op de grond neerkomen, en op elk moment dezelfde verticale hoogte hebben.

De horizontale en verticale beweging kunnen los van elkaar beschouwd worden. Op de horizontale beweging staat geen kracht, dus de snelheid blijft constant. Op het tijdstip  $t$  is de afgelegde afstand  $x(t)$ :

$$x(t) = v_x t \quad (1.1)$$

De afgeleide hiervan is de constante snelheid  $v_x$ . Als naar de verticale verplaatsing gekeken wordt is de versnelling gelijk aan de gravitatieversnelling. Doordat de kogel horizontaal weggeschoten wordt is de beginsnelheid in verticale richting 0. De afgelegde afstand  $y(t)$  is:

$$y(t) = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1.2)$$

In beide gevallen gaat het om dezelfde tijd, dus uit vergelijking (1.1) kan de vergelijking voor de tijd gehaald worden:

$$t = \frac{x}{v_x} \quad (1.3)$$

Deze vergelijking ingevuld in (1.2) levert de volgende vergelijking op:

$$y(t) = \frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_x}\right)^2 = \left(\frac{g}{2v_x^2}\right)x^2 \quad (1.4)$$

Deze vergelijking is de beschrijving van een parabool, waarvan de algemene vergelijking als volgt is:

$$y(t) = ax^2 + bx + c,$$

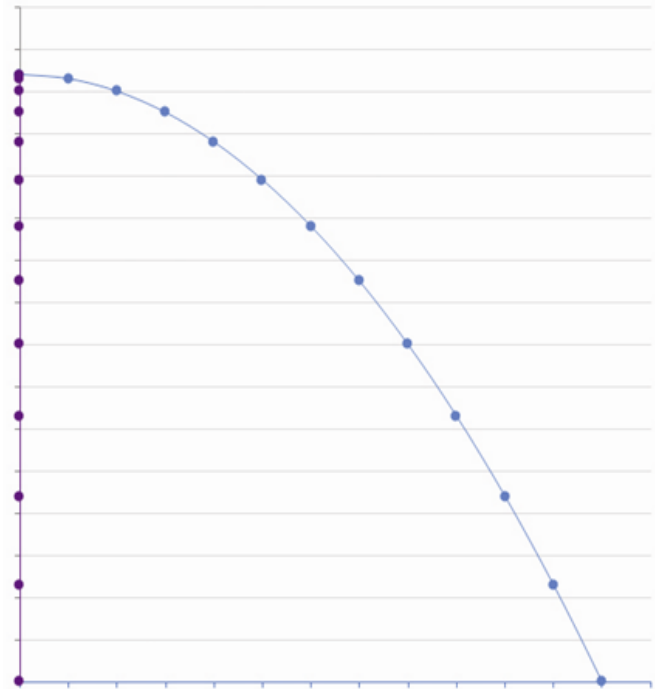
met  $a$ ,  $b$  en  $c$  constantes. in dit geval de waarden

$$a = \frac{g}{2v_x^2}, b = 0 \text{ en } c = 0$$

Bovenstaand is in hoeverre deze stof in de bovenbouw van de middelbare school behandeld wordt.

### Wegschieten onder een hoek

Het wegschieten van een kogel kan echter ook onder een bepaalde hoek gebeuren. Hierbij kunnen ook de verticale



Figuur 1 | kogel horizontaal weggeschoten en zonder beginsnelheid

en horizontale beweging weer apart van elkaar bekeken worden. De beginsnelheid  $v_0$  kan opgesplitst worden in een horizontale en verticale vector met de vergelijkingen:

$$v_{0y} = v_0 \sin \theta \text{ en } v_{0x} = v_0 \cos \theta \quad (1.5)$$

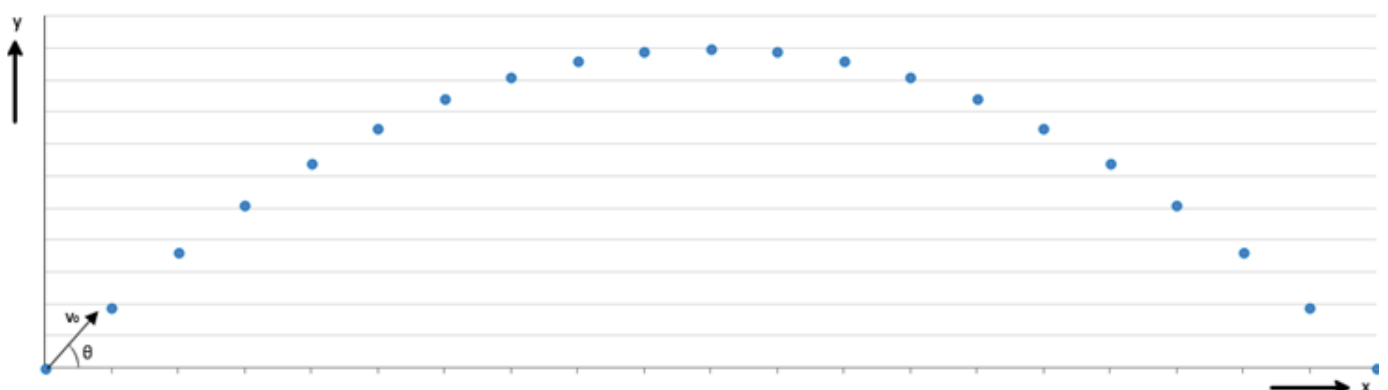
De verticale beweging hangt af van de gravitatieversnelling en van de beginsnelheid in  $y$ -richting. De snelheid van de kogel in  $y$ -richting wordt als volgt beschreven:

$$v_y = v_{0y} - gt \quad (1.6)$$

De verplaatsing is gelijk aan:

$$y(t) = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (1.7)$$

De snelheid is gelijk aan de afgeleide van de verplaatsing. Op de plek waar de kogel het hoogst komt moet de afgeleide van de verplaatsing, de versnelling, gelijk aan nul zijn. De



Figuur 2 | kogel weggeschoten onder een bepaalde hoek en met een beginsnelheid



tijd waarop de kogel deze top bereikt is:

$$0 = v_y = v_{0y} - gt_{top} \Rightarrow t_{top} = \frac{-v_y}{g} \quad (1.8)$$

De hoogte van deze top is:

$$y(t_{top}) = v_{0y} \cdot v_{0y}/g - \frac{1}{2}g \left( \frac{v_{0y}}{g} \right)^2 = \frac{v_{0y}^2}{g} - \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{v_{0y}^2}{2g} \quad (1.9)$$

Op de horizontale beweging staat nog steeds geen kracht en is dus geen versnelling, de horizontale versnelling is dus nog steeds constant. Ervan uitgaande dat het punt waarvandaan de kogel weggeschoten wordt  $x = 0$  is, geldt vergelijking (1.1):

$$x(t) = v_{0x}t, \quad \text{waarbij } v_{0x} \text{ e beginsnelheid in de x-richting is. De tijd van vliegen is twee keer de tijd van vliegen bij het bereiken van de top van de vlucht. Dus } t_{vlucht} = 2t_{top} = \frac{2v_{0y}}{g}.$$

Dit ingevuld in (1.1) geeft:

$$x = v_{0x} \cdot \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \sin \theta \cdot v_0 \cos \theta}{g} = \frac{2v_0^2 \sin \theta \cdot \cos \theta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} \quad (1.10)$$

Gebruik makend van de goniometrische vergelijking:

$$\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta.$$

Om aan te tonen dat de vorm van de baan waarbij de kogel onder een hoek is afgeschoten ook een parabool is wordt de vergelijking van de hoogte (y) uitgedrukt in de verplaatsing in x-richting. Hiervoor worden de vergelijkingen (1.3) en (1.6) gebruikt:

$$y = \frac{xv_{0y}}{v_{0x}} - \frac{1}{2}g \left( \frac{x}{v_{0x}} \right)^2 = \left( \frac{v_{0y}}{v_{0x}} \right)x - \left( \frac{g}{2v_{0x}^2} \right)x^2 \quad (1.11)$$

Deze vergelijking is ook de beschrijving van een parabool.

Stel de landingshoogte is niet op dezelfde hoogte als de lanceringshoogte. De tijd die de kogel er over doet en de afstand die de kogel aflegt in de x-richting worden dan langer. In de x-richting geldt nog steeds dezelfde vergelijking voor de afgelegde afstand (1.1). In de y-richting geldt ook nog steeds dezelfde formule (1.7) als het punt van lanceren als y-as wordt gezien. Uit vergelijking van (1.7) kan een vergelijking voor de tijd gehaald worden als een bepaalde hoogte y bekend is:

$$t = \frac{v_{0y}}{g} \pm \sqrt{\frac{v_{0y}^2}{g^2} - \frac{2y}{g}} \quad (1.12)$$

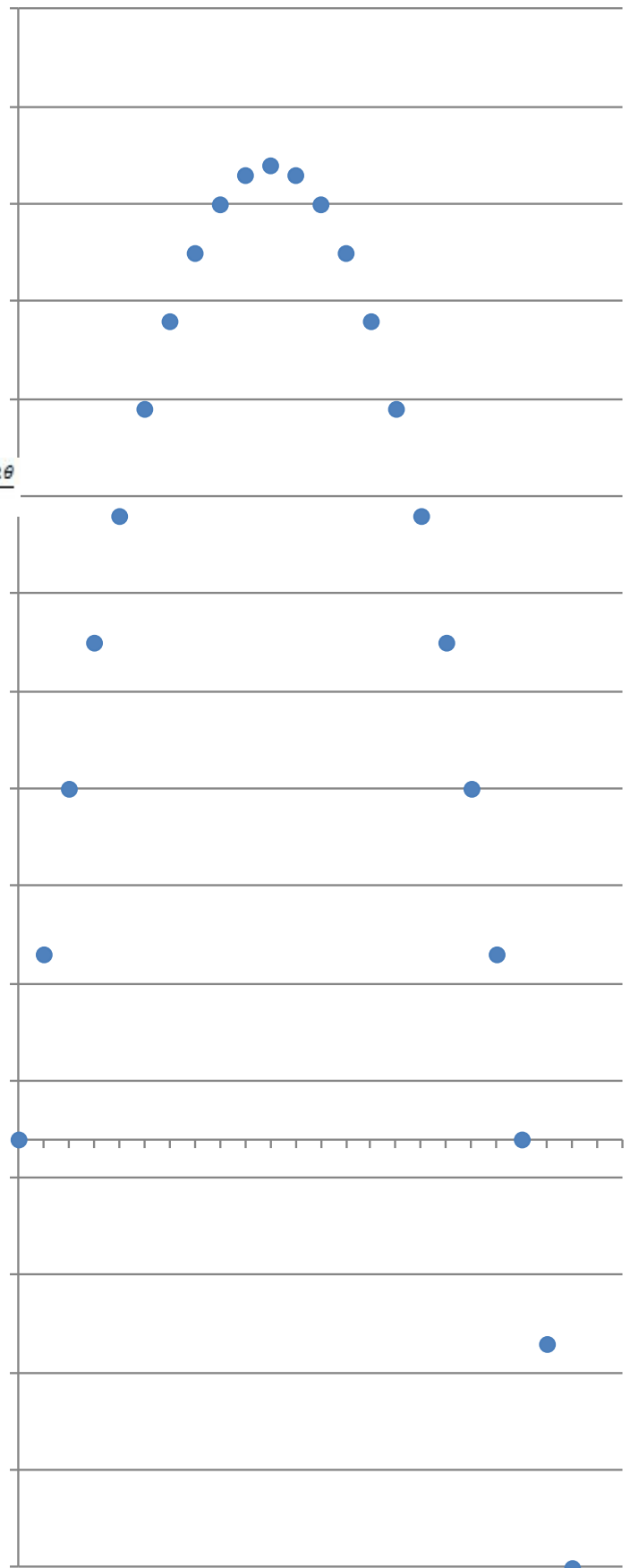
De totale duur van de vlucht is op het moment dat  $y = -h$ , waarbij h het verschil in hoogte tussen de lanceringsplaats en de landingsplaats is, en als de breuk bij de eerste term opgeteld wordt. De totale duur van de vlucht is:

$$t_{vlucht} = \frac{v_{0y}}{g} + \sqrt{\frac{v_{0y}^2}{g^2} + \frac{2h}{g}} \quad (1.13)$$

De totale afstand die in x-richting afgelegd is wordt dan:

$$x = v_{0x} \cdot t_{vlucht} = \frac{v_{0x}v_{0y}}{g} + v_{0x} \sqrt{\frac{v_{0y}^2}{g^2} + \frac{2h}{g}} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{2g} + v_0 \cos \theta \sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{g^2} + \frac{2h}{g}}$$

In de bovenstaande gevallen werd de luchtwrijving ver-



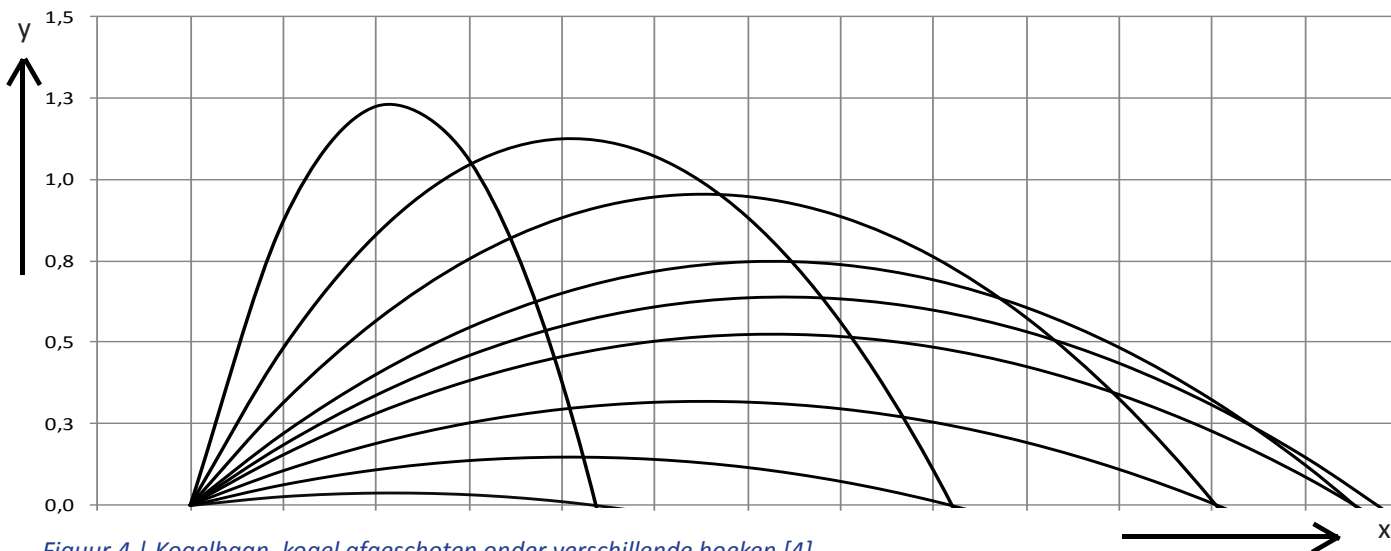
Figuur 3 | Kogel weggeschoten onder een bepaalde hoek, de landingsplaats is lager dan de lanceringsplek

(1.14)

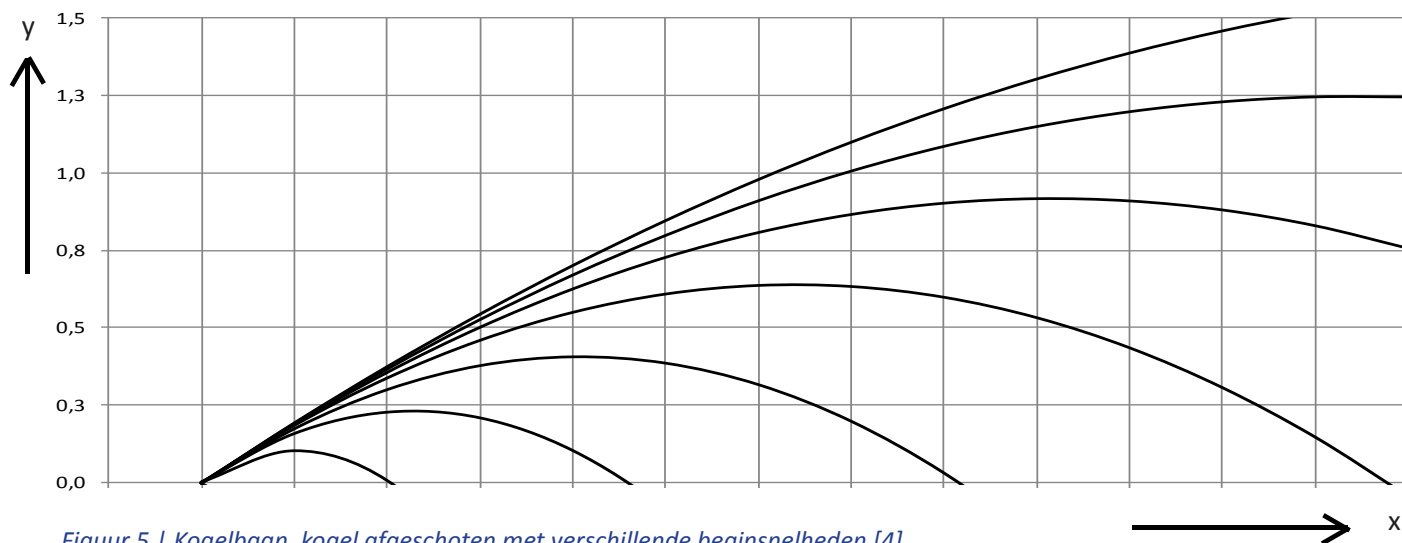
## 7. Bijlage A

waarloosd en  $v_0$  is niet al te groot, dat wil zeggen dat de maximaal af te leggen weg veel kleiner is dan de straal van de aardbol. In dat geval mag verondersteld worden dat de valversnelling ( $g$ ) overal langs de baan van de kogel dezelfde richting en grootte heeft. [1-6]

Typend voor de baan van de kogel zijn de hoogte van de baan en de afstand die de kogel aflegt in  $x$ -richting.



Figuur 4 | Kogelbaan, kogel afgeschoten onder verschillende hoeken [4]



Figuur 5 | Kogelbaan, kogel afgeschoten met verschillende beginsnelheden [4]

### Factoren die invloed hebben op de kogelbaan

Uit de vergelijkingen blijkt dat de factoren die invloed hebben op de baan van de kogel de hoek van afschieten en de beginsnelheid zijn. In werkelijkheid heeft de luchtweerstand ook invloed op de baan van een kogel.

### Factoren die geen invloed hebben

Een factor die geen invloed heeft op de baan van de kogel is het gewicht van de kogel. Deze variabele komt in geen één vergelijking die de baan beschrijft terug.

### Referenties

1. Apostel, T.M., Goodstein, D.L., Olenick, R.P., The mechanical universe. 1985, Cambridge: Press Syndicate of the University of Cambridge.
2. de Kort, N., Klassieke mechanica. 1989, Utrecht: Ad Stads (Teleac).
3. G.C.M. van Eekelen, J., E.A. De, R., Systematische natuurkunde vwo 5 kernboek. 1e ed, ed. M. Vonk. 2007, Baarn: Nijgh Versluys.
4. Middellink, J.W., Systematische natuurkunde voor bovenbouw vwo A. 3e ed. 1990, Apeldoorn: van Walraven.
5. Russeler, H. Kogelbaan: de verdieping. 2007; Available from: [http://virtueelpracticumlokaal.nl/projectile3\\_nl/projectile3\\_nl.html](http://virtueelpracticumlokaal.nl/projectile3_nl/projectile3_nl.html).
6. Keestra, M., Doorbraken in de natuurkunde. 1 ed, ed. A. Lohnberg. 2003, Amsterdam: Nieuwezijds. 224.

Belangrijk bij het ontwerpen van producten is dat een product veilig gebruikt kan worden. Vanuit de regering en de Europese Unie worden er bepaalde eisen gesteld aan producten en in het bijzonder zijn er eisen voor producten die door kinderen gebruikt worden. Dit om te voorkomen dat er ongevallen voorkomen. In Nederland speelt de Nederlandse normcommissie 'Kinderartikelen' een actieve rol in de ontwikkeling van de productnormen. [30]

Door te spelen leren kinderen om te gaan met risico's. Spelen dient daarom veilig te gebeuren, ook wanneer kinderen hun capaciteiten overschatten en over hun grens heen gaan. [31] Risico's voor kinderen bij het gebruiken van speeltoestellen of speelgoed:

- Verstikking door kleine onderdelen die in de luchtpijp kunnen komen na het inslikken.
- Obstructie in de darmen doordat losse magneetjes worden ingeslikt en aan elkaar kleven.
- Verwuring wanneer bijvoorbeeld een koord om de hals komt te zitten.
- Oogletsel door speelgoed met scherpe punten of projectielen.
- Gehoorschade door speelgoed dat veel geluid maakt.
- Blootstelling aan stoffen die een allergische reactie kunnen veroorzaken of waardoor een allergie kan worden opgebouwd (zogenaamde allergenen).
- Blootstelling aan onhygiënische toestand van speelgoed. Dit kan leiden tot besmetting, infectie en ziekte.
- Risico's door onvoldoende onderhoud van speeltoestellen voor particulier gebruik, bijvoorbeeld splinters, scherpe randen of onvoldoende sterkte.
- Vallen van hoogte.
- Beknelling of amputatie van lichaamsdelen. Vingers kunnen bijvoorbeeld bekneld raken. [32]
- Scherpe randjes, kleine en/of harde deeltjes aan speelgoed die makkelijk kunnen afbreken of die kinderen makkelijk kunnen lostrekken kunnen een gevaar vormen.
- Fysieke verwondingen door inademen of contact met schadelijke stoffen. [33]
- Door het kapotgaan of vervormen van materiaal kunnen er nieuwe gevaren ontstaan. [22]

Regels uit de Europese Richtlijn 88/378/EEG [33] en uit het warenwetbesluit attractie- en speeltoestellen [34] die ervoor dienen om deze risico's te voorkomen en die relevant zijn voor het te ontwerpen product:

- Speelgoed en kindverzorgingsartikelen mogen geen gevaar opleveren voor de gezondheid van het kind. Ook mogen deze artikelen geen gevaar opleveren van fysieke verwondingen door inslikken, inademen of contact via de huid en ogen.
- Bij redelijkerwijs te verwachten gebruik mag een speeltoestel geen gevaar opleveren voor de veiligheid of gezondheid van de mens.
- Een speeltoestel wordt zodanig ontworpen dat abnormaal gebruik, indien gevaarlijk, wordt voorkomen.
- Ten gevolge van gebruik van het toestel mogen de volgende gevaren niet voorkomen: vallen, snijden, beklemming, afklemming, verstikking, botsen, overbelasting van het lichaam.
- Speelgoed en onderdelen daarvan, bijvast geïnstalleerd

- speelgoed en de verankering, moeten de nodige mechanische eigenschappen en in voorkomend geval de vereiste stabiliteit hebben om de bij het gebruik uitgeoefende druk te weerstaan zonder dat zij breken of kunnen vervormen met gevaar voor lichamelijk letsel.
- Bereikbare hoeken, uitstekende delen, snoeren, kabels en bevestigingen moeten zo ontworpen en geconstrueerd zijn dat het gevaar voor lichamelijk letsel bij aanraking zo klein mogelijk is.
- Speelgoed moet zo ontworpen en vervaardigd zijn dat de kans op lichamelijk letsel ten gevolge van de beweging van de delen ervan minimaal is.
- Speelgoedartikelen en onderdelen daarvan en afneembare delen die kennelijk bestemd zijn voor kinderen beneden de 36 maanden, moeten zo groot zijn dat zij niet kunnen worden ingeslikt en/of ingeademd.
- De vorm en de samenstelling van projectielen en de kinetische energie die zij bij lancering door daarvoor ontworpen speelgoed kunnen ontwikkelen, zijn zodanig dat er, gelet op de aard van het speelgoed, geen risico van lichamelijk letsel voor de gebruiker of voor derden bestaat.

# Bijlage

## 7. Bijlage C

### Veer

Voor de kracht die een veer levert geldt de volgende formule:  $F=k \cdot x$ . Waarbij  $F$ =kracht,  $k$ =veerconstante en  $x$ =uitrekking. Verder geldt bij een stoot dat de stoot gelijk is aan het verschil in impuls. Hierbij vinden alle bewegingen in dezelfde richting plaats, dus kunnen de waarden ingevuld worden zoals ze zijn. De volgende vergelijking drukt dit uit:

$$I = \Delta p \Rightarrow F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v \Rightarrow \Delta v = (F \cdot \Delta t) / m \Rightarrow \Delta v = (k \cdot \Delta x \cdot \Delta t) / m$$

De massa van de bal zal tussen de 0,02 en 0,5 kg liggen.

$\Delta x$  is ongeveer te variëren tussen de 0,005 en 0,03 m.

Er zijn heel veel verschillende veren verkrijgbaar, dus de veerconstante kan vrij gekozen worden. Uitgaande van de berekende beginsnelheden voor de bal zouden de volgende waarden kunnen gelden:

v (m/s)	m (kg)	k (N/m)	t (sec)	x (m)	x (cm)
2,75	0,1	5	0,5	0,11	11
3,75	0,1	5	0,5	0,15	15
5	0,1	5	0,5	0,2	20

Door de grote diversiteit aan veren die te verkrijgen is, is deze mogelijkheid goed haalbaar.

### Slinger

Om de hoogte van de slinger uit te rekenen wordt uitgegaan van een slinger waarbij de massa zich allemaal aan het uiteinde van de arm bevindt en de massa van de arm zelf verwaarloosd wordt.

Bij het slingeren blijft de hoeveelheid energie in de slinger gelijk. Op het punt net voor het loslaten is de snelheid van de slinger nul, en heeft de slinger alleen potentiële hoogte energie. Deze energie kan berekend worden met:  $E_h = m \cdot g \cdot h$ . Waarbij  $h$  het verschil in hoogte is tussen de locatie van de bal en het punt waar de massa van de slinger zich bevindt. De energie op het punt net voor de slinger de bal raakt is  $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ . De potentiële energie en kinetische energie zijn aan elkaar gelijk door de wet van behoud van energie. De snelheid van de slinger net voor het raken van de bal kan dus als volgt uitgedrukt worden:  $v = \sqrt{2gh}$

Bij de botsing tussen de slinger en de bal kunnen de verschillen in snelheid berekend worden met behulp van de wet van behoud van impuls. Dus:  $m_A \cdot \Delta v_A = m_B \cdot \Delta v_B$ , waarbij A voor de slinger staat en B voor de bal. Het verschil in snelheid van de slinger bij een ideale overbrenging is  $\sqrt{2gh}$ . Dit kan ingevuld worden in de vergelijking:

$$m_A \cdot \sqrt{2gh} = m_B \cdot \Delta v_B$$

$$m_A / m_B \cdot \sqrt{2gh} = \Delta v_B$$

$$(m_A / m_B)^2 \cdot 2gh = \Delta v_B^2$$

$$h = (m_B / m_A)^2 \cdot \frac{1}{2} g \cdot \Delta v_B^2$$

$\Delta v_B$	h
2,5	$0,32 \cdot (m_B / m_A)^2$
3,75	$0,72 \cdot (m_B / m_A)^2$
5	$1,27 \cdot (m_B / m_A)^2$

Door de verhouding tussen de massa's van de bal en de massa aan het uiteinde van de slinger aan te passen kunnen

de gewenste snelheden bereikt worden. Deze manier van schieten is dus goed haalbaar.

### Rad

De snelheid waarmee de bal draait in het rad is de beginsnelheid van de bal wanneer deze weg schiet.

$$a/t = x \text{ rpm (rondes per minuut)}$$

$$2 \cdot \pi \cdot r = d \text{ [m] afstand per ronde (omtrek)}$$

$$d \cdot a/t/60 = d \cdot x/60 = v \text{ [m/s]}$$

Met een straal ( $r$ ) = 0,25 m, geldt voor de omtrek

$$(d) = 2 \cdot \pi \cdot 0,25 = 1,57 \text{ m.}$$

Nu kan berekend worden hoe snel het rad rondgedraaid moet worden om de gewenste beginsnelheden te bereiken.

$$v = 5 \text{ m/s (snelste stand)}$$

$$5/1,57 = 3,2 \text{ rounds per second} = 191,08 \text{ rpm}$$

$$v = 3,75 \text{ m/s}$$

$$3,75/1,57 = 2,39 \text{ rps} = 143,31 \text{ rpm}$$

$$v = 2,5 \text{ m/s}$$

$$2,5/1,57 = 1,59 \text{ rps} = 95,54 \text{ rpm}$$

Deze snelheden zijn haalbaar als er een omzetting in het rad plaats vindt.

### Test

#### Opstelling

Op deze pagina zijn foto's van de test te zien. De bal werd weg geschoten vanaf een golftee. De vijf verschillende ballen zijn getest. De ballen kwamen op dezelfde hoogte neer als dat ze weg geschoten waren. Met een meetlat die naast het platform lag is gemeten hoe ver de ballen kwamen.

nr.	Omschrijving	Massa	Diameter (mm)
1	Stress bal	13,5 gr.	70
2	Tennisbal	55 gr.	69
3	Paarse speelbal	34 gr.	65
4	Pingpongbal	2 gr.	40
5	Kattenballetje	2,5 gr.	37
	Voet slinger	111 gr.	

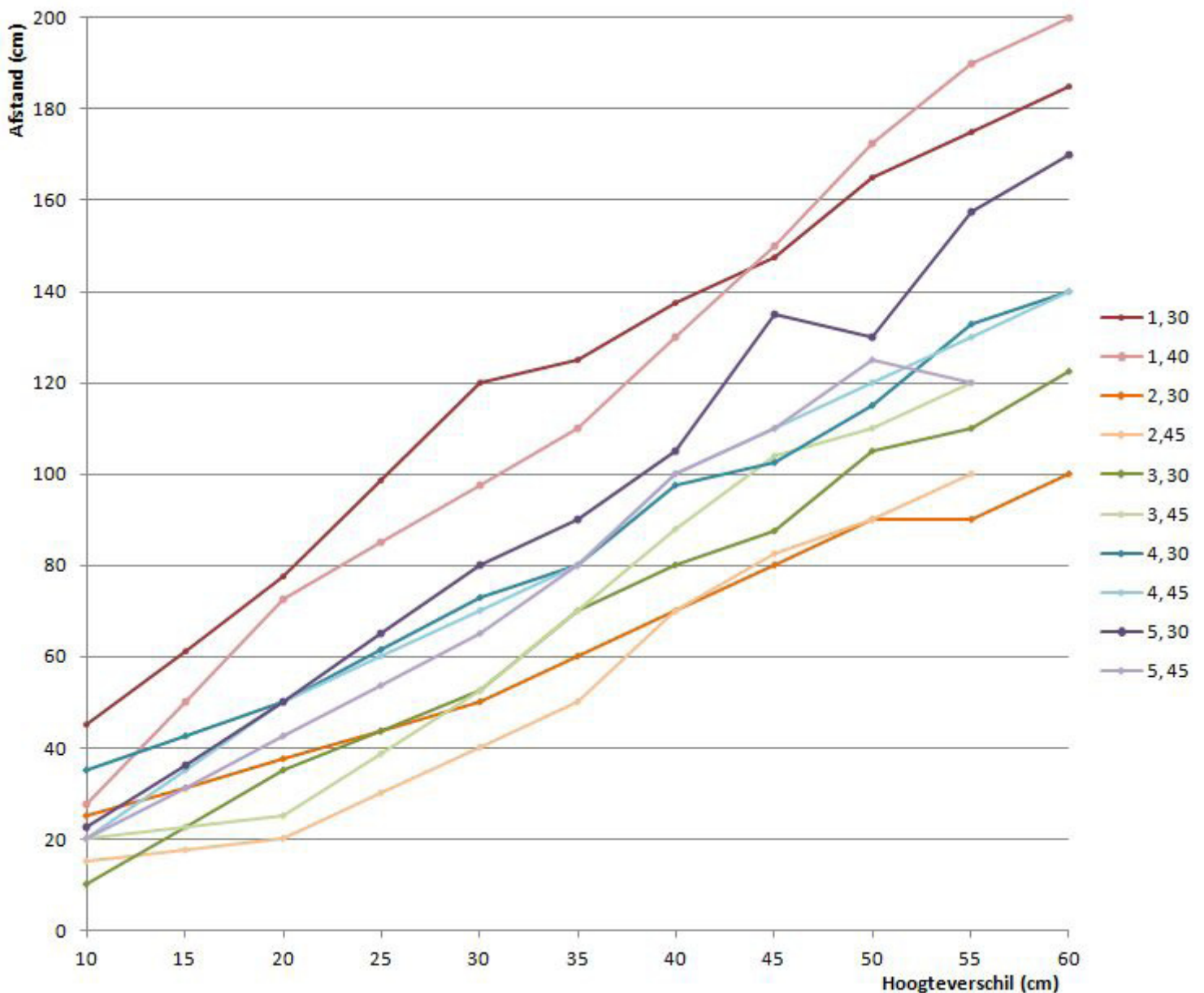


# Bijlage

## 7. Bijlage D

### Resultaten test

Bal	1		2		3		4		5	
	30 graden	45 graden	30 graden	45 graden	30 graden	45 graden	30 graden	45 graden	30 graden	45 graden
Vershil Hoogte (cm)	Afstand (cm)	Afstand (cm)	Afstand (cm)	Afstand (cm)	Afstand (cm)	Afstand (cm)	Afstand (cm)	Afstand (cm)	Afstand (cm)	Afstand (cm)
10	45	27,5	25	15	10	20	35	20	22,5	20
20	77,5	72,5	37,5	20	35	25	50	50	50	42,5
30	120	97,5	50	40	52,5	52,5	73	70	80	65
35	125	110	60	50	70	70	80	80	90	80
40	137,5	130	70	70	80	88	97,5	100	105	100
45	147,5	150	80	82,5	87,5	104	102,5	110	135	110
50	165	172,5	90	90	105	110	115	120	130	125
55	175	190	90	100	110	120	133	130	157,5	120
60	185	200	100		122,5		140	140	170	



In onderstaande tabel staat een overzicht van alle onderdelen, het materiaal van dat onderdeel en de kosten van het onderdeel.

nr.	Onderdeel	Materiaal	Aantal	Afmeting (mm)	Kosten	Opmerking	Bron	
<b>Doel</b>	1	Plaat zijkant links		300x800x18	€ 23,03		[27]	
	2	Plaat zijkant rechts		600x800x18			[27]	
	3	Plaat achterkant boven	MDF		2401x707x4	€ 15,37		[27]
	4	Plaat achterkant onder	MDF		2410x651x4			[27]
	5	Plaat voorkant boven	persplex		2401x707x4	€ 50,00		[30]
	6	Plaat voorkant onder (gaten)	MDF		2410x651x4	€ 15,37		[27]
	7	Plaat voorkant onder	polypropeen		2410x651x2	€ 20,00		[32]
	8	Tussenplank 1	MDF		285x800x12			[27]
	9	Tussenplank 2	MDF		285x800x12			[27]
	10	Tussenplank 3	MDF		365x800x12	€ 12,66		[27]
	11	Tussenplank 4	MDF		443x800x12			[27]
	12	Tussenplank 5	MDF		539x800x12			[27]
	13	Buis (PVC)	PVC		Ø90x2688, dikte=3	€ 13,20		[29]
	14	Afbeeldingen op sheets	Sheet (transparant)	6				
		Sheet 1	Sheet (transparant)		254x127x1			
		Sheet 2	Sheet (transparant)		250x195x1			
		Sheet 3	Sheet (transparant)		400x297x1	€ 25,00		
		Sheet 4	Sheet (transparant)		399x399x1			
		Sheet 5	Sheet (transparant)		498x523x1			
	Sheet 6	Sheet (transparant)		311x606x1				
	15	Fotohoekjes	24		€ 4,00			
	16	Lampen	6		€ 30,00			
	17	Bewegingssensors + controllers	7		€ 30,00			
	18	Plaatje electronica	6		€ 30,00			
	19	Bedrading			€ 40,00			
<b>Systeem ballen terug</b>	20	Buis		Staal Ø15x2405 mm	€ 36,20		[28]	
	21	Ballenstop	6					
		a Stopper	MDF		50x50x6			Overig hout 22 [27]
		b Buis	RVS		Ø5x26			Overig staaf 25 [28]
	22	Geleider ballenstop	MDF	6				
		a	MDF	1x	50x50x6			[27]
		b	MDF	1x	50x50x6	€ 12,66		[27]
		c	MDF	2x	18x55x6			[27]
	23	Verbindingsbuis	Staal	6	Ø10x40	€ 7,85		[28]
	24	Buis aan draaiende buis	Staal	6	Ø10x30			[28]
	25	Pin verbinding buizen	Staal	6	Ø5x18	€ 3,28		[28]
	26	Houder buis (links en rechts)	Staal/hout/kunststof/PVC	2	Ø21 x 60	€ 5,00		
	27	Pedaal	MDF		80x60x18			Overig hout 1, 2 [27]
	28	Stang naar pedaal	Staal		Ø10x115			Overig staaf 23 [28]
	29	Rotatie veer	Staal		binnenØ15	€ 9,00		
	50	Ring	Staal/	24	Ø6, dikte= 1	€ 4,00		
	<b>Afwerking</b>	30	Verf			€ 90,00		
		31	Lijm			€ 8,00		
		32	Schroeven	RVS			€ 10,00	
33		Lak				€ 25,00		
53		Schuurpapier				€ 20,00		
<b>Schietdeel</b>	34	Plaat voor		MDF 650x1450x12	€ 15,37		[27]	
	35	Plaat achter		MDF 650x1450x12			[27]	
	36	Buigende plaat tussen	Buigtriplex		3293x280x3	€ 35,00		[30]
	37	Gewicht onderkant	Beton/grind			€ 10,00		
	38	Stokken hoogte	Hout	3	Ø18, 600, 600, 450	€ 5,00		[30]
	39	Ring hoogte	Hout/Kunststof		Ø18, Ø465x227*	€ 5,00		
	40	Slinger	Hout		30x30x518	€ 4,00		[30]
	41	Voet	Hout/iets zwaars		110x50x50	€ 5,00		en/of evt. overig hout
	42	Pin	Staal/RVS		Ø20x66, 60x30	€ 2,00		[28]
<b>Slinger</b>	43	Achterkant pin		MDF 60x6			Overig hout 22 [27]	
	44	Volgbaan pin (a, b)		MDF 2 60x300x6			Overig hout 22 [27]	
	45	Achterkant volgbaan		MDF 120x300x6			Overig hout 22 [27]	
	51	Ringen hoogte (3 kleuren)	Kunststof	(3x3) 9	binnenØ18	€ 2,00		
	52	Ring afstand slinger	Kunststof	2	binnenØ20	€ 1,00		
	46	Verf				€ 30,00		
<b>Overig</b>	47	Ballen		PU Ø70	€ 65,00		[31]	
	48a	Onderkant		MDF 376x398x12			[27]	
<b>Ballenbak</b>	48b	Zijplaat schietdeel		MDF 260x100x12			[27]	
	48c	Zijplaat achterkant		MDF 388x100x12	€ 15,37		[27]	
	48d	Zijplaat doel		MDF 308x100x12			[27]	
	48e	Zijplaat voor (schuif)		MDF 322x100x12			[27]	
	49a	Bovenkant		MDF 350x114x12			Overig hout 48 [27]	
<b>Ballenhouder</b>	49b	Zijkanten		MDF 2 688x100x12			Overig hout 48 [27]	
	49c	Cilinder (balhouder)		Hout Ø15x100 dikte=2	€ 2,00			
<b>Totaal</b>					€ 736,36			

# Bijlage

## 7. Bijlage F

### Assemblage

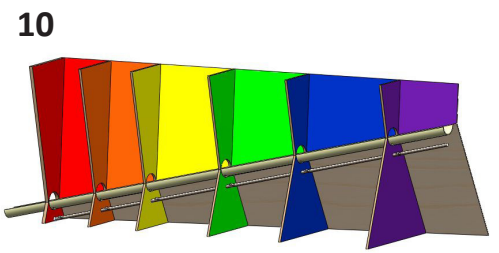
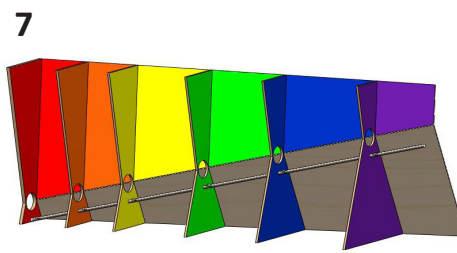
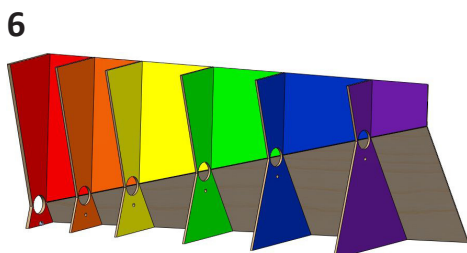
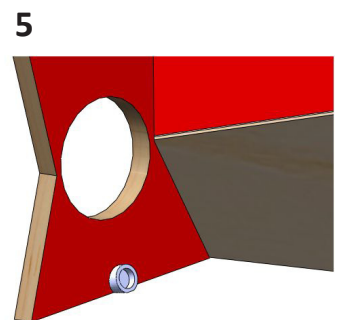
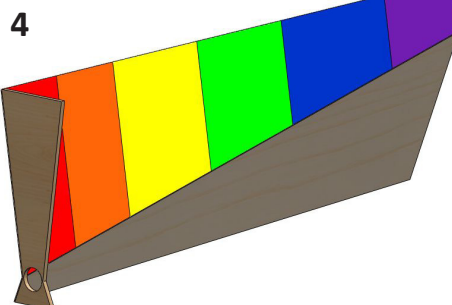
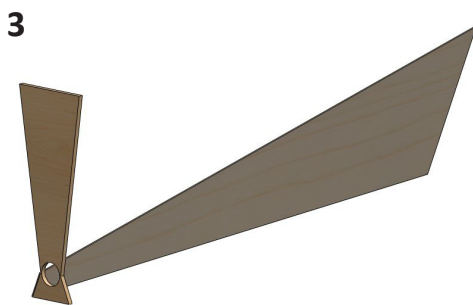
#### Doel

1. Zaag alle onderdelen op maat.
2. Schuur, verf en lak de onderdelen waarvoor dat nodig is.
3. Begin met nr. 1 en bevestig hier 4 aan vast met schroeven.
4. Bevestig hier nu 3 aan vast.
5. Bevestig onderdeel 26a aan onderdeel 1 en bevestig onderdeel 26b aan onderdeel 2.
6. Bevestig nu de onderdelen 8 t/m 12 aan de onderdelen 3 en 4 met schroeven.
7. Plaats onderdeel 20 door de onderdelen 8 t/m 12.
8. Plaats onderdeel 29 om onderdeel 20 tussen onderdeel 1 en 8.
9. Plaats onderdeel 20 in onderdeel 26a.
10. Schuif onderdeel 13 vanaf het gat aan de achterkant door de onderdelen 1, 8 t/m 12.
11. Maak onderdeel 13 vast aan de onderdelen 1, 8 t/m 12 met schroeven. (zorg ervoor dat onderdeel 2 er nog achter past en dat er niet teveel ruimte over blijft tussen onderdeel 13 en 2).

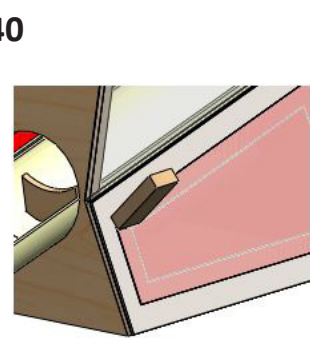
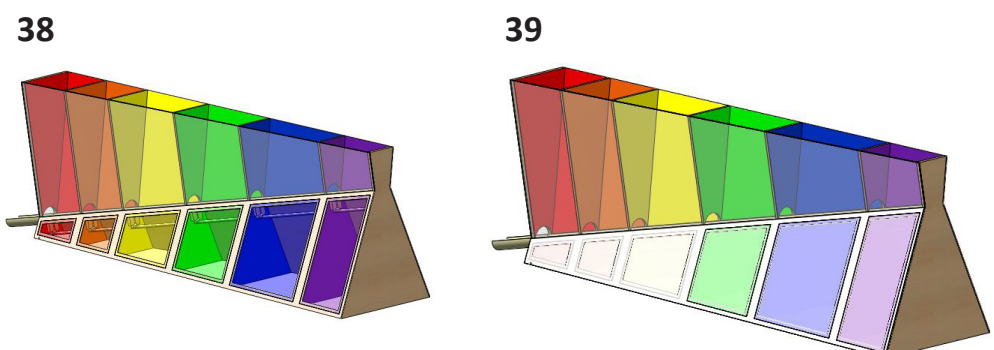
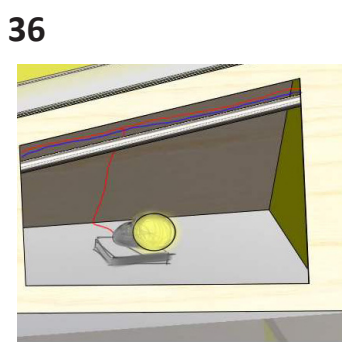
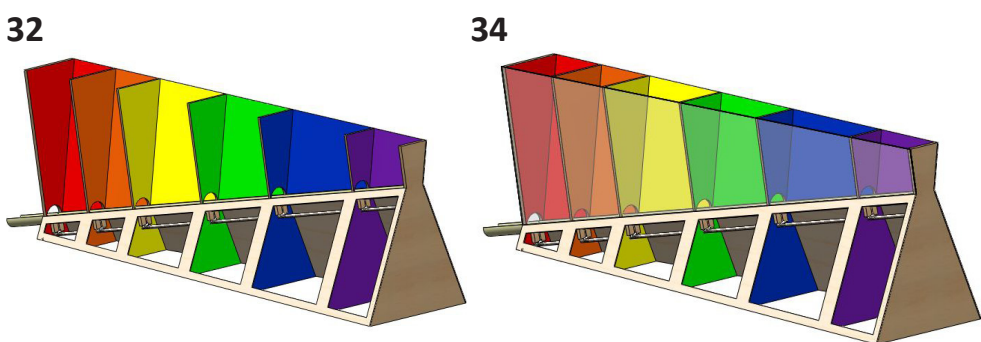
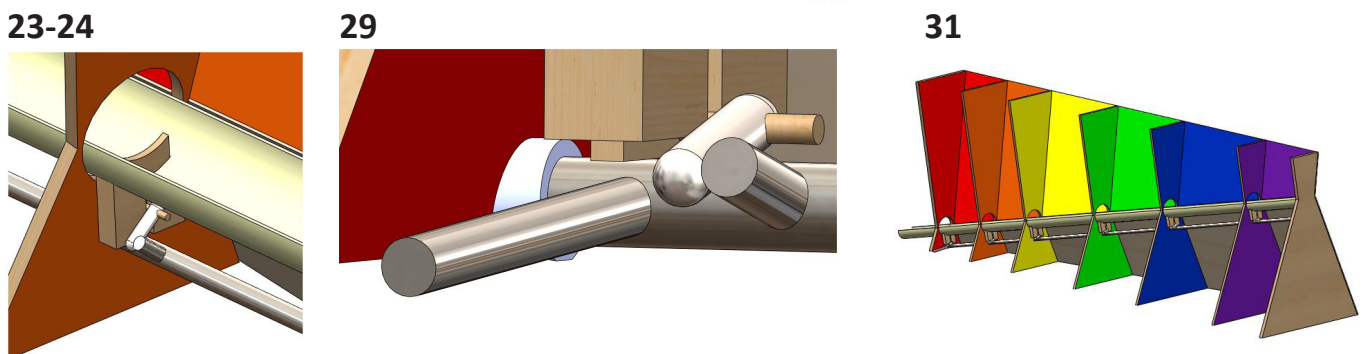
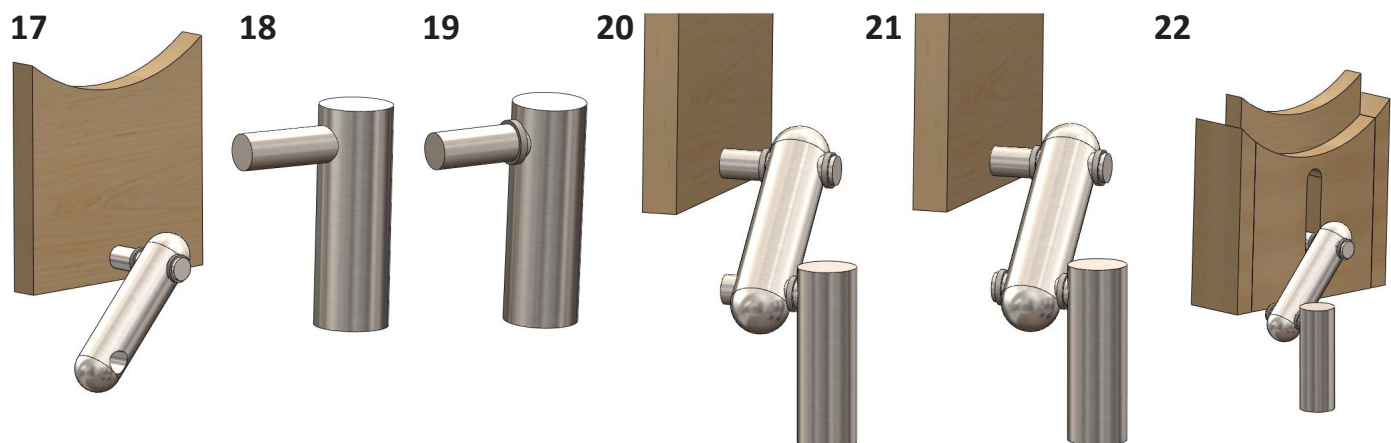
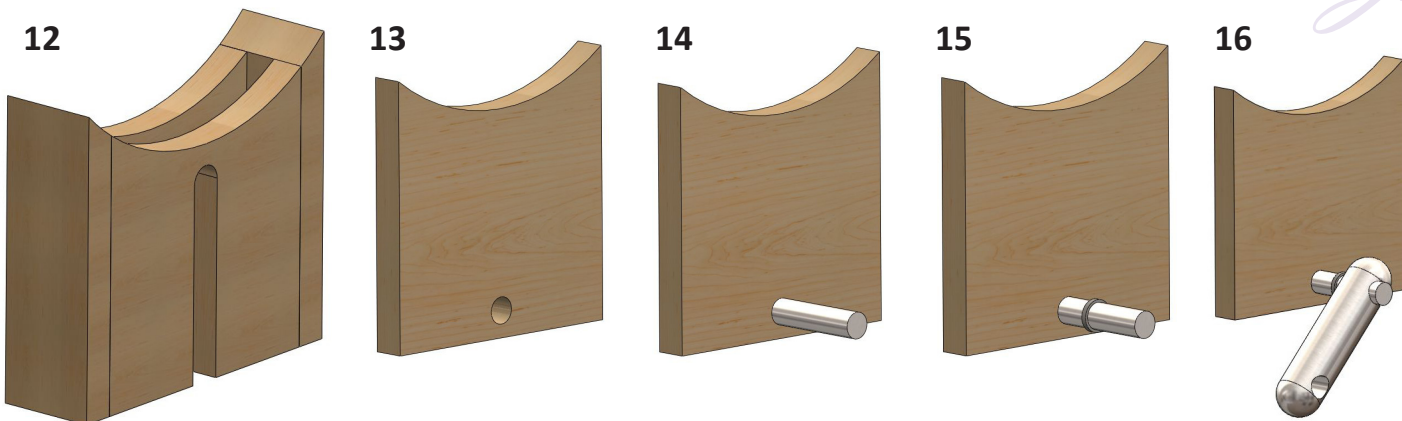
De volgende stappen moeten 6x uitgevoerd worden.

12. Zet onderdeel 22 in elkaar (schroeven en lijmen).
13. Bevestig onderdeel 17 in onderdeel 21.
14. Bevestig onderdeel 21b aan 21a (lijmen).
15. Plaats een ring (50) om onderdeel 21b.
16. Plaats onderdeel 23 om onderdeel 21b.
17. Bevestig een ring (50) om onderdeel 21b.
18. Bevestig onderdeel 25 aan onderdeel 24 (lijmen).
19. Plaats een ring (50) om onderdeel 25.
20. Plaats onderdeel 23 om onderdeel 25.

21. Plaats een ring (50) om onderdeel 25.
22. Plaats 21a in onderdeel 22.
23. Maak onderdeel 22 vast aan onderdeel 13 (schroeven).
24. Bevestig onderdeel 24 aan 20 (lijmen).
25. Plaats een sensor bij het pedaal.
26. Bevestig onderdeel 19 door het gehele systeem (aan 17).
27. Zorg ervoor dat onderdeel 18 goed bevestigd zit aan het systeem via 19.
28. Maak de uiteinden voor onderdeel 16 klaar.
29. Bevestig onderdeel 28 aan onderdeel 20 (lijmen).
30. Maak onderdeel 29 vast aan onderdeel 26a en 20. (zodat de stop planken in de normale toestand (buis pedaal omhoog) omhoog staan en de ballen tegen houden, en als de buis naar beneden gaat de stop planken naar beneden gaan en de ballen niet meer belemmeren).
31. Bevestig onderdeel 2 aan de onderdelen 3 en 4 (schroeven).
32. Bevestig onderdeel 6 op de onderdelen 1,2 en 8 t/m 12 (schroeven).
33. Bevestig onderdeel 15 op onderdeel 6. (24x)
34. Bevestig onderdeel 5 aan de onderdelen 1,2 en 8 t/m 12.
35. Zet het doel op de juiste plek.
36. Plaats onderdeel 16 in de holtes (6x).
37. Maakt onderdeel 16 vast aan de uiteindes van onderdeel 19.
38. Plaats de onderdelen 14a t/m f met behulp van onderdeel 15.
39. Bevestig onderdeel 7 aan onderdeel 6 (schroeven).
40. Maak onderdeel 27 vast aan onderdeel 28 (schroefdraad).



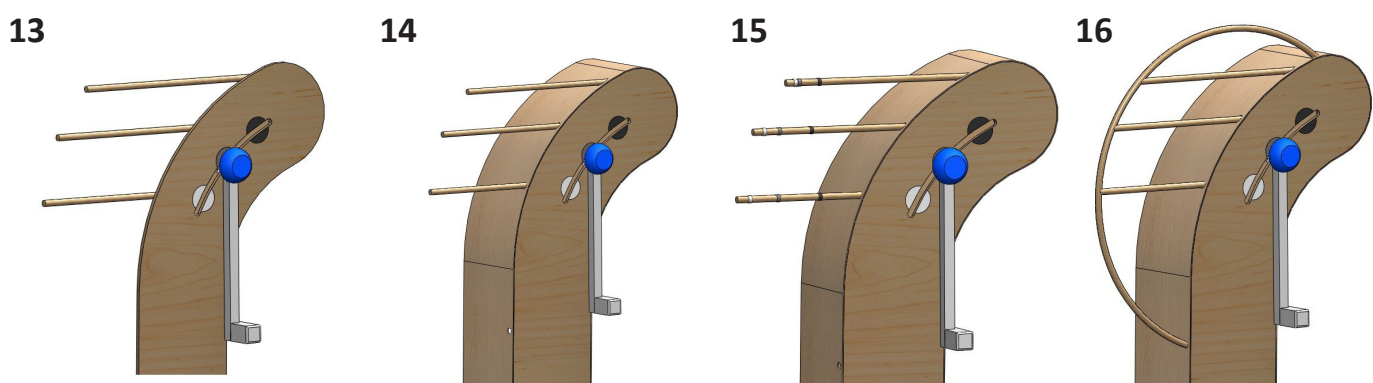
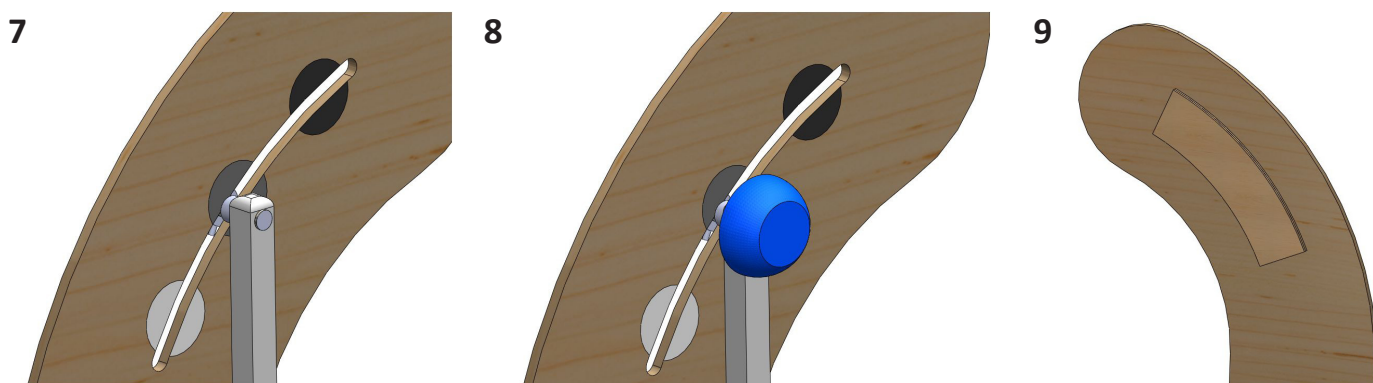
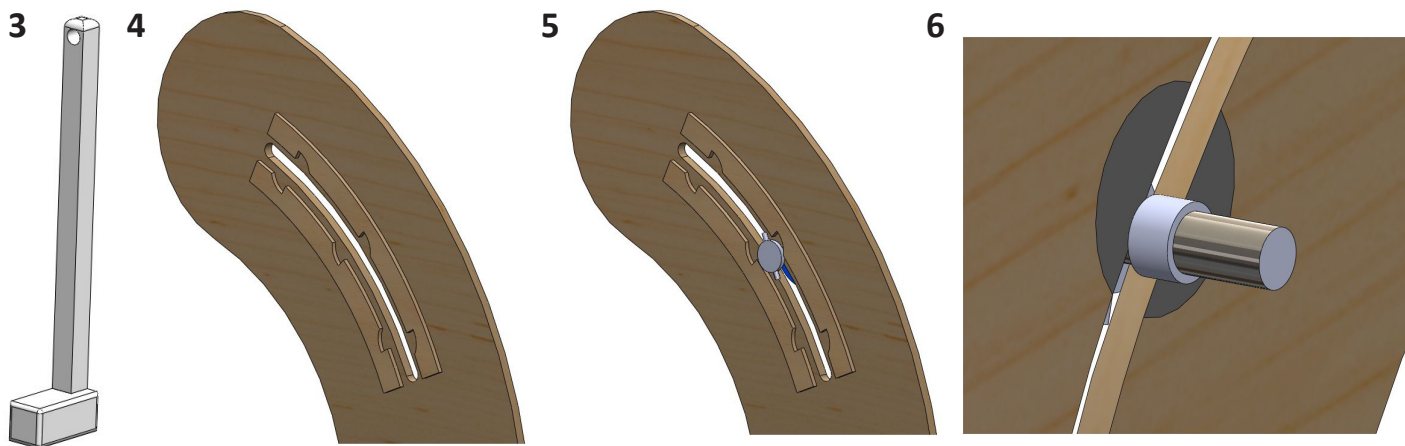


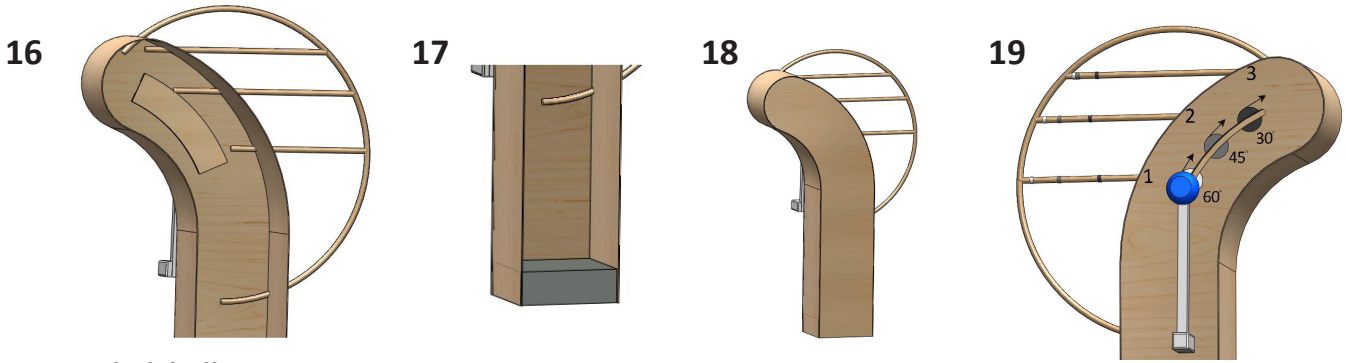


# 7. Bijlage F

## Schietdeel

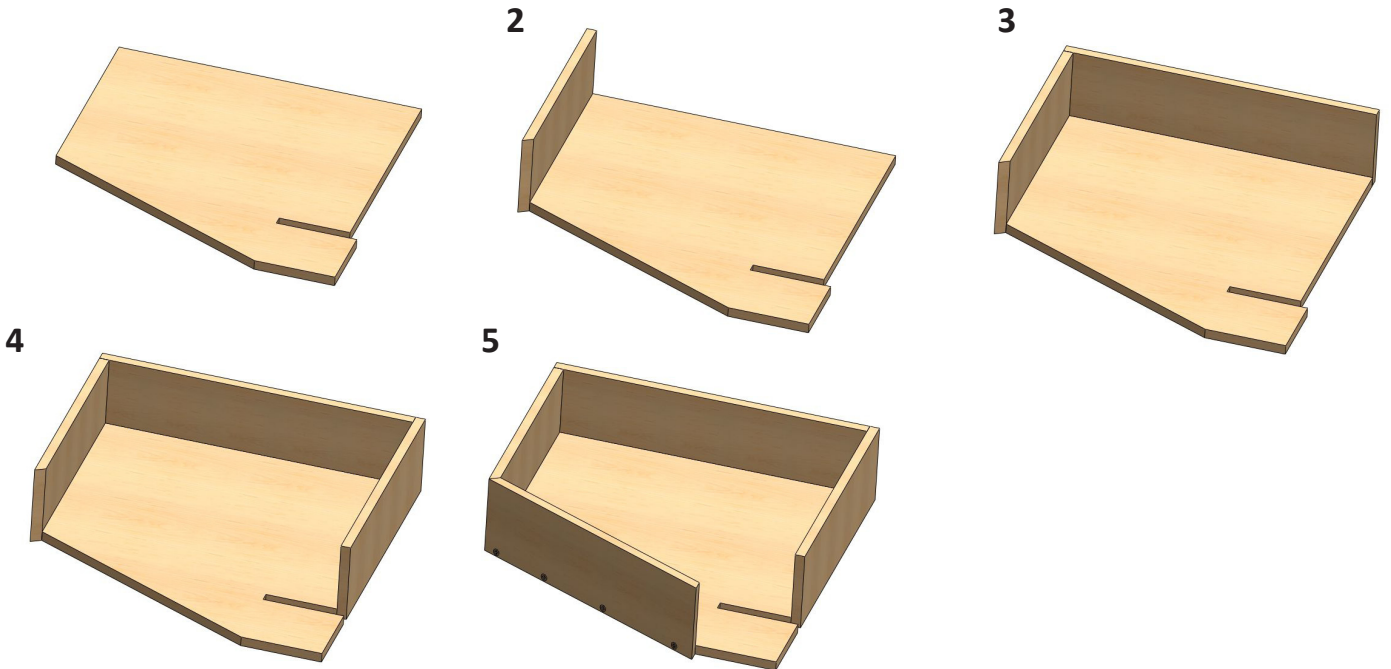
1. Zaag alle onderdelen op maat.
2. Schuur, verf en lak de onderdelen waarvoor dat nodig is.
3. Maak onderdeel 41 aan onderdeel 40 vast.
4. Maak onderdeel 44 aan onderdeel 34 vast (schroeven).
5. Plaats onderdeel 43 in onderdeel 44 tegen onderdeel 34 aan.
6. Plaats een hulpring 52 om onderdeel 42 heen.
7. Plaats onderdeel 42 door onderdeel 40.
8. Maak onderdeel 42 aan onderdeel 43 vast (lijmen).
9. Maak onderdeel 45 aan onderdeel 44 vast.
10. Test de werking van het schiettoestel (afstanden die de ballen schieten) en bepaal de hoogtes die gebruikt zouden moeten worden).
11. Verplaats eventueel onderdeel 44 iets of maak deze overnieuw als dat beter uitkomt voor het schieten.
12. Bevestig onderdeel 44 en 45 weer (schroeven).
13. Plaats onderdelen 38 (3) op de net bepaalde hoogte aan onderdeel 34 (lijmen en schroeven).
14. Plaats onderdeel 36 aan onderdeel 34.
15. Plaats in het geval van ringen die de hoogte aangeven deze om onderdeel 38.
16. Bevestig onderdeel 39 aan onderdeel 34 en de onderdelen 38 (schroeven en lijmen)..
17. Plaats eventueel onderdeel 37 (en maak vast).
18. Plaats onderdeel 35 door onderdeel 36 hier aan vast te maken (schroeven).
19. Plak de rondjes, pijlen, nummers en hoeken op de juiste plek op onderdeel 34.





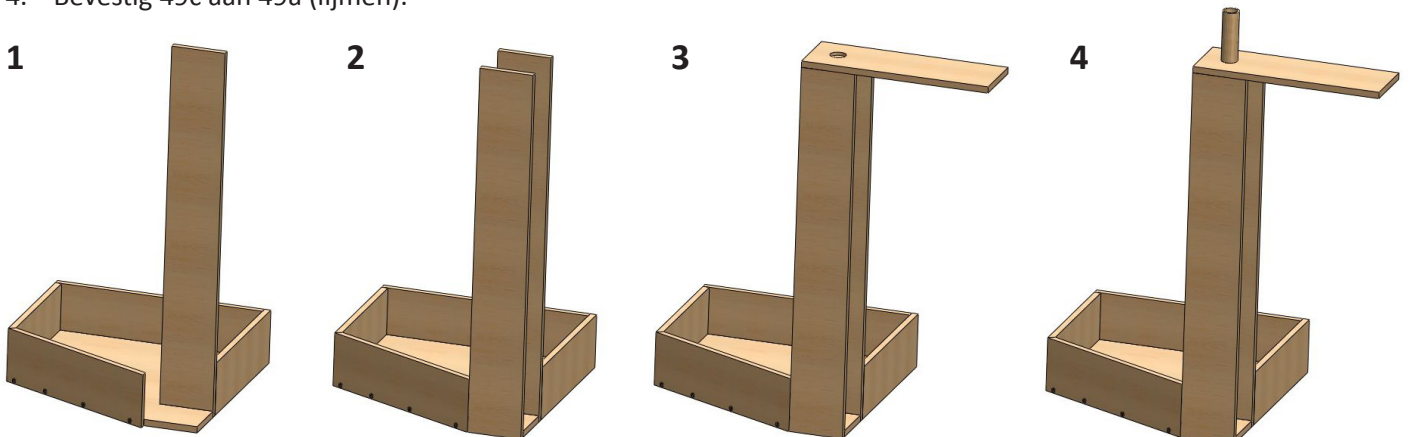
**Opvangbak ballen**

1. Zaag alle onderdelen op maat.
2. Bevestig onderdeel 48b aan onderdeel 48a (schroeven).
3. Bevestig onderdeel 48c aan onderdeel 48b en 48a (schroeven).
4. Bevestig onderdeel 48d aan onderdeel 48c en 48a (schroeven).
5. Bevestig onderdeel 48e aan onderdeel 48b en 48a (schroeven en lijm).



**Balhouder**

1. Bevestig onderdeel 49b (1e) aan 48a (lijmen) en 48d (schroeven) .
2. Bevestig onderdeel 49b (2e) aan 48a en 48e (schroeven en lijmen).
3. Bevestig onderdeel 49a aan de onderdelen 49b (schroeven).
4. Bevestig 49c aan 49a (lijmen).

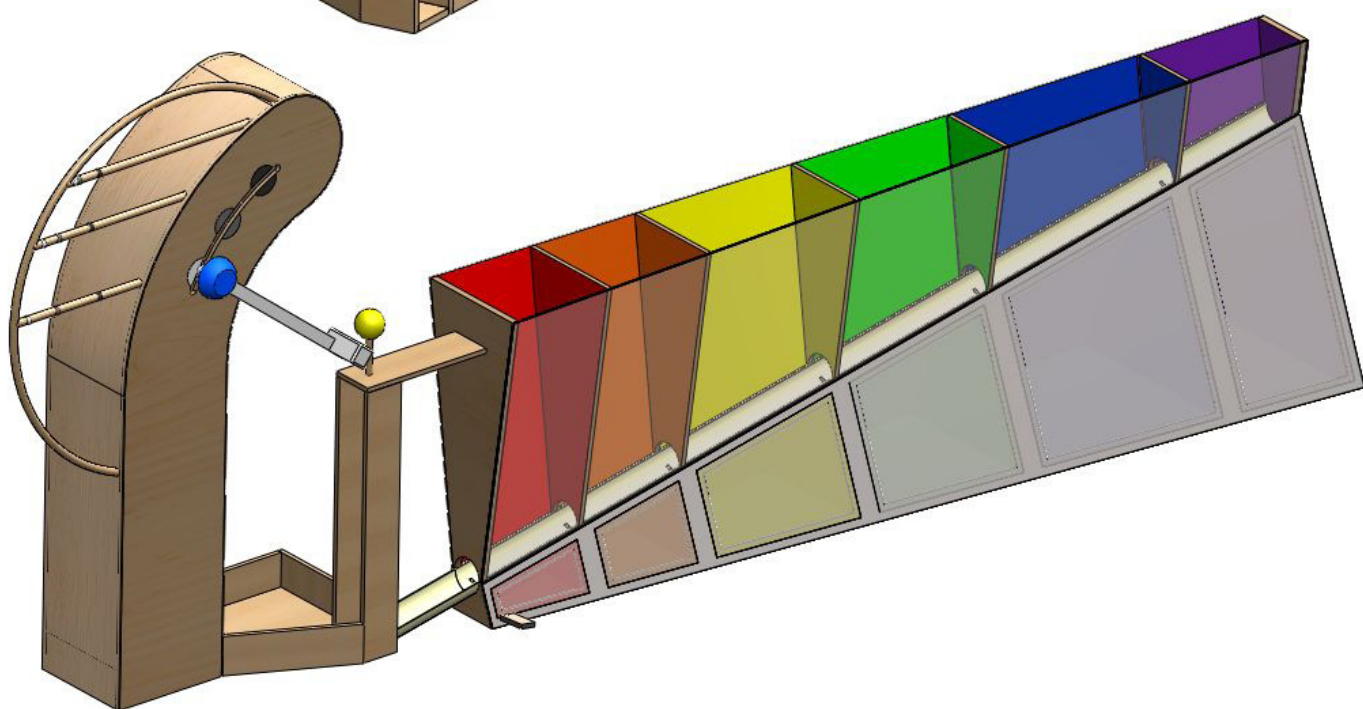
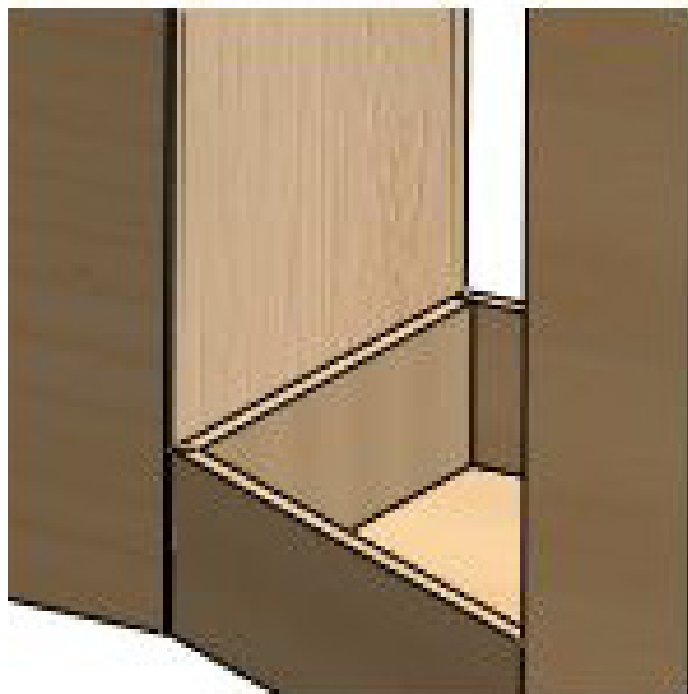
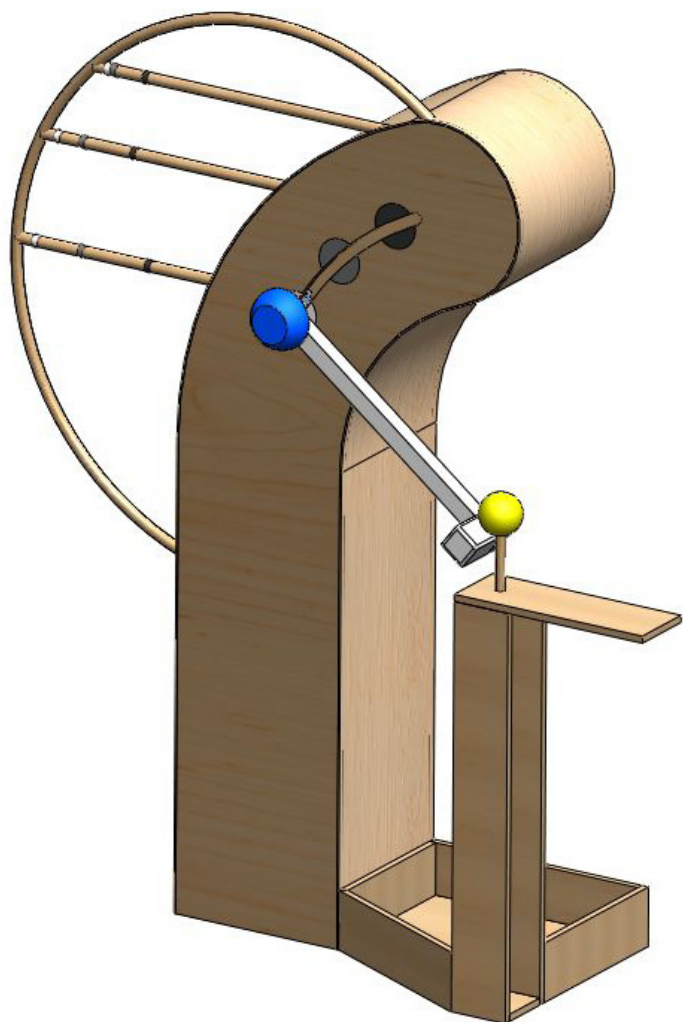


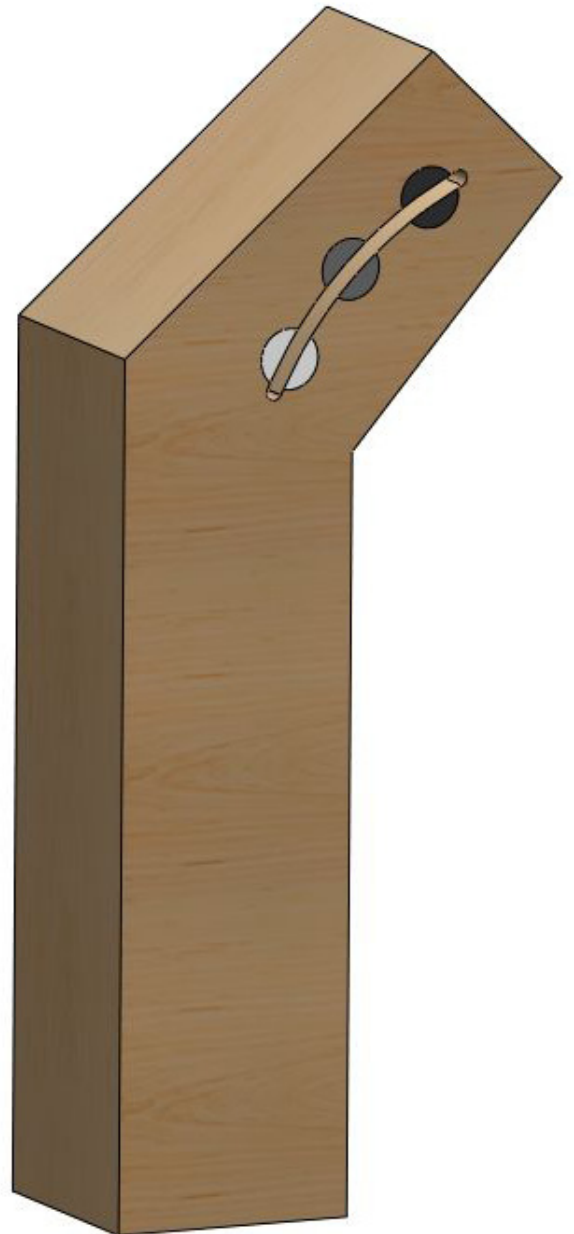
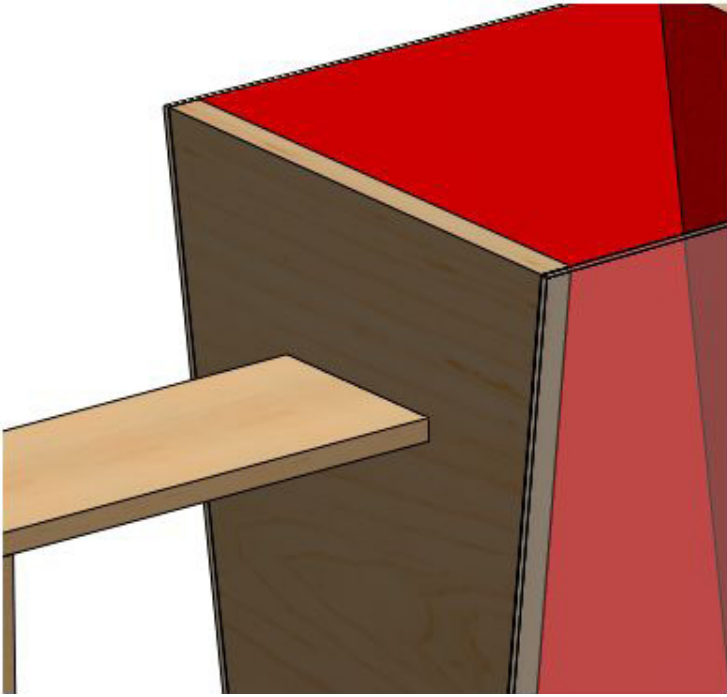
# Bijlage

## 7. Bijlage F

### Onderdelen aan elkaar

1. Opvangbak aan het schietdeel: Bevestig onderdeel 48b aan onderdeel 36 (schroeven).
2. Balhouder aan doel: Bevestig onderdeel 49a aan onderdeel 1 (schroeven).





***Alternatief schiettoestel***

Hiernaast is een afbeelding te zien van een alternatief schiettoestel. Deze zou gebruikt kunnen worden in het geval dat de zijkant niet gevormd kan worden met buigtriplex. Het alternatieve ontwerp maakt gebruik van rechte stukken MDF aan de zijkant van het schiettoestel.

A

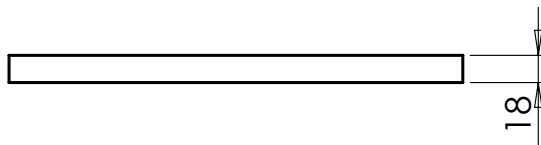
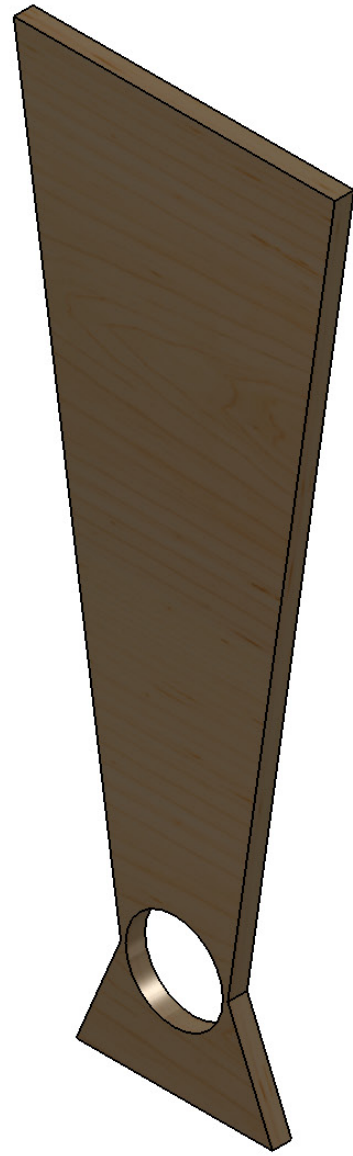
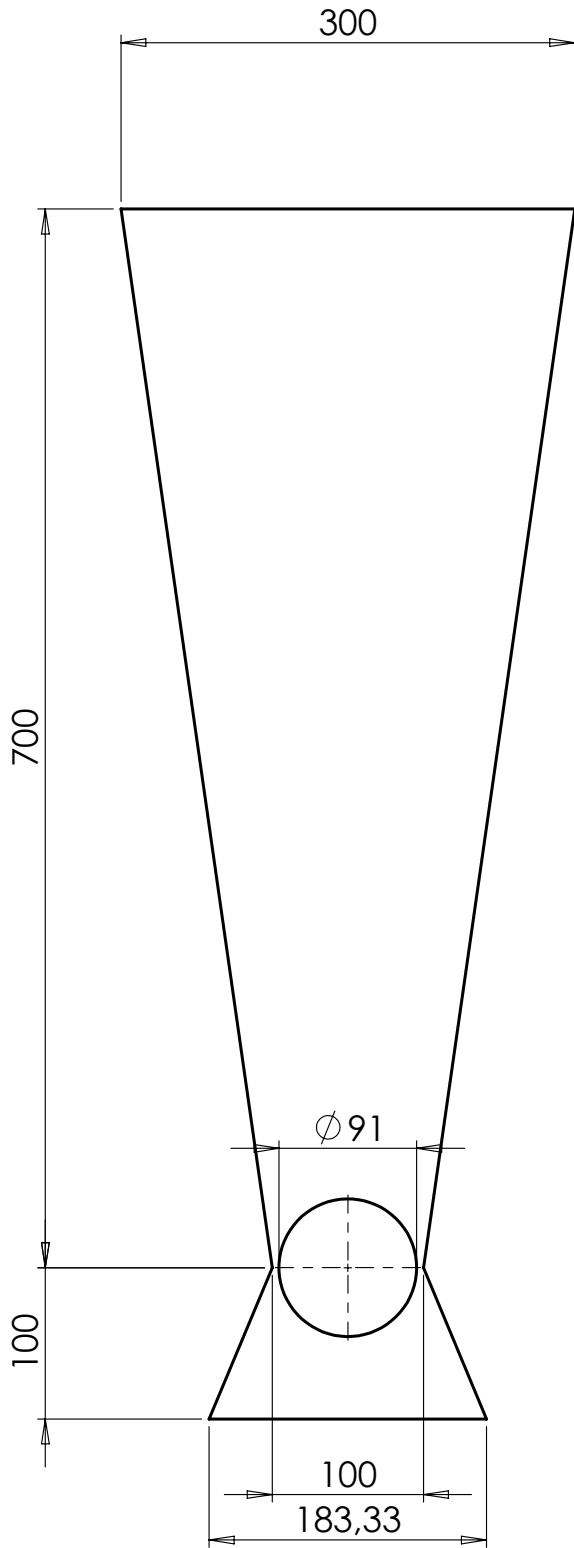
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Plaat zijkant links

MATERIAL:  
MDF

DWG NO.

1

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE 1:5

SHEET 1 OF 1

A

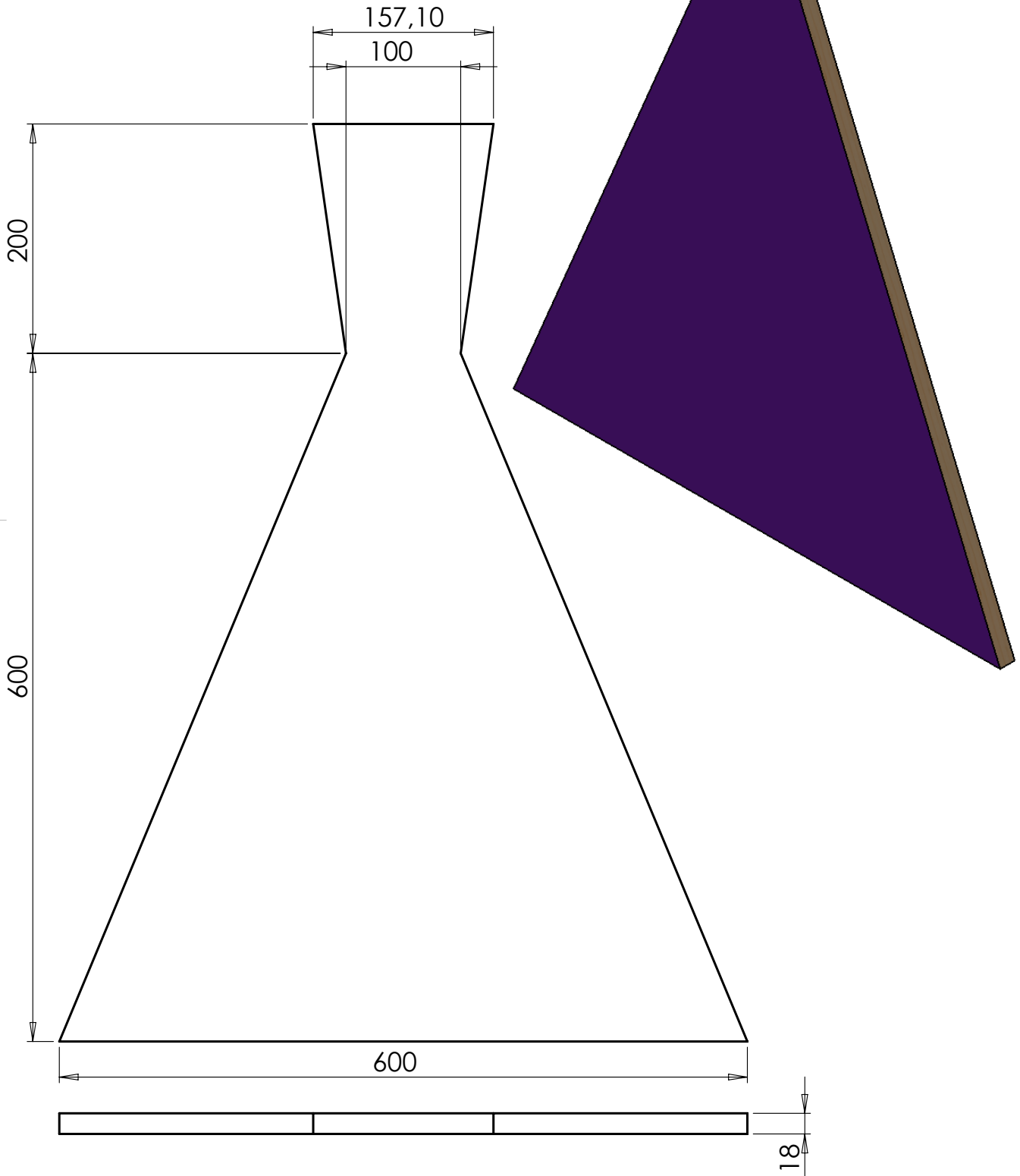
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Plaat zijkant rechts</b>		MATERIAL: MDF		DWG NO. <b>2</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE: 1:5		SHEET 1 OF 1	

A

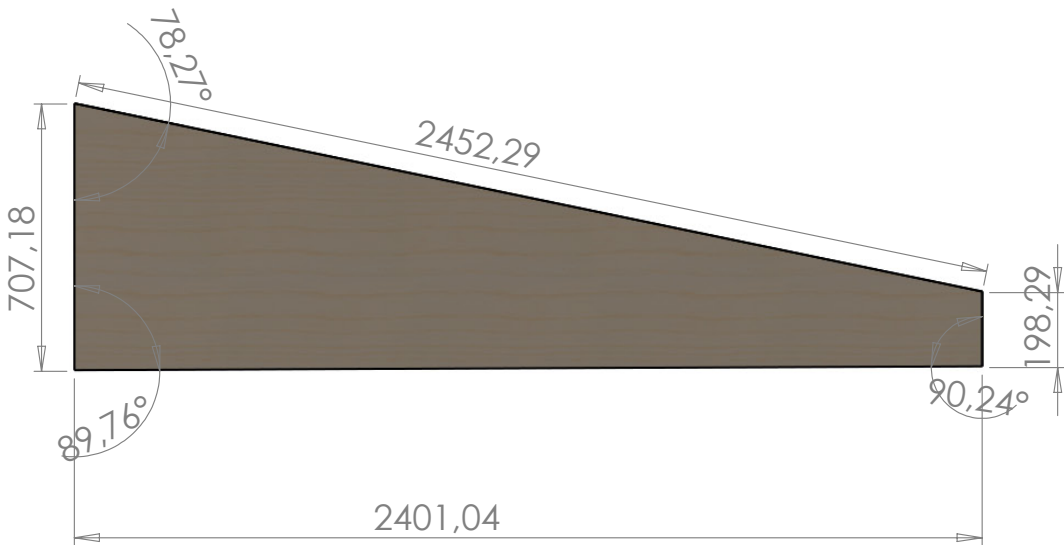
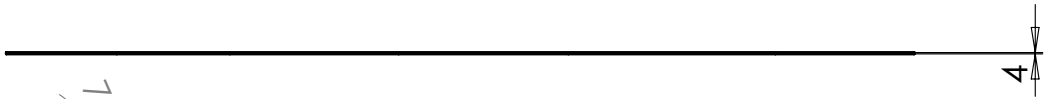
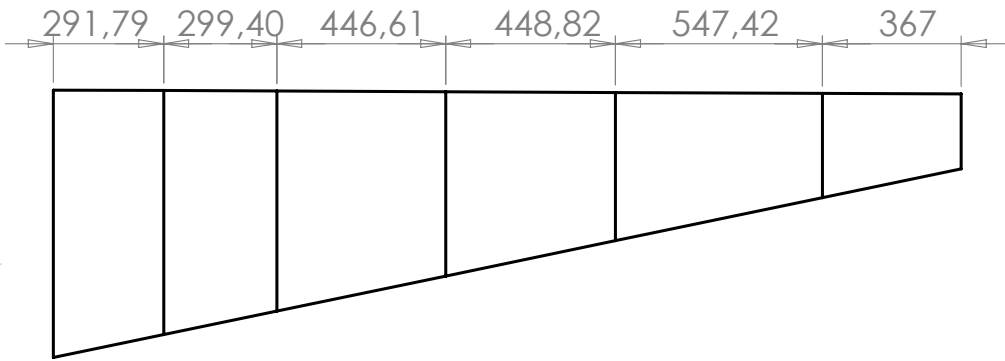
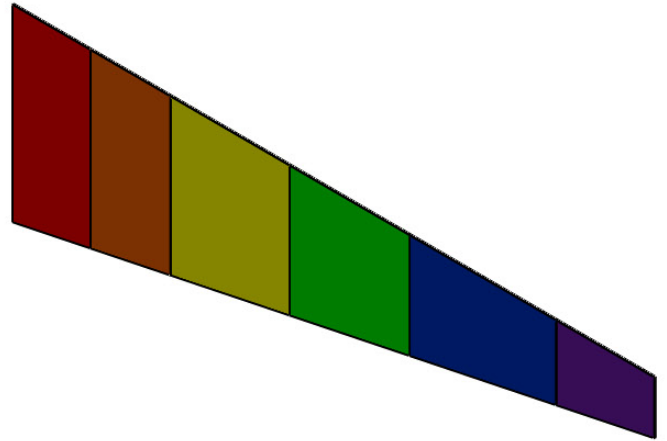
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Plaat achter boven</b>		MATERIAL: MDF		DWG NO. <b>3</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE: 1:20		SHEET 1 OF 1	



1

2

3

4

A

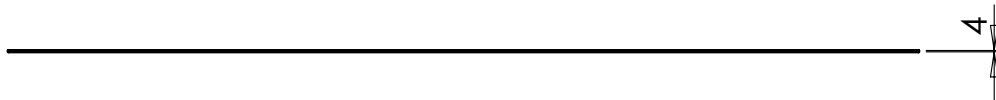
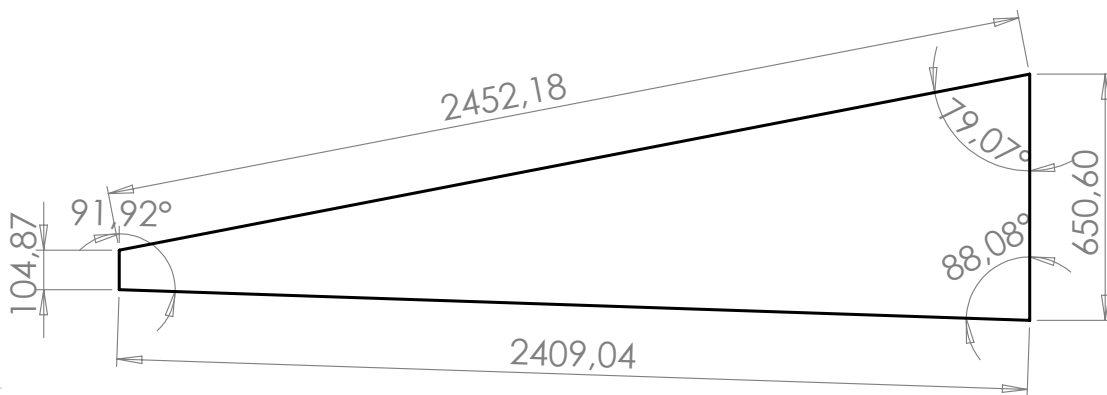
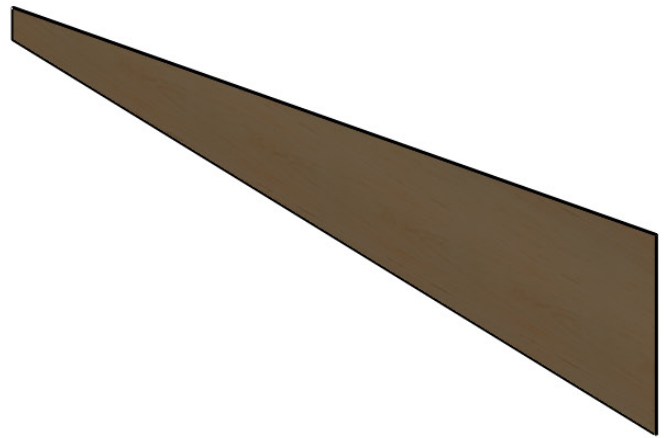
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Plaat achter onder

MATERIAL:  
MDF

DWG NO.

**4**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:20

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

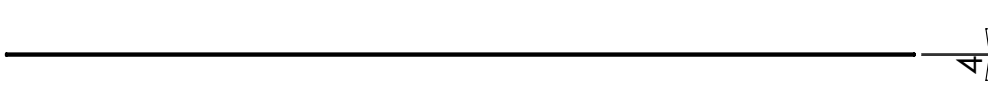
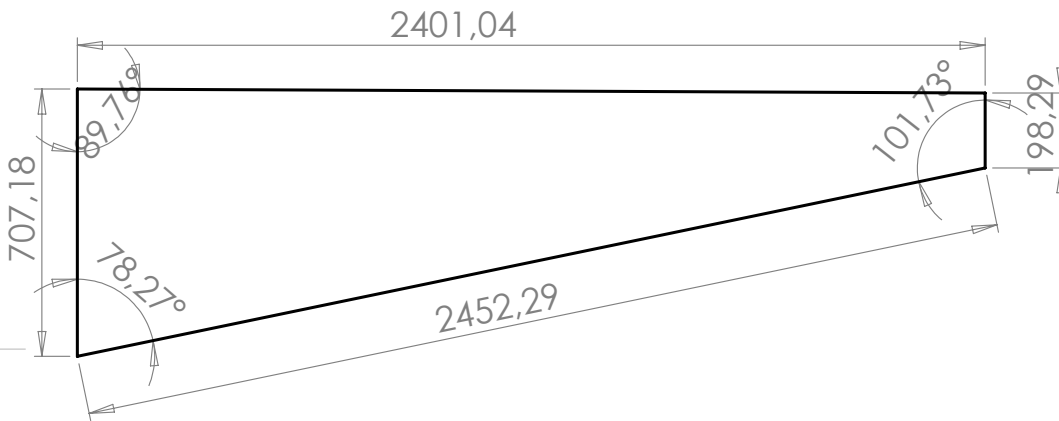
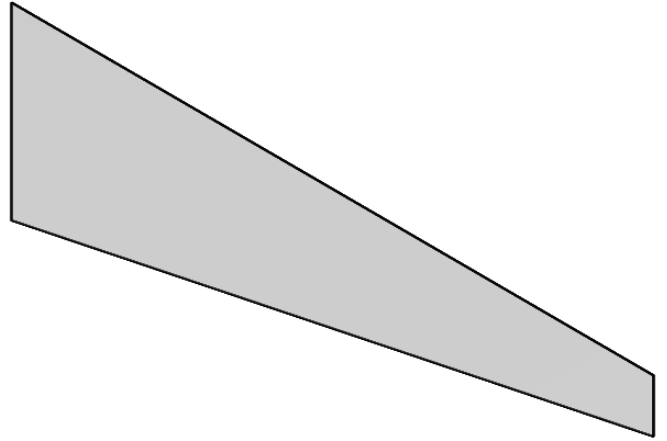
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE:  
**Schiettoestel doel:**  
Plaat voor boven

MATERIAL:  
Persplex

DWG NO.

**5**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:20

SHEET 1 OF 1

A

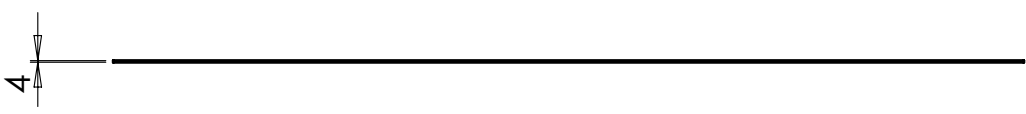
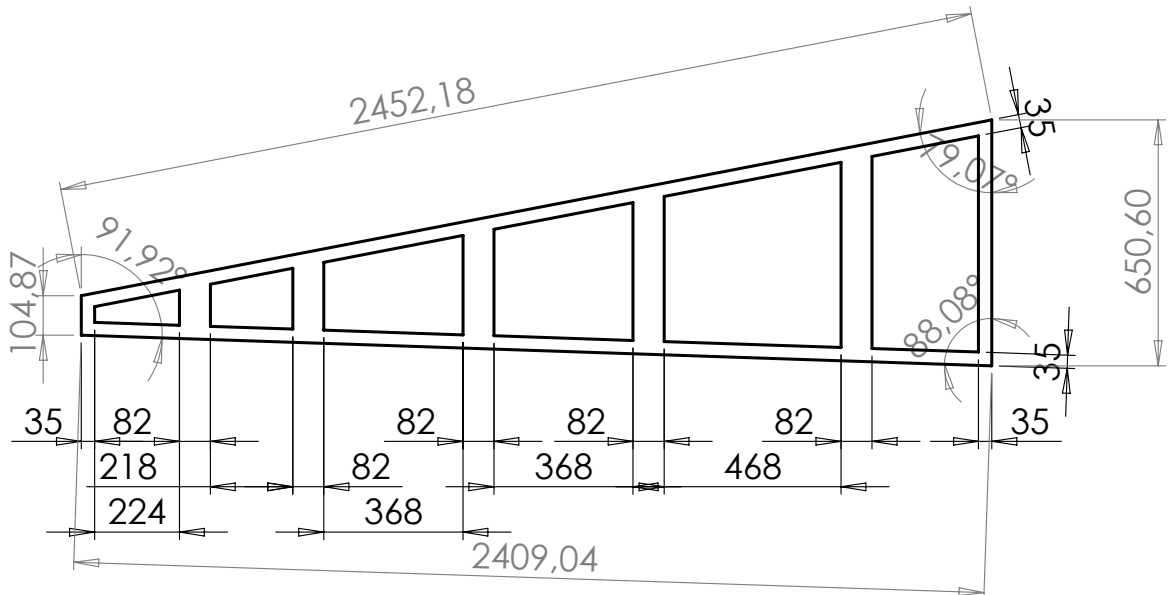
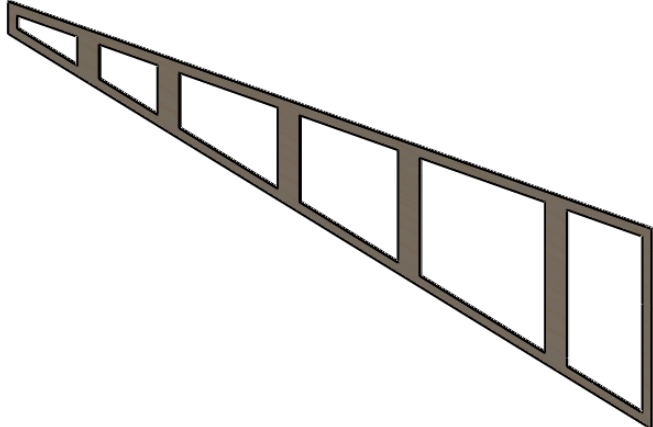
B

C

D

E

F



In dit onderdeel moet naast deze gaten nog een gat komen voor het pedaal. Voor de afmetingen en locatie zie detail A van onderdeel 7.

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Plaat voor onder</b>		MATERIAL: MDF		DWG NO. <b>6</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE: 1:20		SHEET 1 OF 1	

A

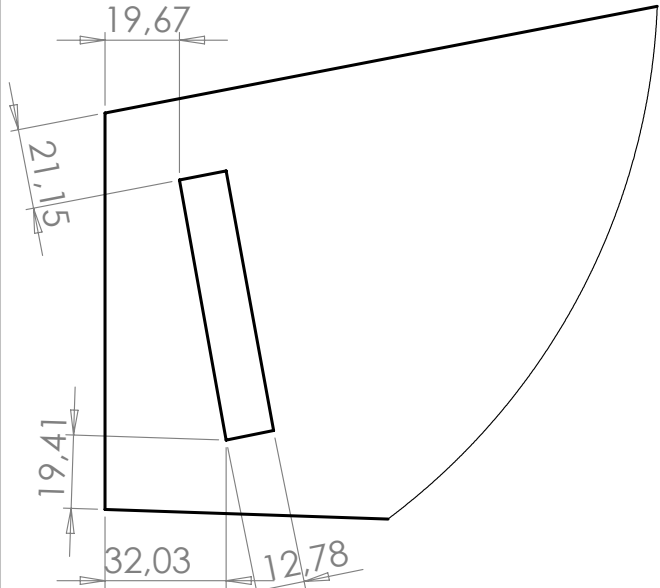
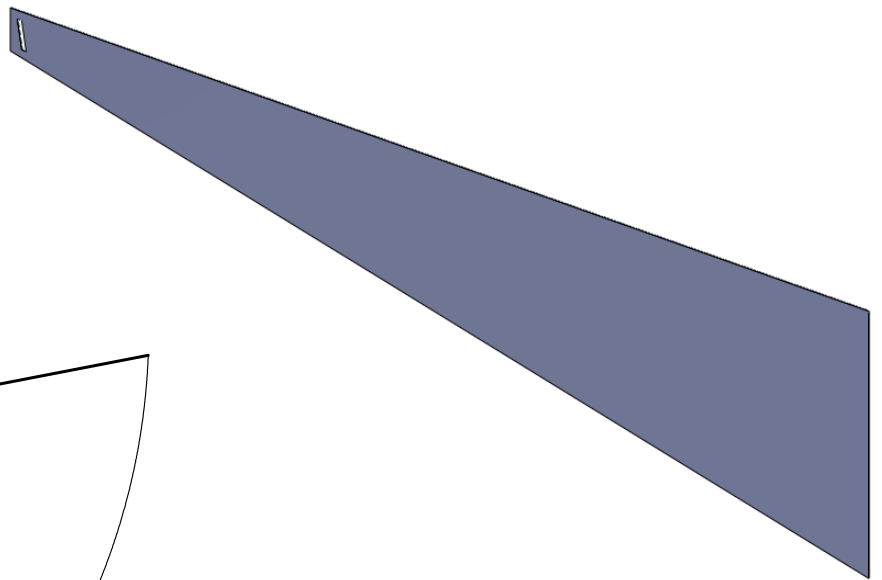
B

C

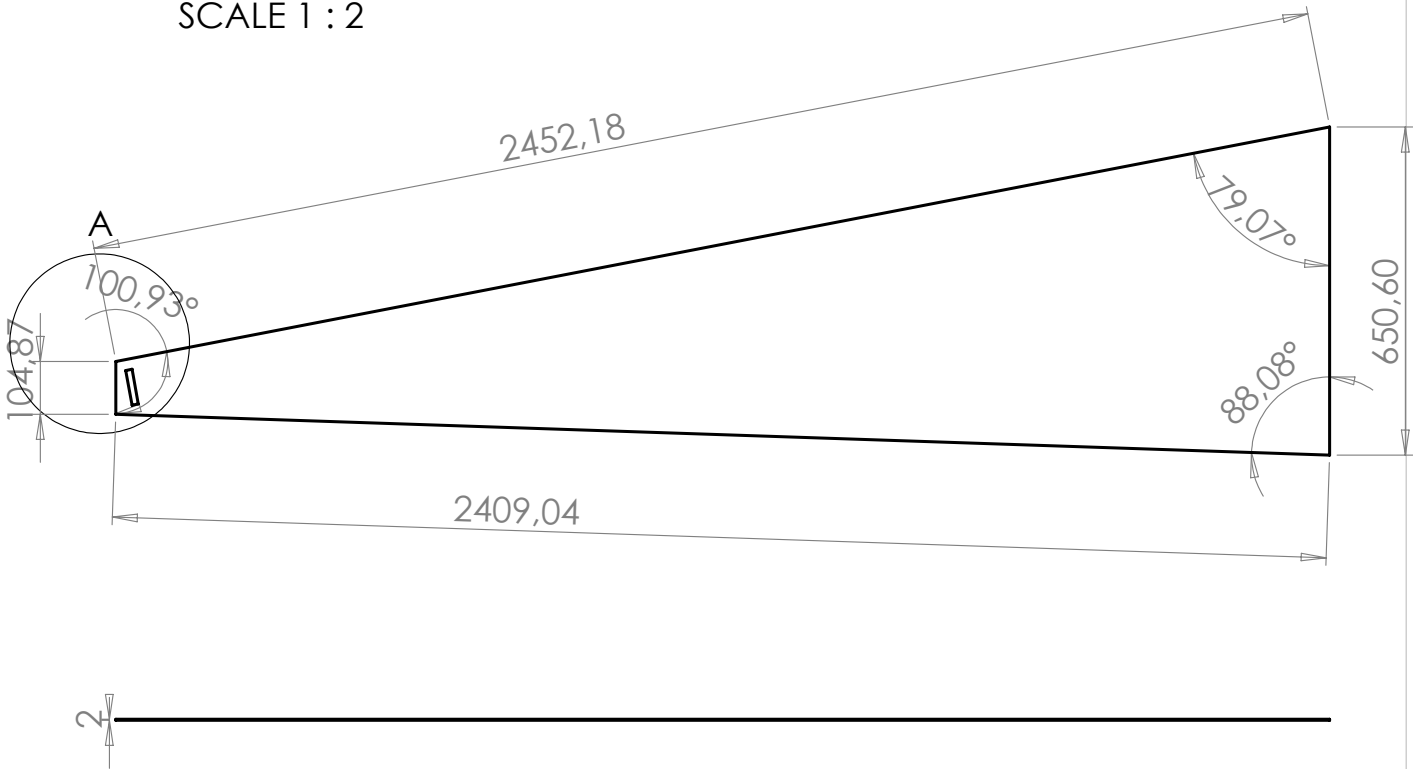
D

E

F



DETAIL A  
SCALE 1 : 2



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE:  
**Schiettoestel doel:**  
Plaat voor onder

MATERIAL:  
Polypropeen

DWG NO.

**7**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:15

SHEET 1 OF 1

A

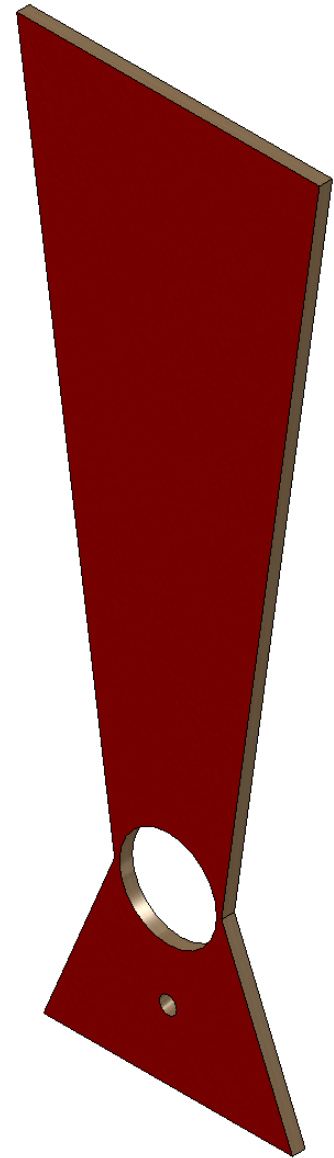
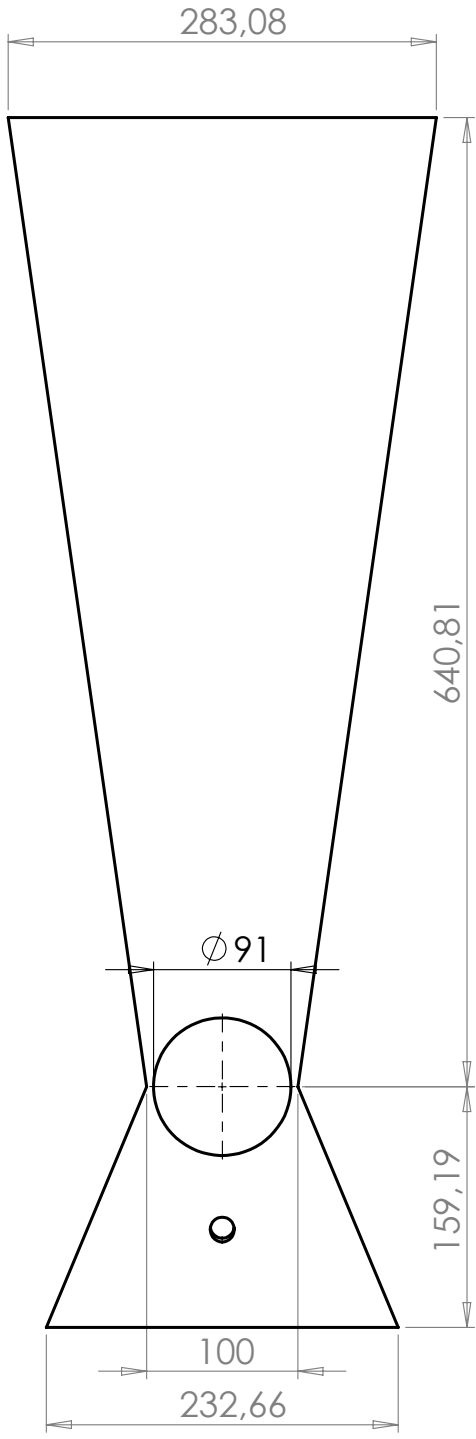
B

C

D

E

F



De afstand tussen de middelpunten van de cirkels die uitgezaagd moeten worden is 90 mm. De onderste cirkel heeft een diameter van 16 mm.

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Tussenplank 1</b>		MATERIAL: MDF		DWG NO. <b>8</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE: 1:5		SHEET 1 OF 1	

A

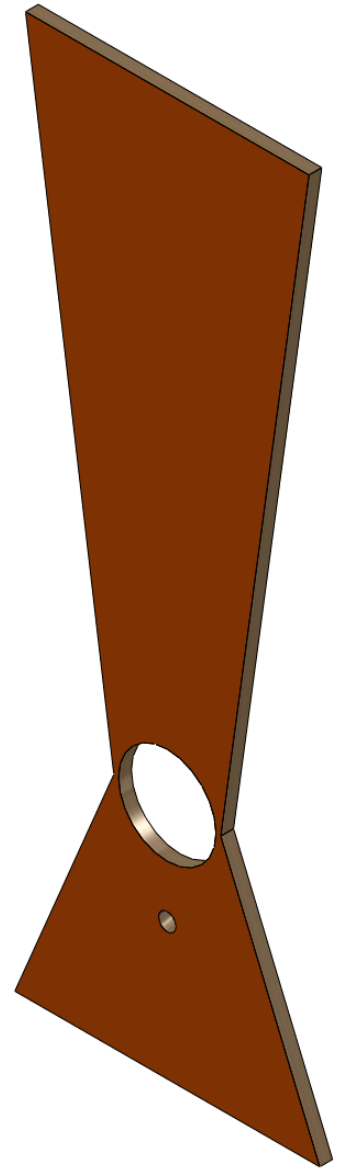
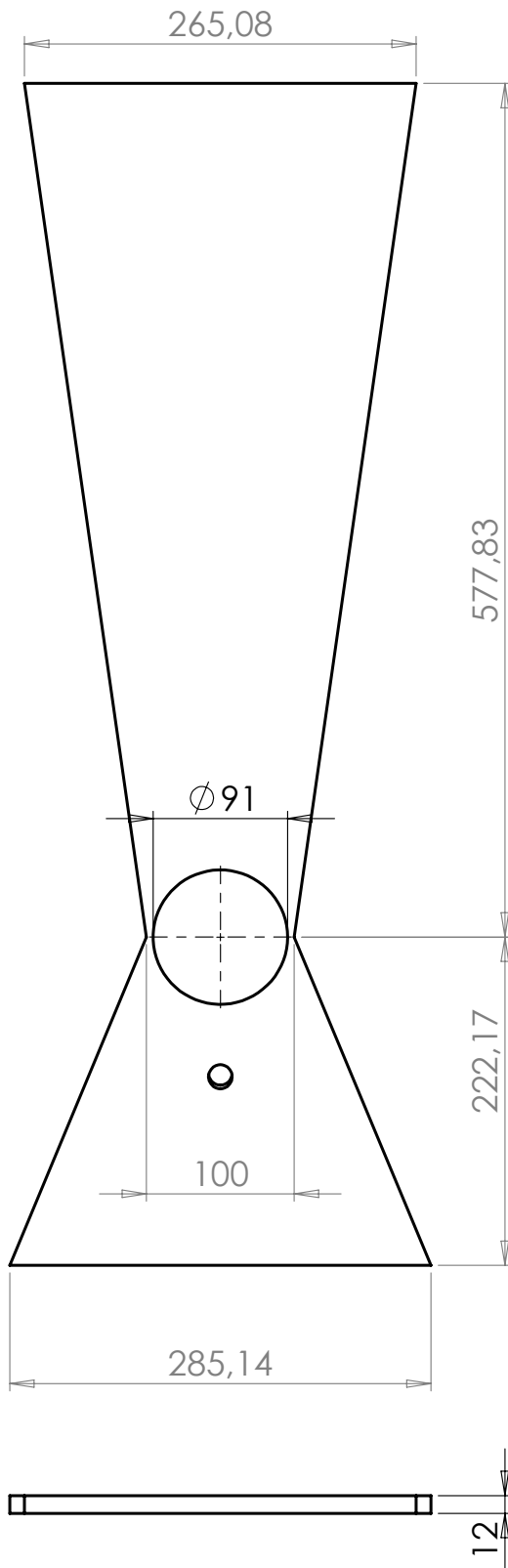
B

C

D

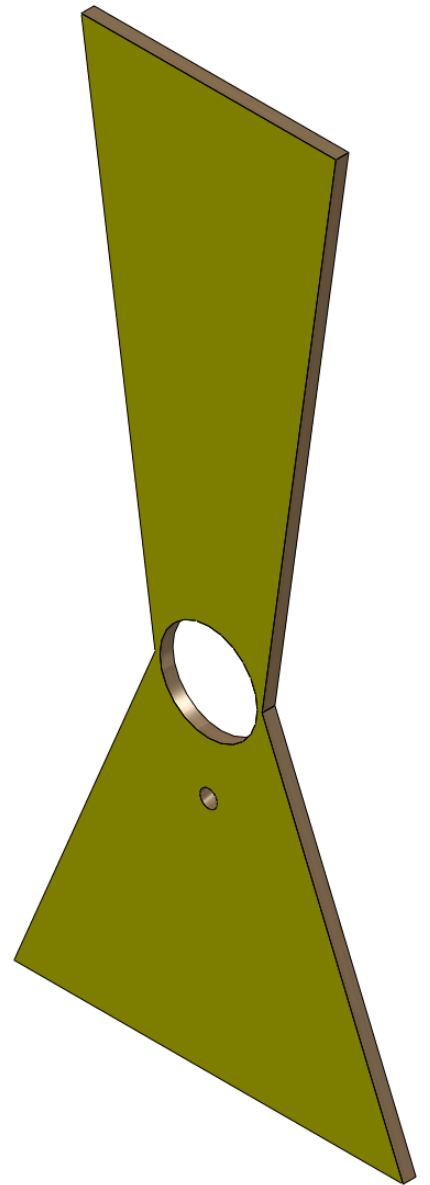
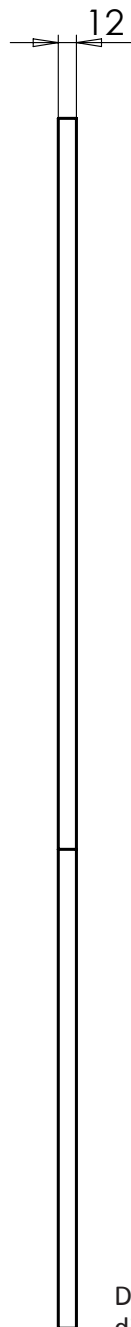
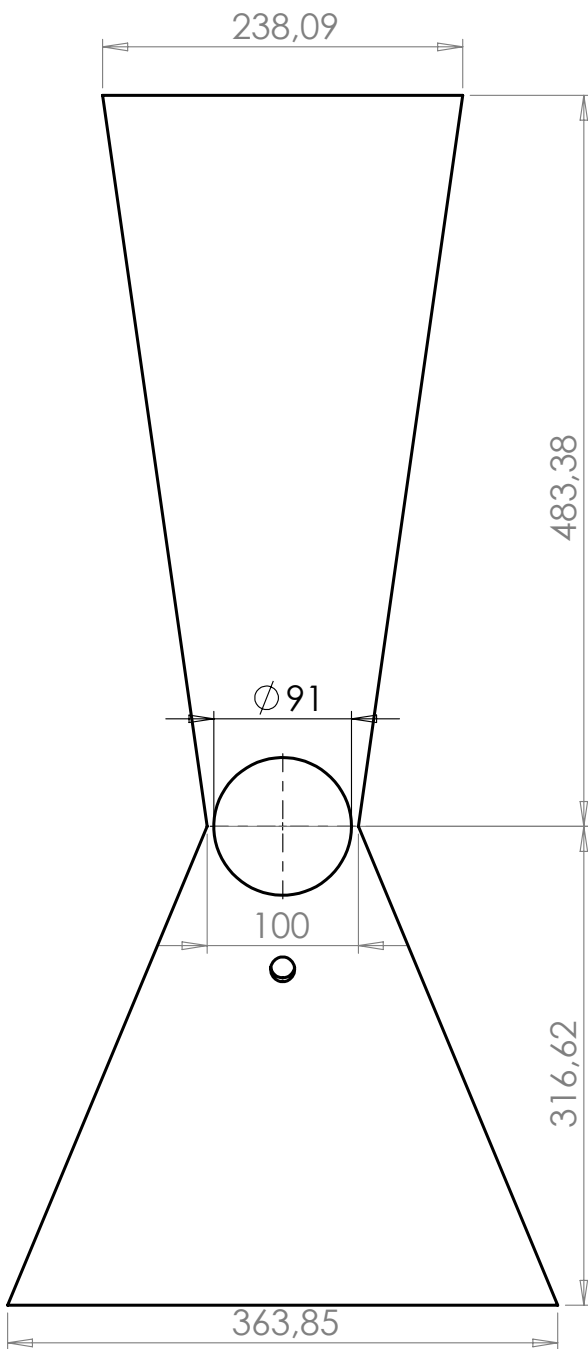
E

F



De afstand tussen de middelpunten van de cirkels die uitgezaagd moeten worden is 90 mm. De onderste cirkel heeft een diameter van 16 mm.

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS	Cosmos sterrenwacht	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Tussenplank 2</b>	MATERIAL: MDF	DWG NO. <b>9</b>	A4
Designer: Eilien Knook	WEIGHT:	SCALE: 1:5	SHEET 1 OF 1



De afstand tussen de middelpunten van de cirkels die uitgezaagd moeten worden is 90 mm. De onderste cirkel heeft een diameter van 16 mm.

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Tussenplank 3

MATERIAL:  
MDF

DWG NO.

10

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

A

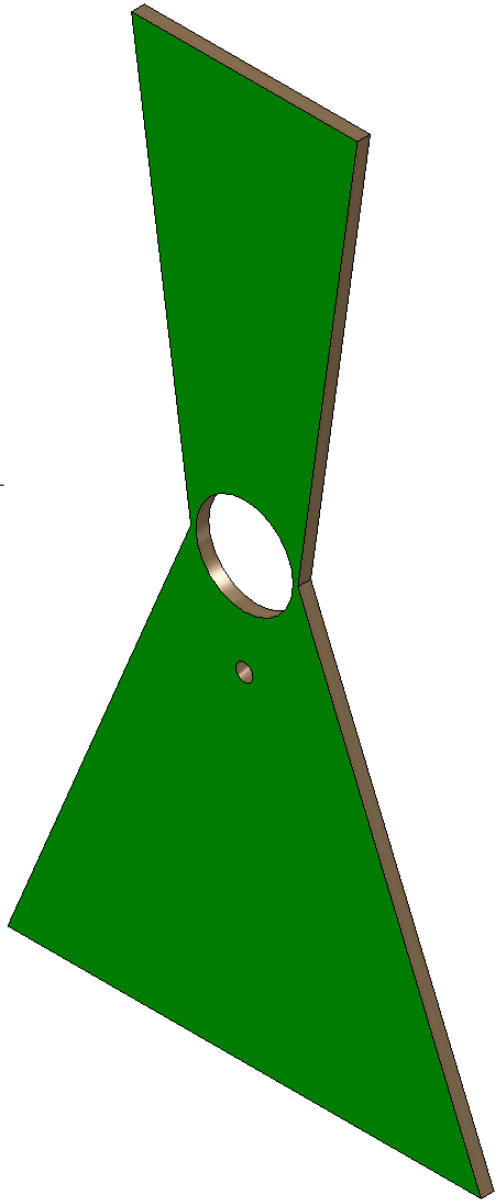
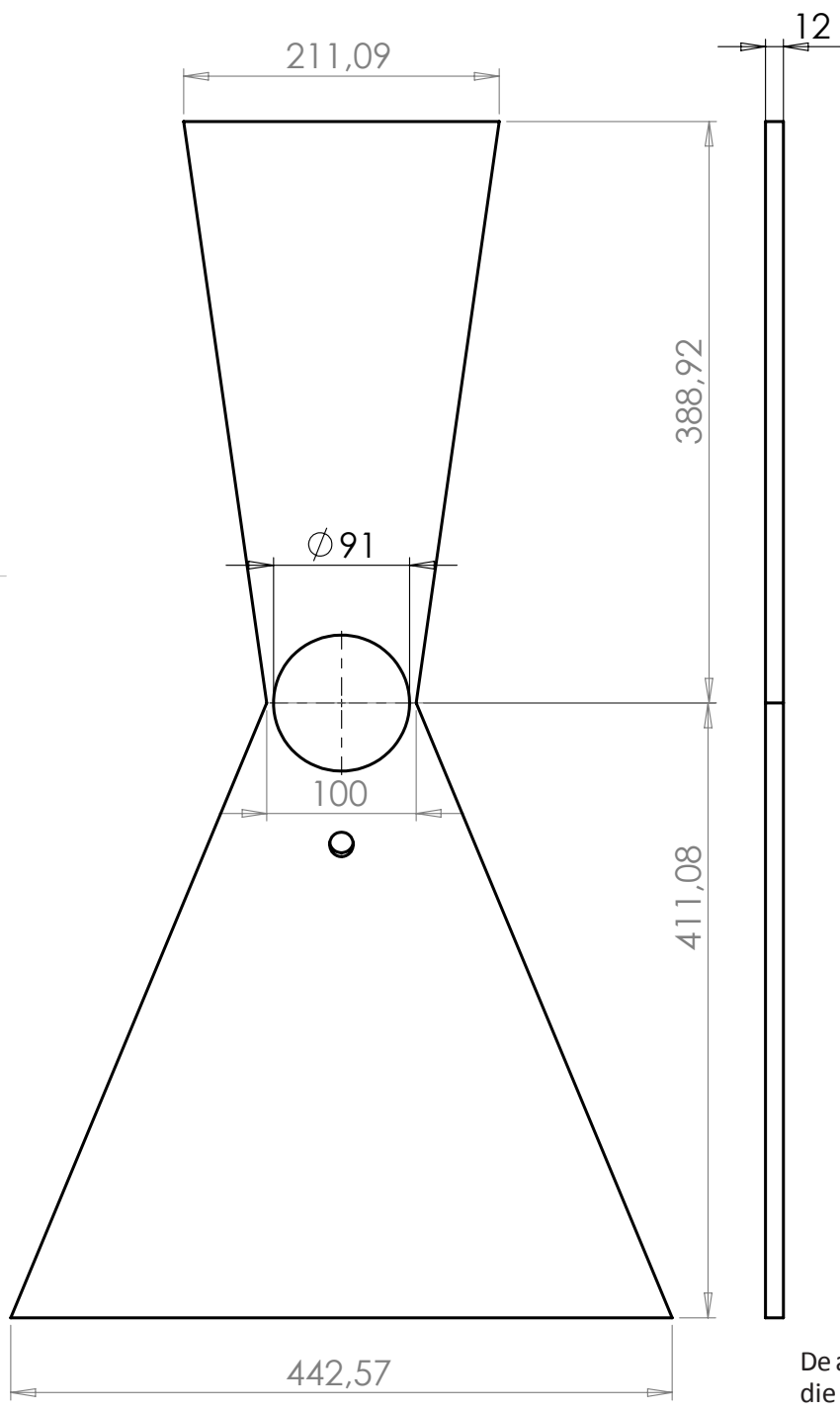
B

C

D

E

F



De afstand tussen de middelpunten van de cirkels die uitgezaagd moeten worden is 90 mm. De onderste cirkel heeft een diameter van 16 mm.

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Tussenplank 4</b>		MATERIAL: MDF		DWG NO. <b>11</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE: 1:5		SHEET 1 OF 1	



A

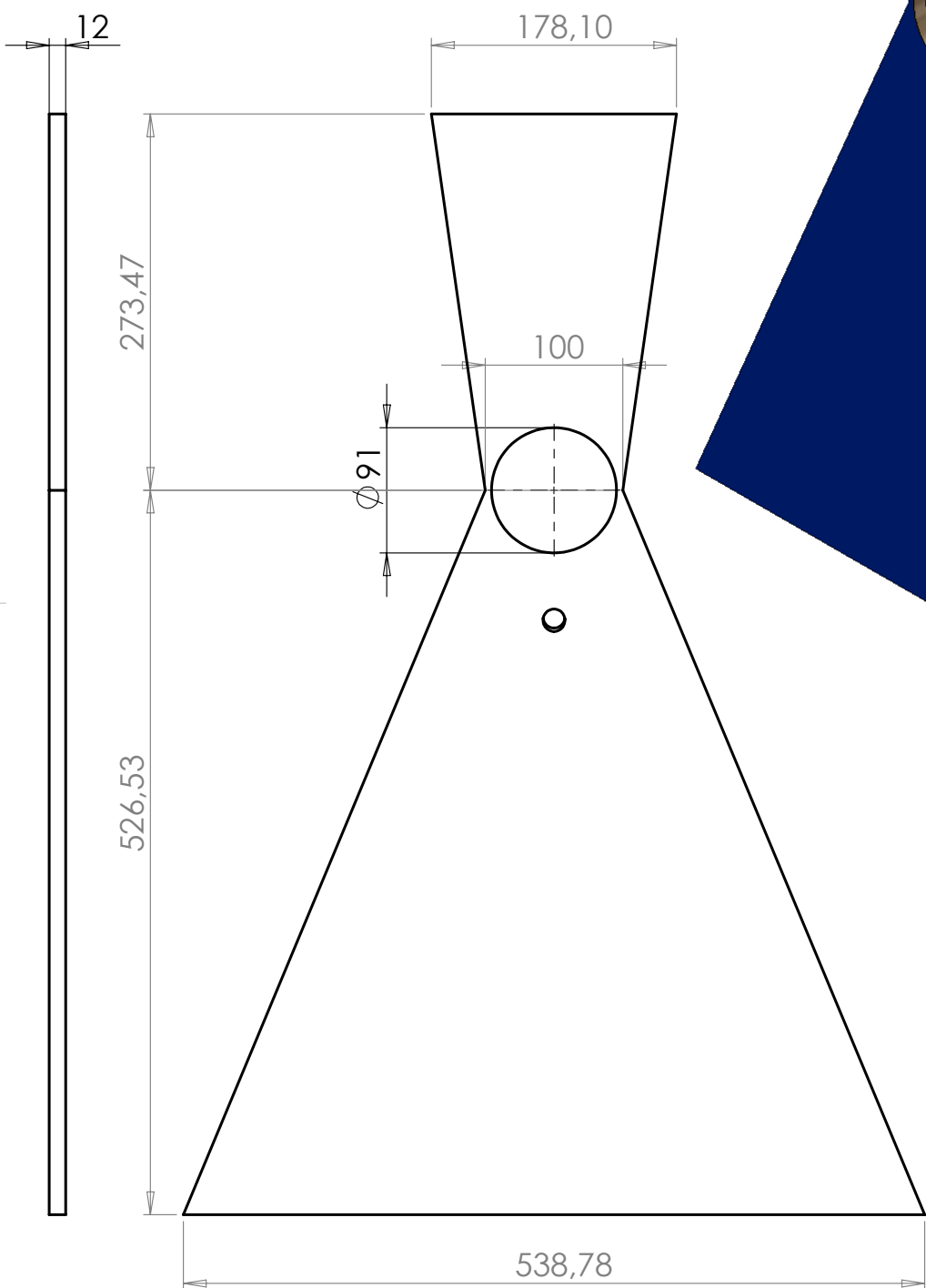
B

C

D

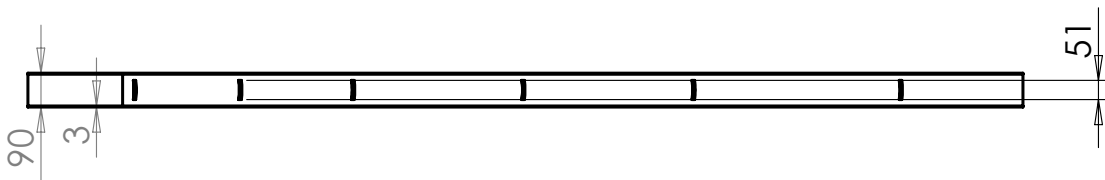
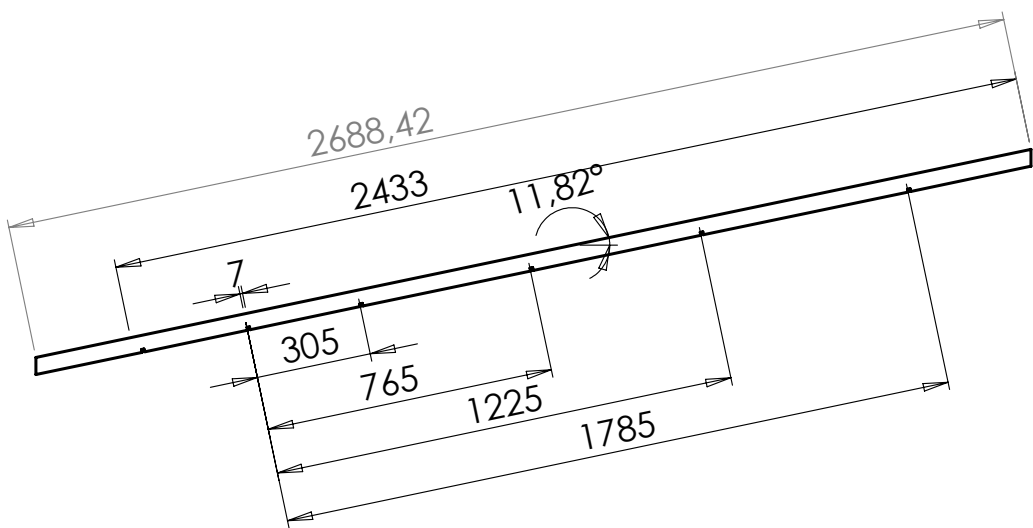
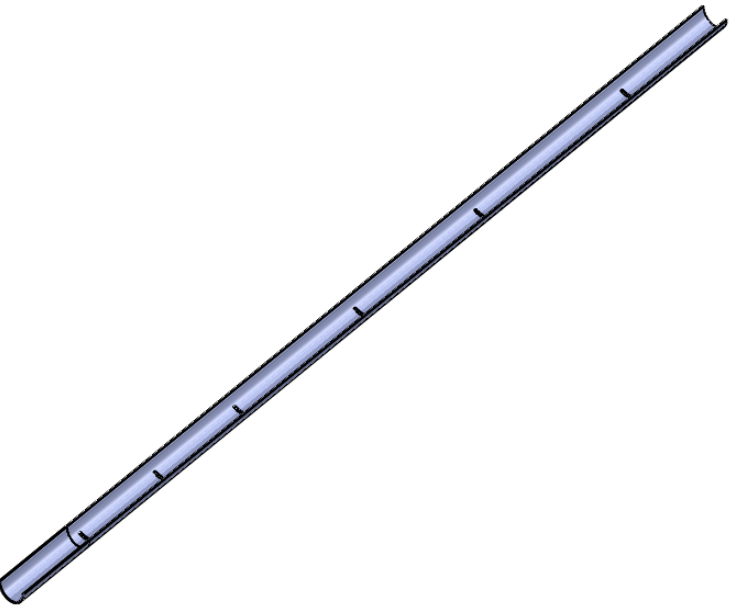
E

F



De afstand tussen de middelpunten van de cirkels die uitgezaagd moeten worden is 90 mm. De onderste cirkel heeft een diameter van 16 mm.

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schietoestel doel: Tussenplank 5</b>		MATERIAL: MDF		DWG NO. <b>12</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE: 1:5		SHEET 1 OF 1	



F	UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS	Cosmos sterrenwacht	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	
	TITLE: <b>Schiettoestel doel: Buis PVC</b>	MATERIAL: PVC	DWG NO. <b>13</b>	A4	
	Designer: Eilien Knook	WEIGHT:	SCALE: 1:20	SHEET 1 OF 1	

1

2

3

4

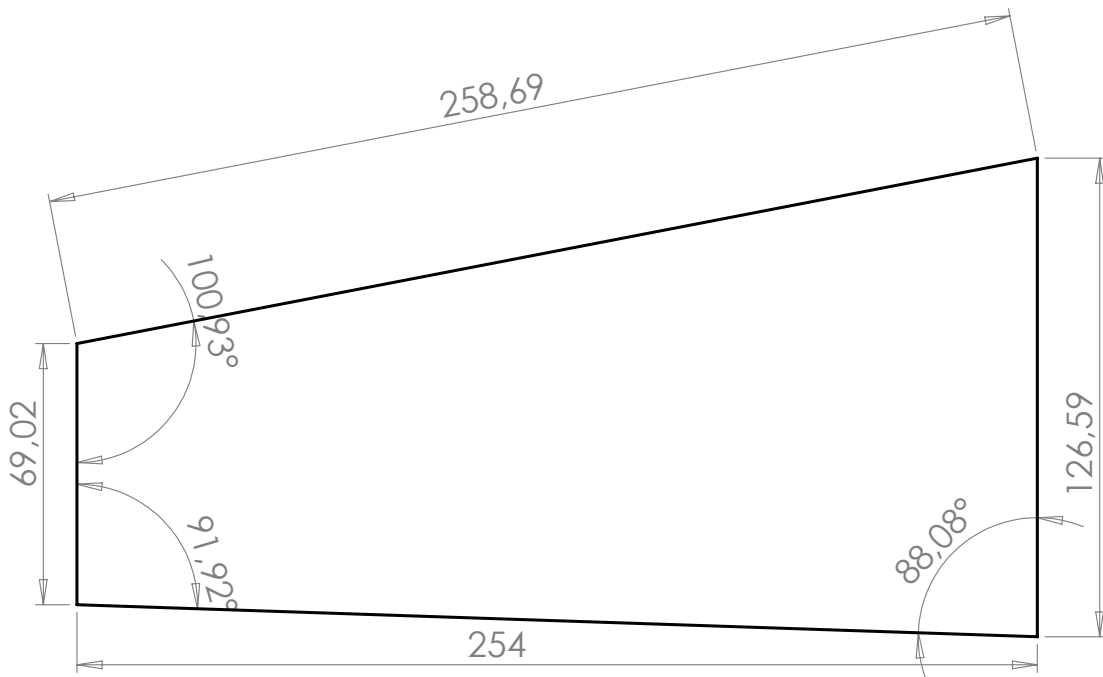
A

B

C

D

E



F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Sheet 1

MATERIAL:  
Doorzichtige sheet

DWG NO.

**14a**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

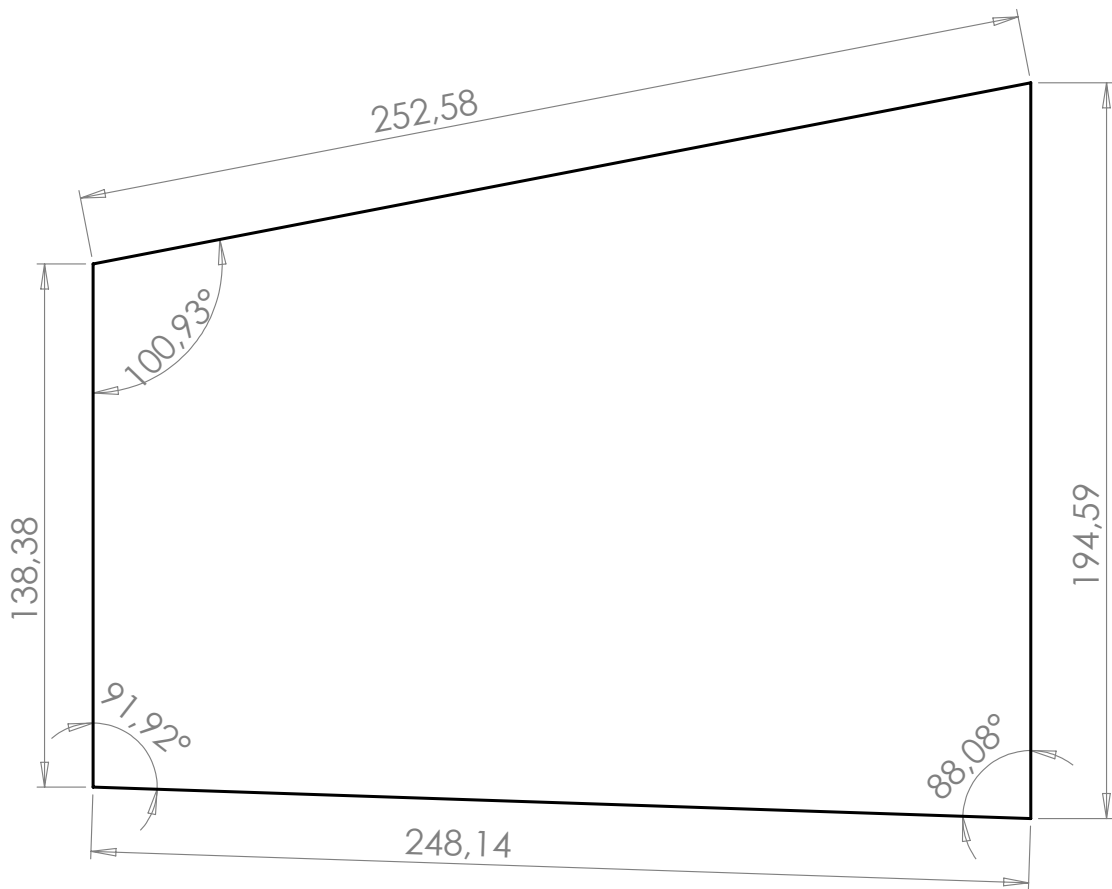
A

B

C

D

E



F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Sheet 2

MATERIAL:  
Doorzichtige sheet

DWG NO.

**14b**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

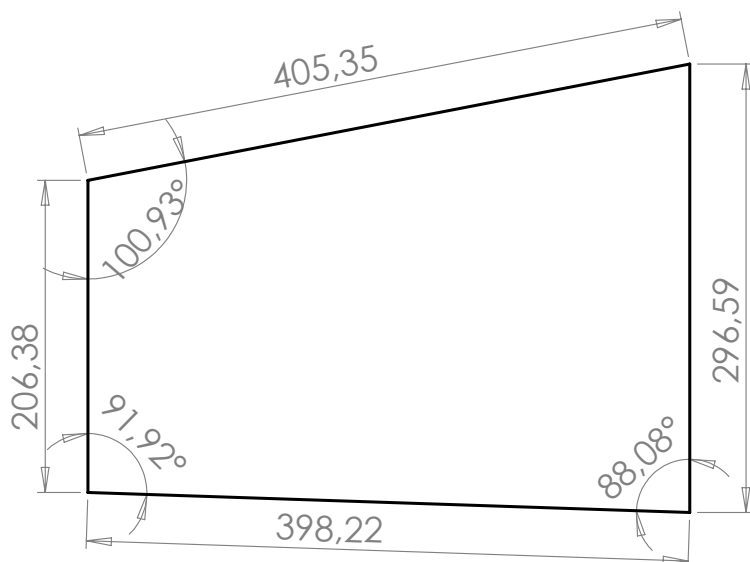
A

B

C

D

E



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Sheet 3

MATERIAL:  
Doorzichtige sheet

DWG NO.

**14c**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

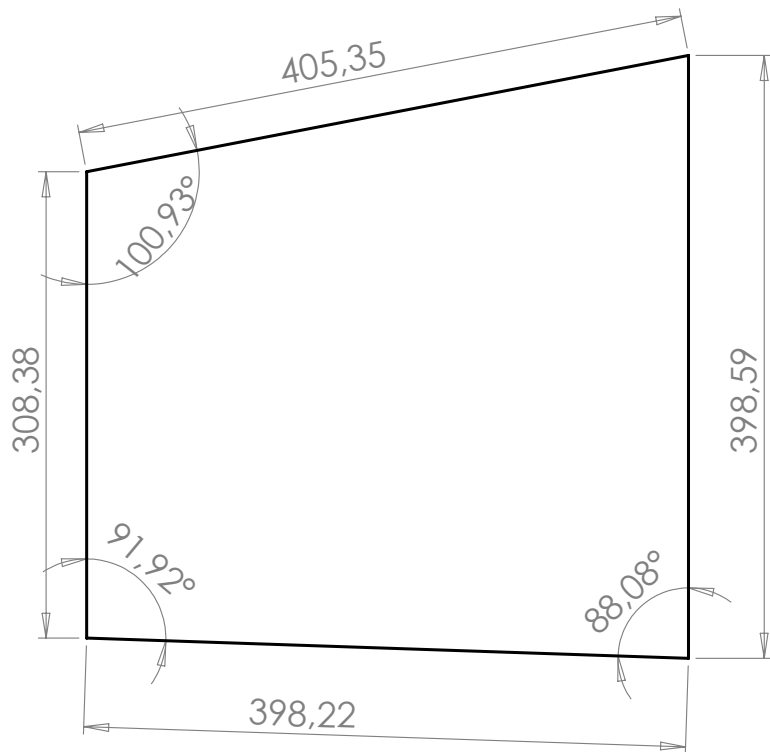
A

B

C

D

E



F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Sheet 4

MATERIAL:  
Doorzichtige sheet

DWG NO.

14d

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

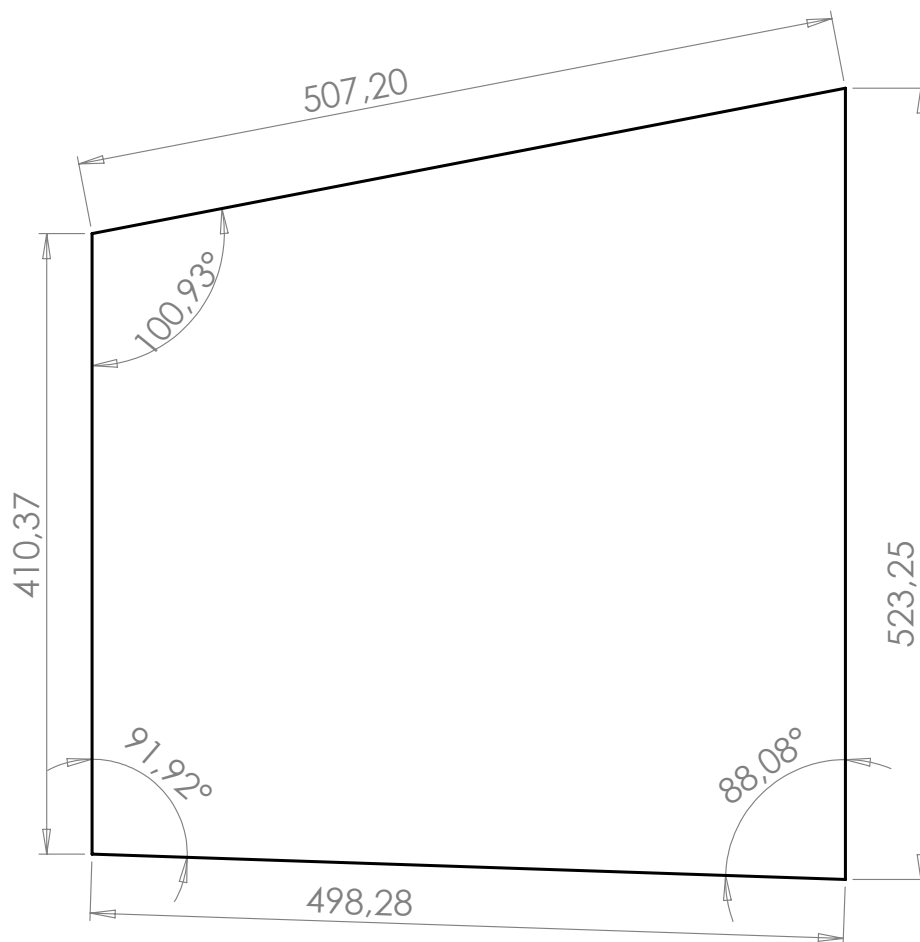
A

B

C

D

E



F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Sheet 5

MATERIAL:  
Doorzichtige sheet

DWG NO.

14e

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

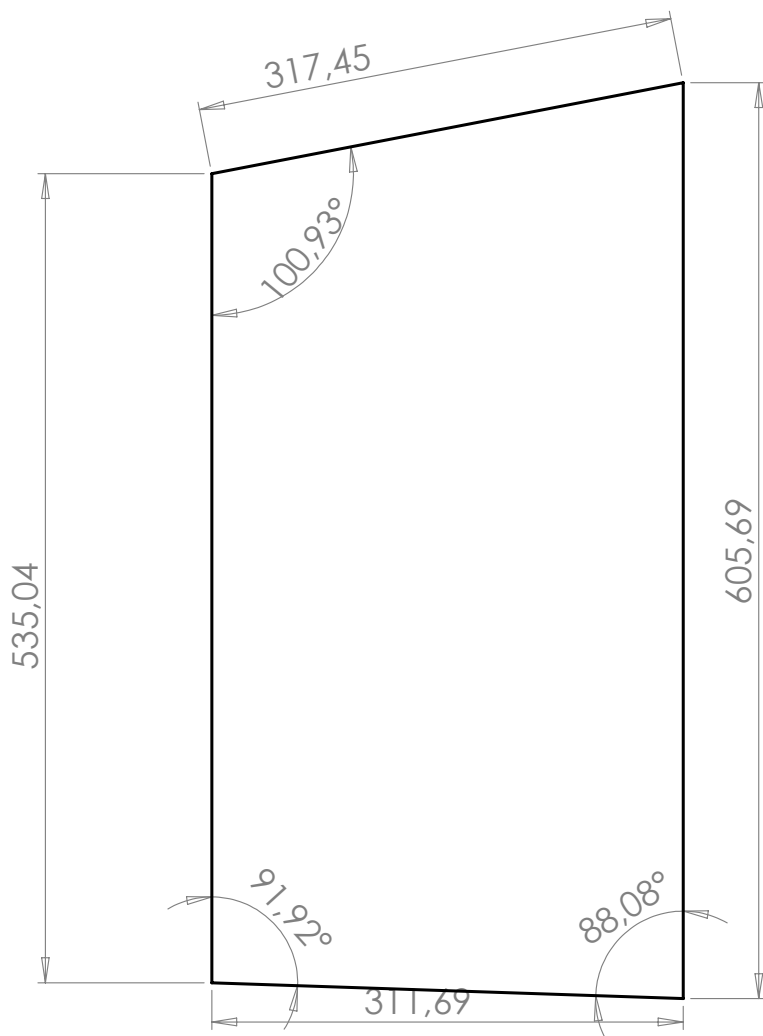
A

B

C

D

E



F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Sheet 6

MATERIAL:  
Doorzichtige sheet

DWG NO.

14f

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1



1

2

3

4

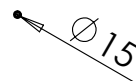
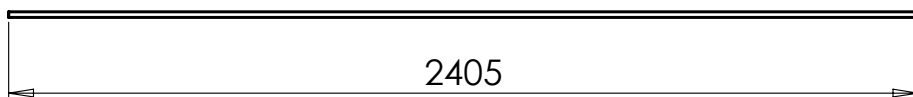
A

B

C

D

E



F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Buis

MATERIAL:  
RVS

DWG NO.

20

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:50

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

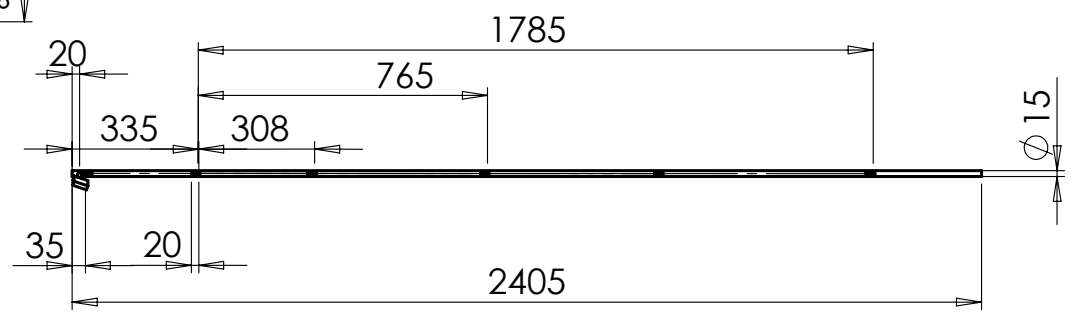
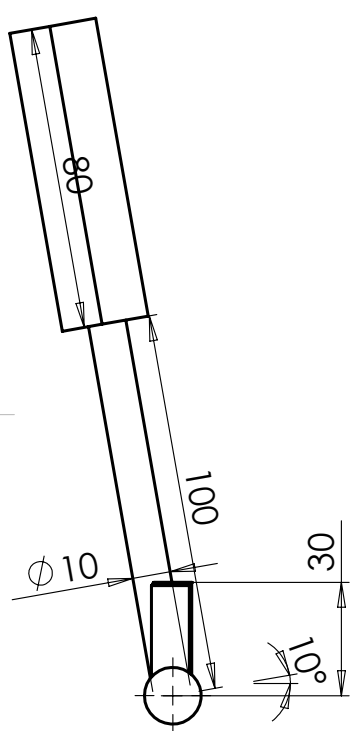
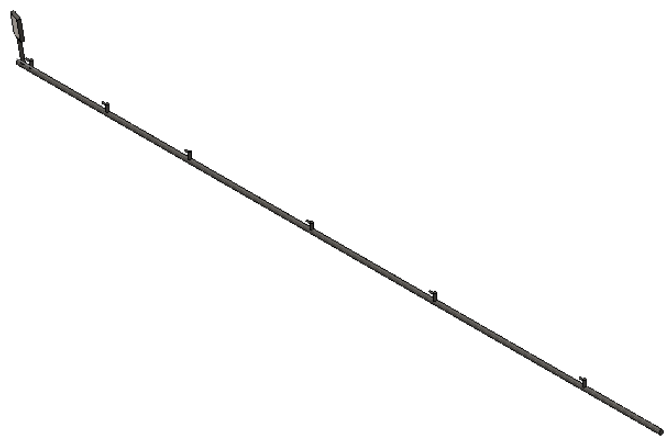
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Buis</b>		MATERIAL: RVS		DWG NO. <b>20</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE: 1:50		SHEET 1 OF 1	

1

2

3

4

A

B

C

D

E

F



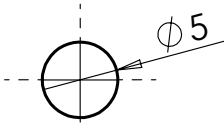
∅84

50

50

6

5



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Ballenstop a</b>		MATERIAL: MDF		DWG NO. <b>21a</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE:2:1		SHEET 1 OF 1	

1

2

3

4

A

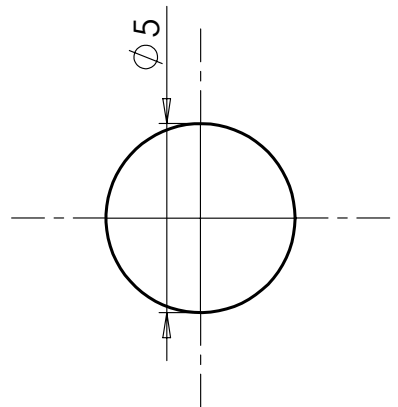
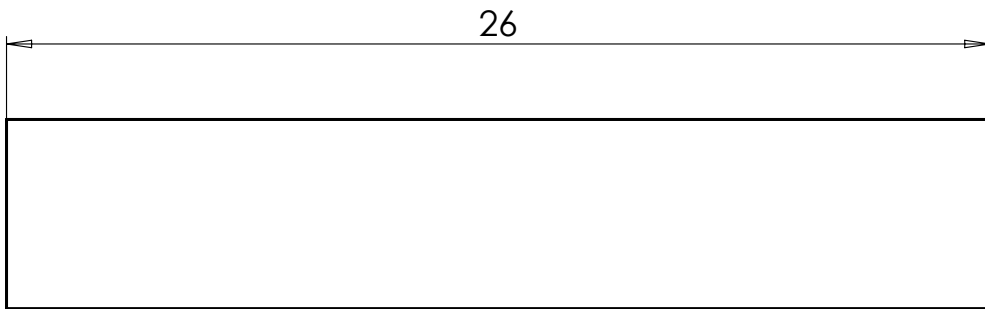
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Ballenstop b

MATERIAL:  
RVS

DWG NO.

**21b**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

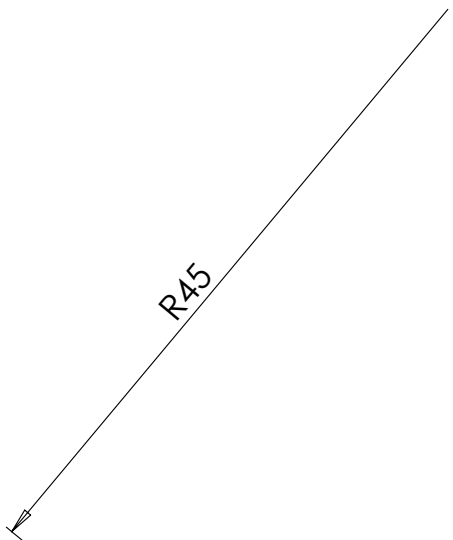
B

C

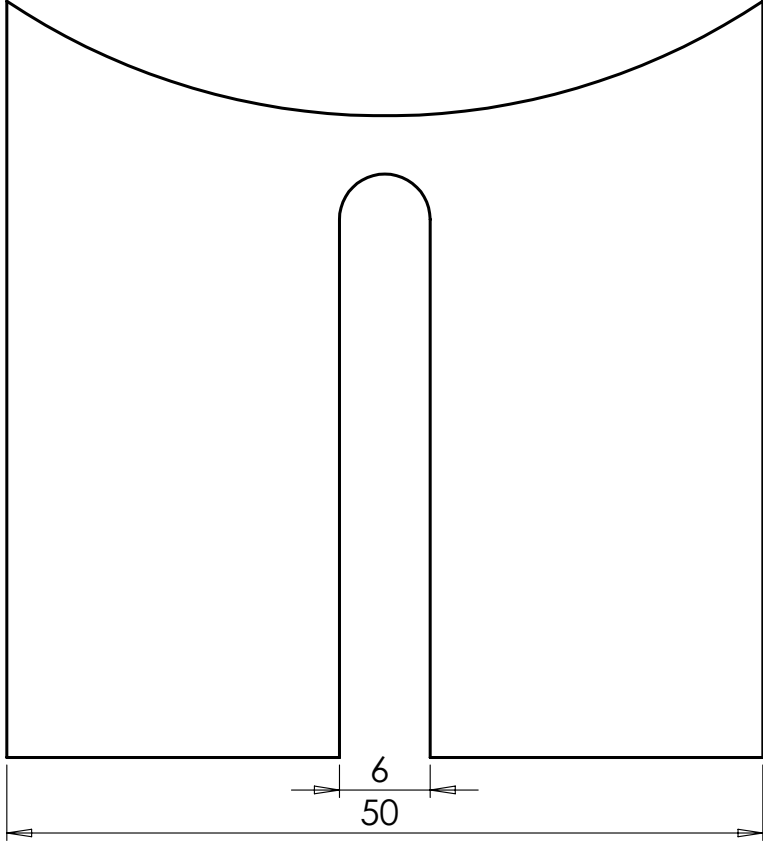
D

E

F

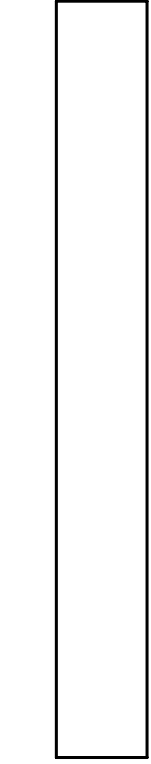


50



6  
50

6



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:  
Geleider ballenstop a**

MATERIAL:  
MDF

DWG NO. **22a**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1

A

Bij één van de 6 stuks van dit onderdeel moet uit de rechter onderhoek een stuk afgezaagd worden om ervoor te zorgen dat het pedaal kan draaien.

B

C

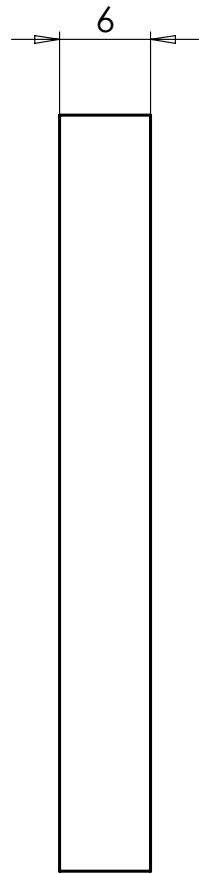
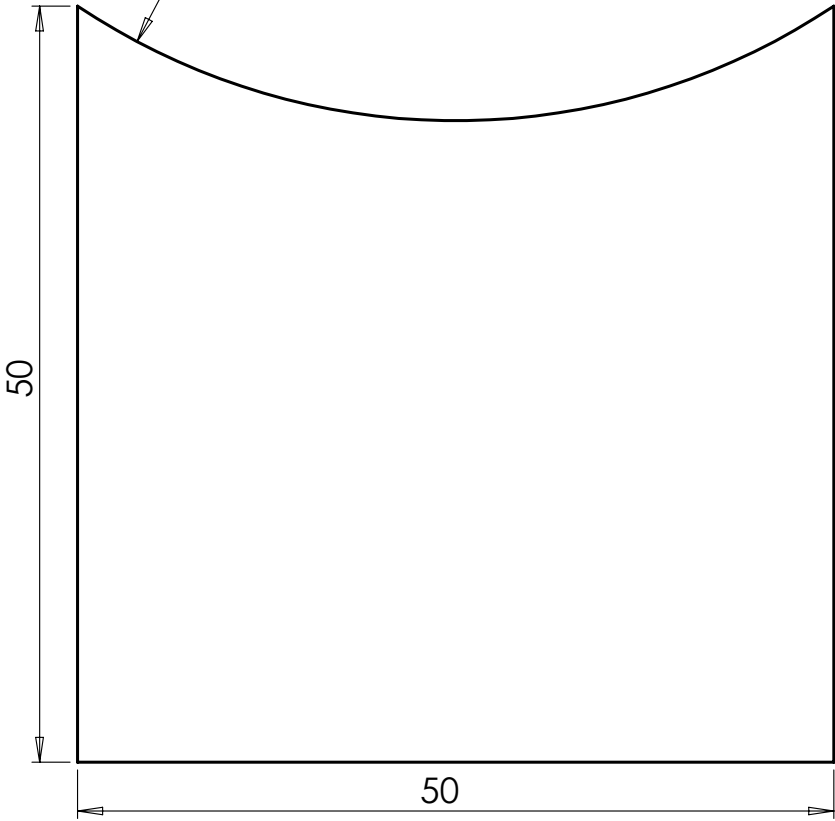
D

E

F



R45



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Geleider ballenstop b</b>		MATERIAL: MDF	DWG NO. <b>22b</b>	A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:	SCALE:2:1	SHEET 1 OF 1	

A

Bij één van de 12 stuks van dit onderdeel moet uit de linker onderhoek (als je naar de hoge kant kijkt) een stuk afgezaagd worden om ervoor te zorgen dat het pedaal kan draaien.

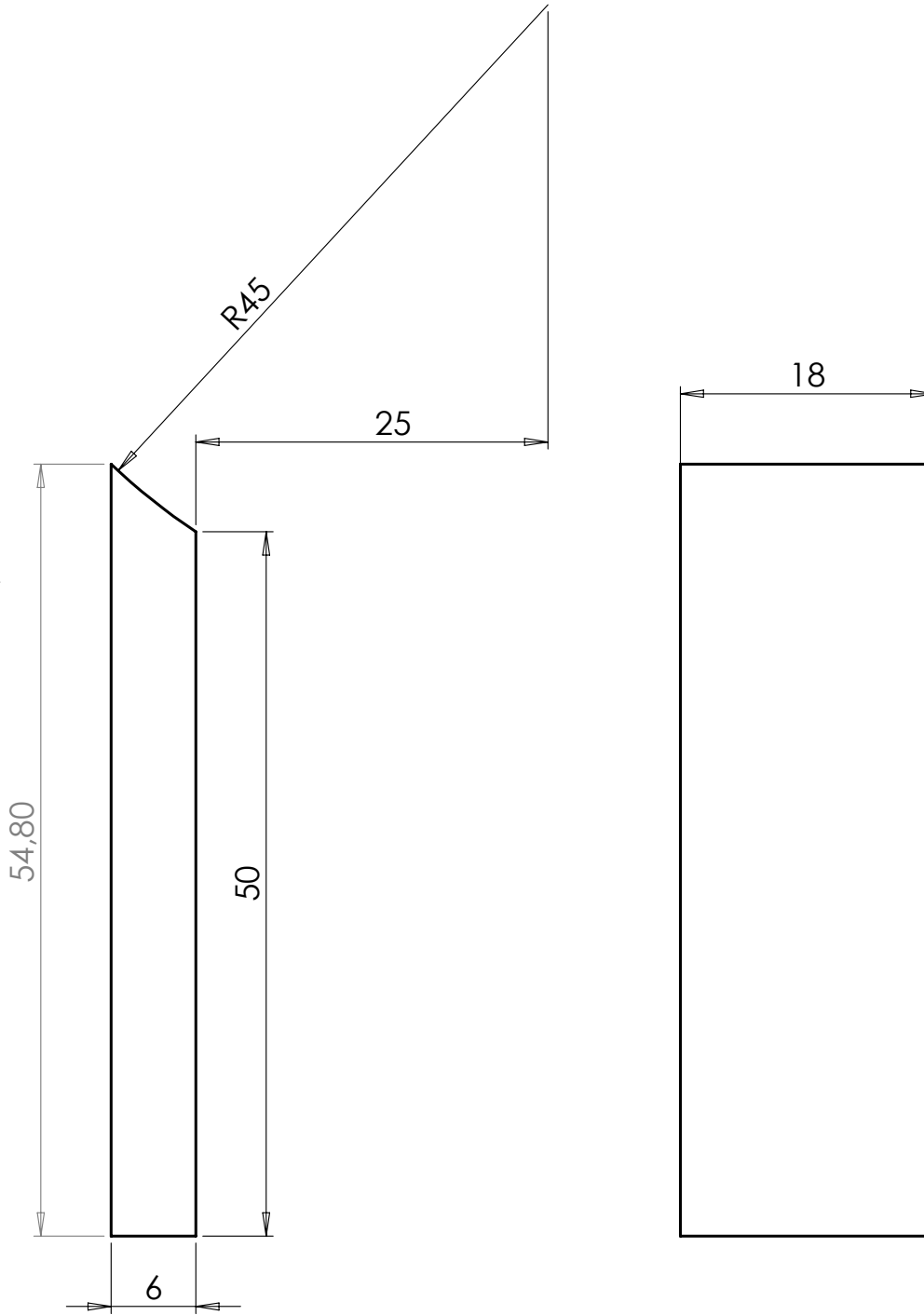
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Geleider ballenstop c</b>		MATERIAL: MDF	DWG NO. <b>22c</b>	A4
Designer: Ellien Knook	WEIGHT:	SCALE:2:1	SHEET 1 OF 1	

A

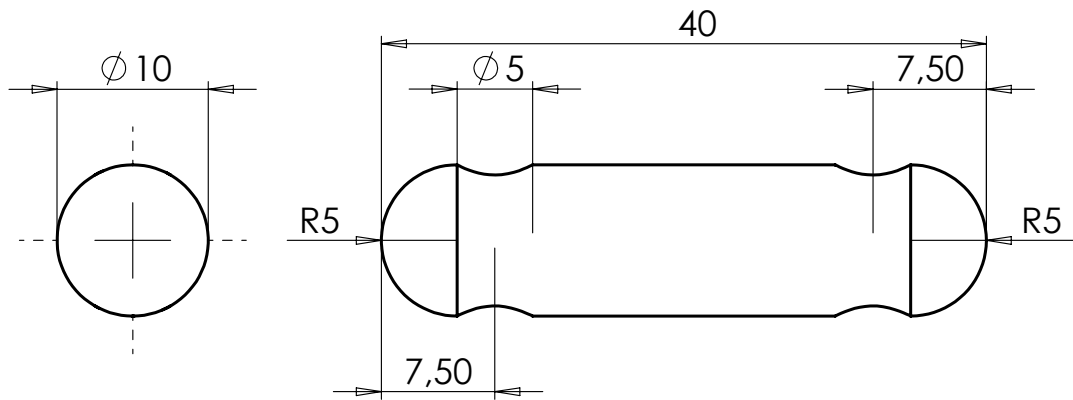
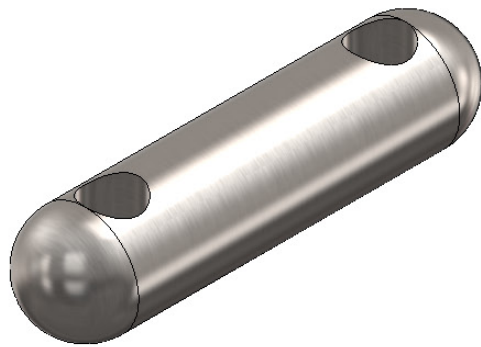
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:  
Verbindingsbuis**

MATERIAL:  
RVS

DWG NO. **23**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1



A

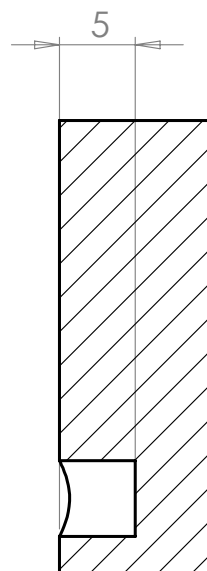
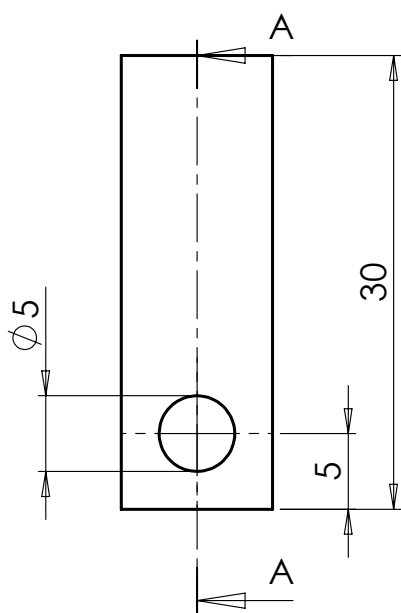
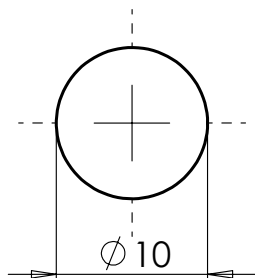
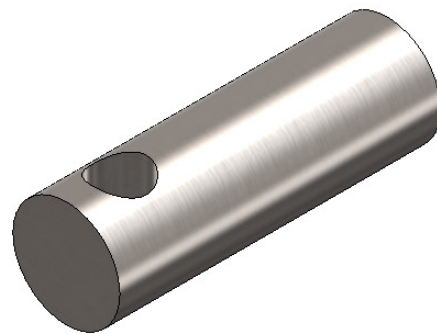
B

C

D

E

F



SECTION A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Buis aan draaiende buis

MATERIAL:  
RVS

DWG NO.

24

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

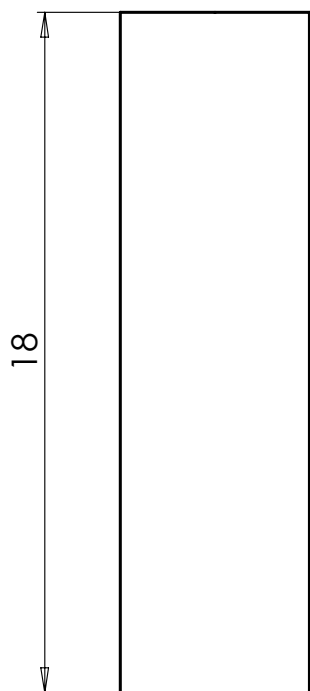
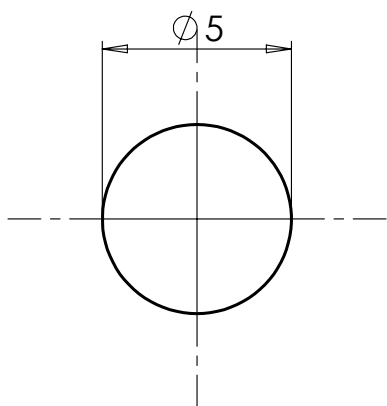
A

B

C

D

E



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Pin verbinding buizen

MATERIAL:  
RVS

DWG NO.

**25**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE:5:1

SHEET 1 OF 1

A

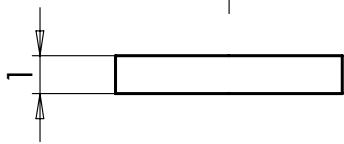
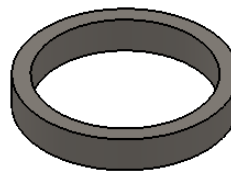
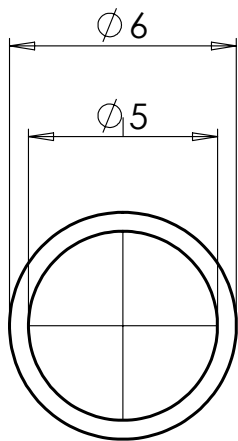
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Ring

MATERIAL:  
RVS

DWG NO.

50

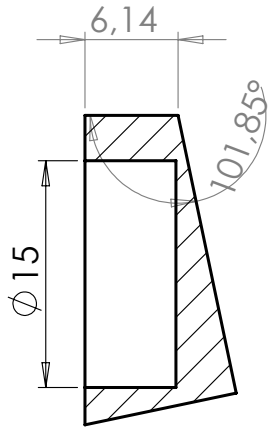
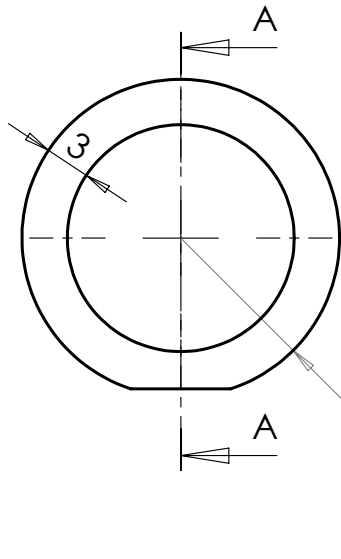
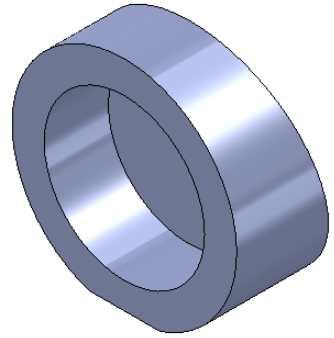
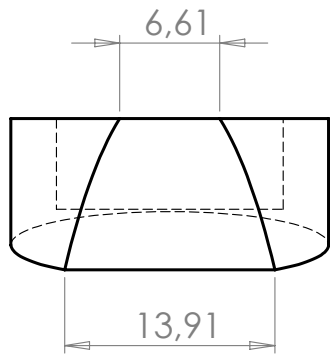
A4

Designer: Eilien Knook

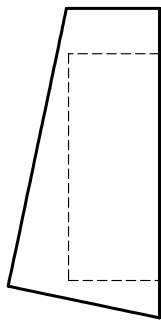
WEIGHT:

SCALE: 1:50

SHEET 1 OF 1



SECTION A-A



A  
B  
C  
D  
E  
F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Houder buis links</b>		MATERIAL: Staal/hout/kunststof		DWG NO. <b>26a</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE:2:1		SHEET 1 OF 1	

A

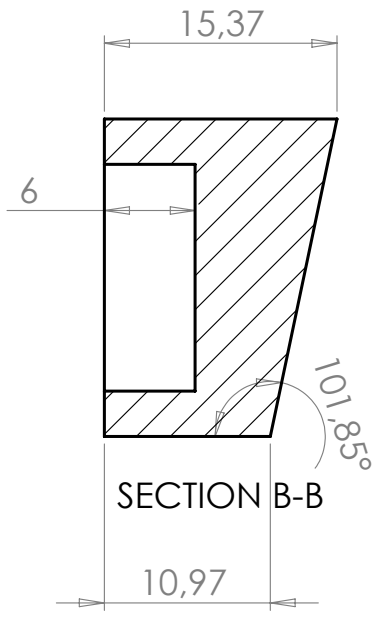
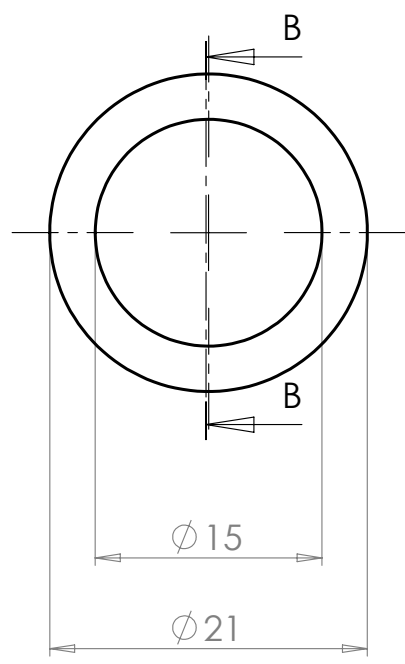
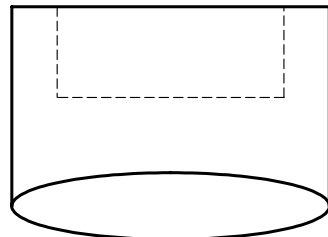
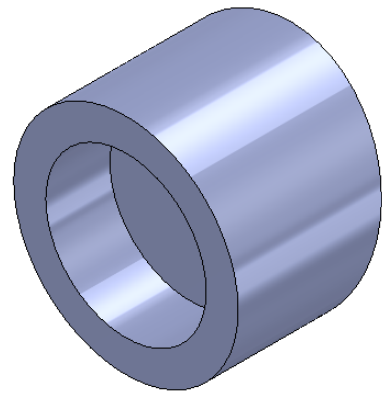
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel:</b> Houder buis achter		MATERIAL: Staal/ hout/ kunststof		DWG NO. <b>26b</b>	A4
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE:2:1	SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

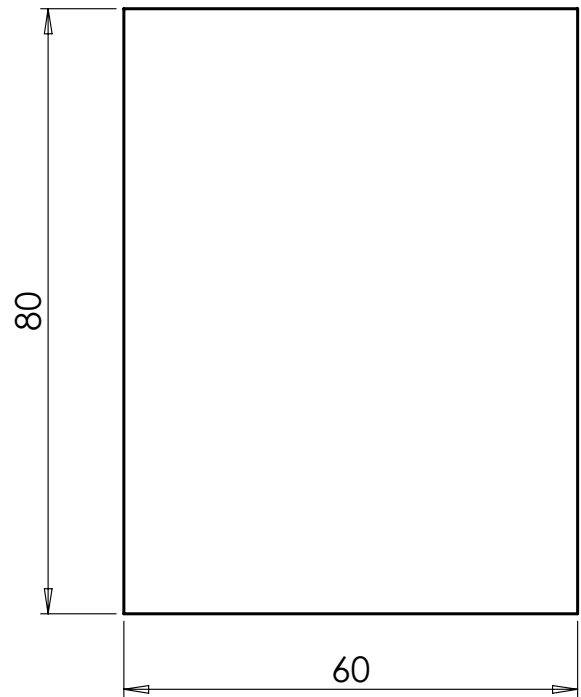
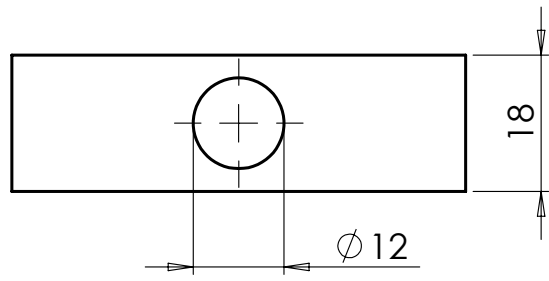
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel doel: Pedaal</b>		MATERIAL: MDF	DWG NO. <b>27</b>	A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:	SCALE: 1:1	SHEET 1 OF 1	

1

2

3

4

A

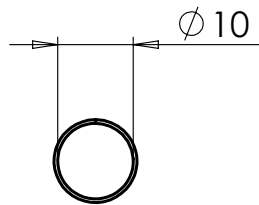
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE:  
**Schiettoestel doel:  
Stang naar pedaal**

MATERIAL:  
**RVS**

DWG NO.

**28**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:1

SHEET 1 OF 1

A

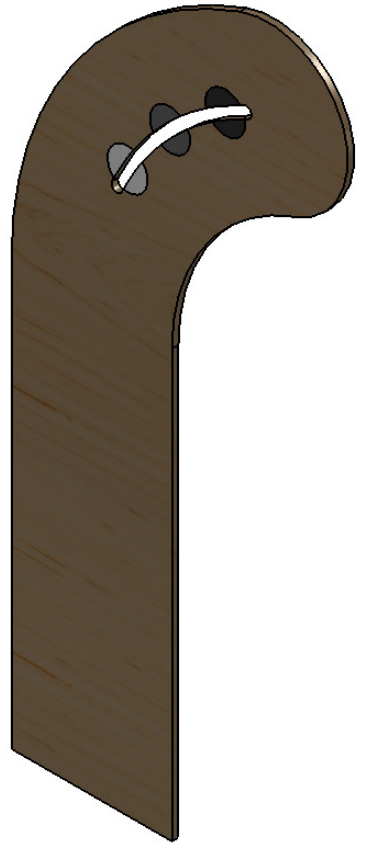
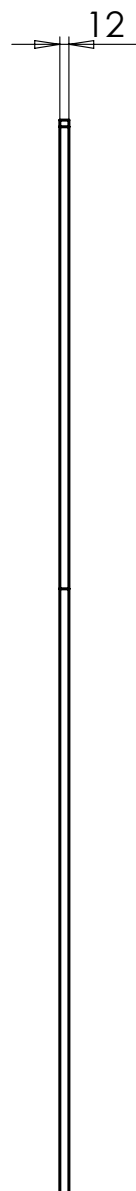
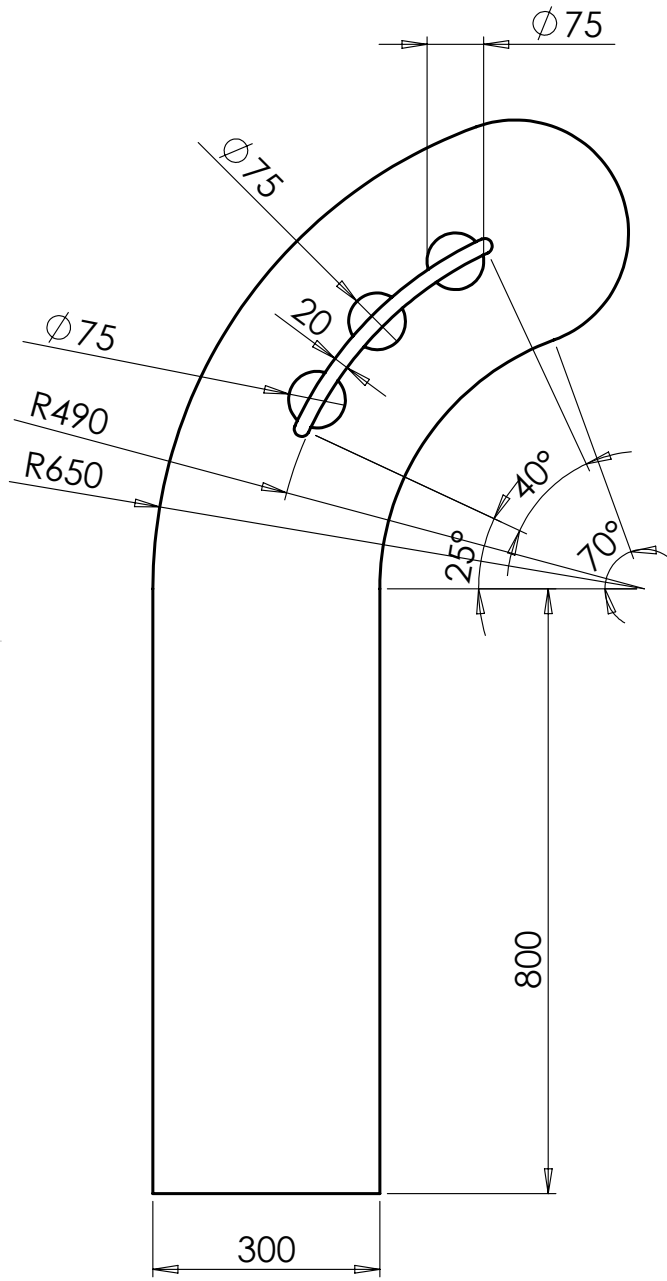
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING
TITLE: <b>Schiettoestel schietdeel:</b> Plaat voor		MATERIAL: MDF	DWG NO. <b>34</b>	A4
Designer: Ellien Knook	WEIGHT:	SCALE:1:10	SHEET 1 OF 1	



1

2

3

4

A

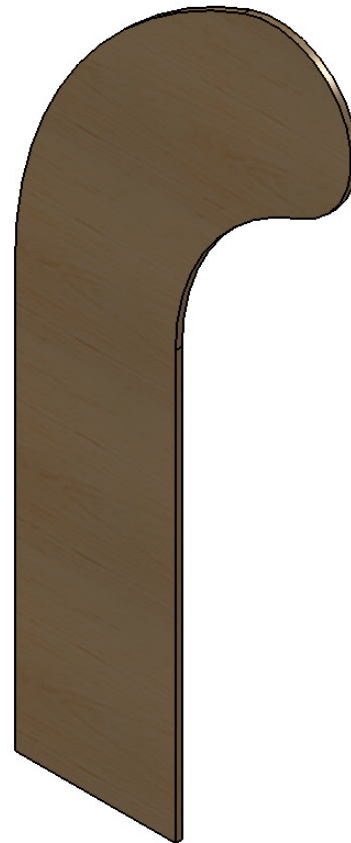
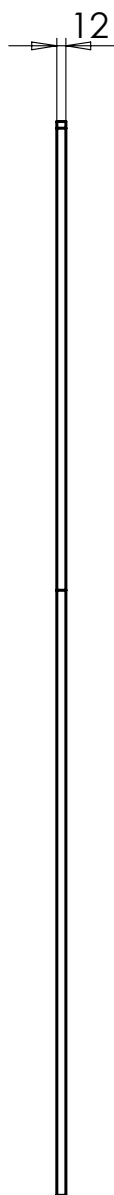
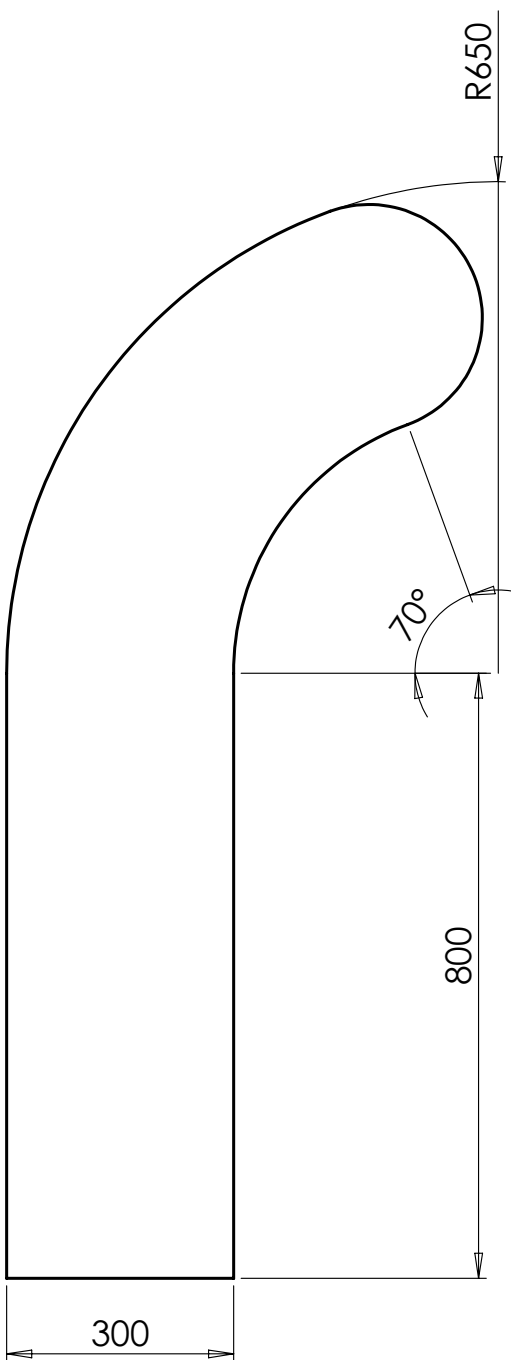
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel doel:**  
Plaat achter

MATERIAL:  
MDF

DWG NO.

**35**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:10

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

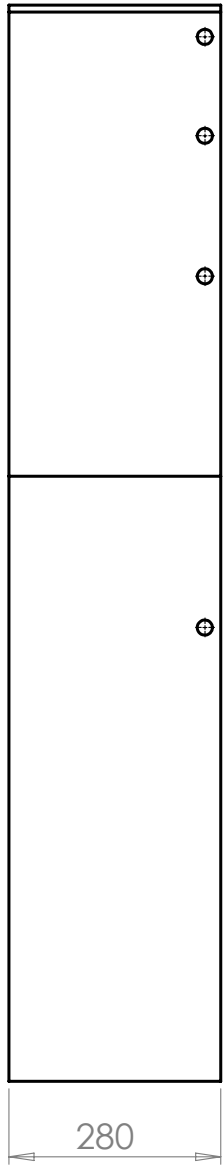
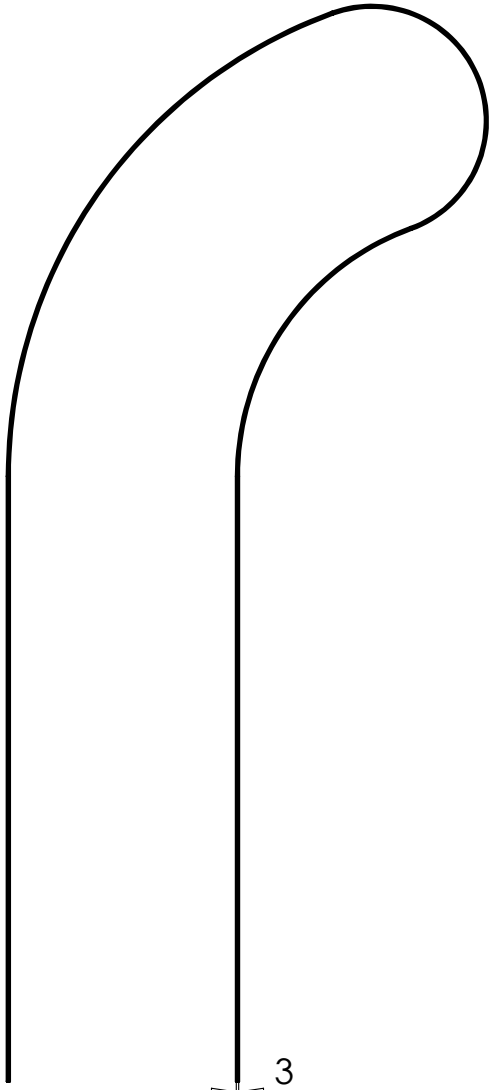
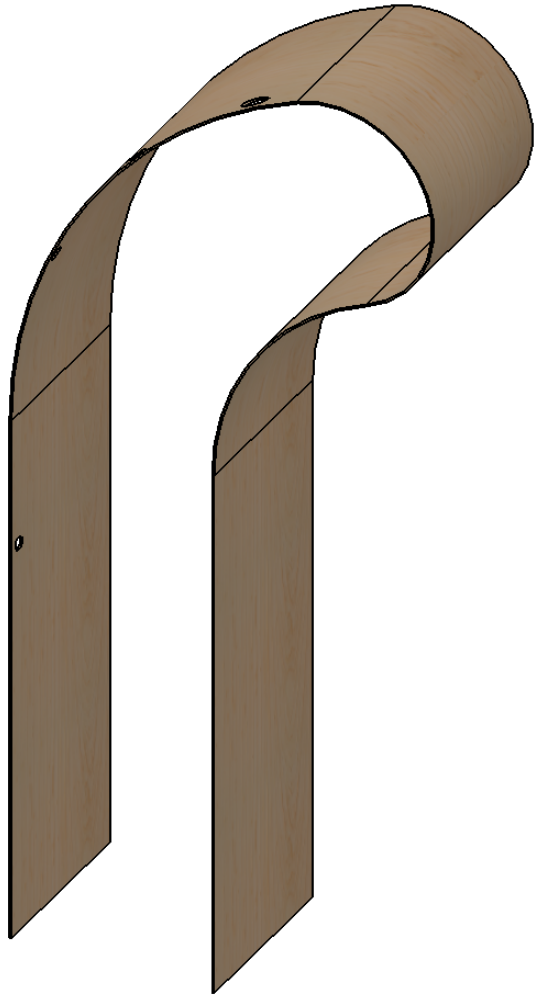
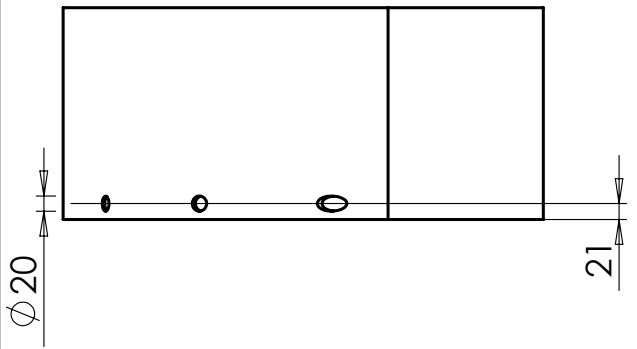
B

C

D

E

F



Totale lengte buigtriplex:  
3293 mm

280

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE:  
**Schiettoestel schietdeel:**  
Buigende plaat tussen

MATERIAL:  
Buigtriplex

DWG NO. **36**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:10

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

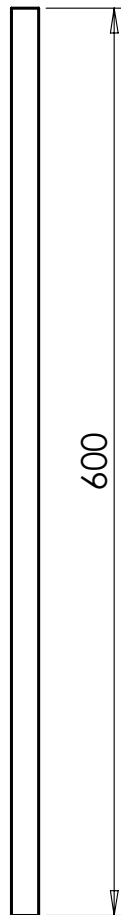
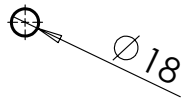
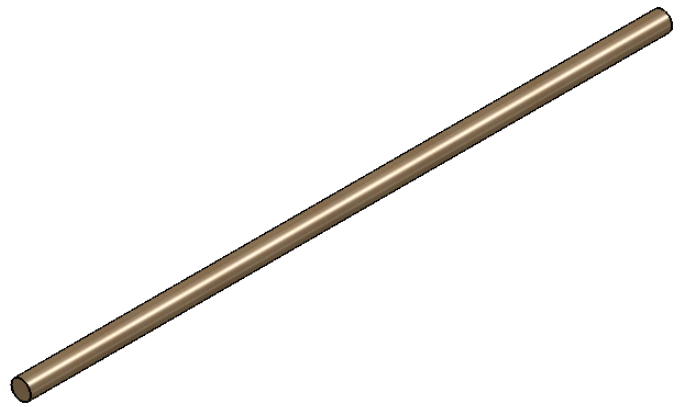
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE:  
**Schiettoestel schietdeel:**  
Stok bovenste

MATERIAL:  
Hout

DWG NO.

**38**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:10

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

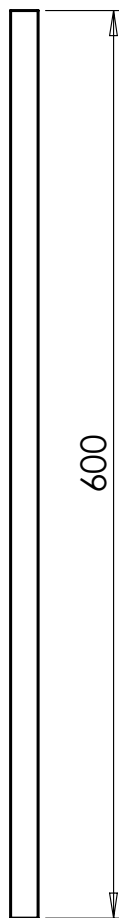
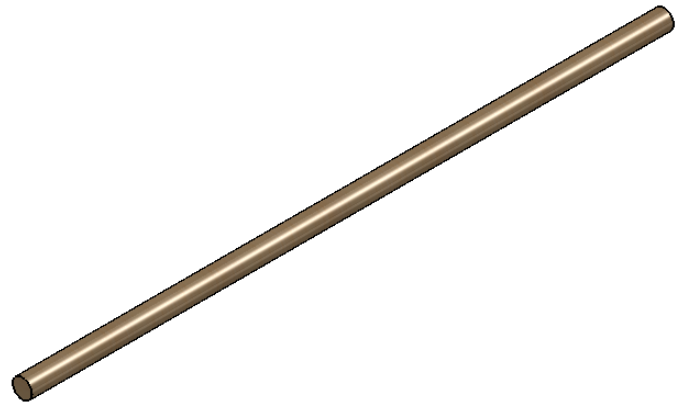
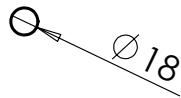
A

B

C

D

E



F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel schietdeel:  
Stok middelste**

MATERIAL:  
Hout

DWG NO.

**38**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:10

SHEET 1 OF 1

A

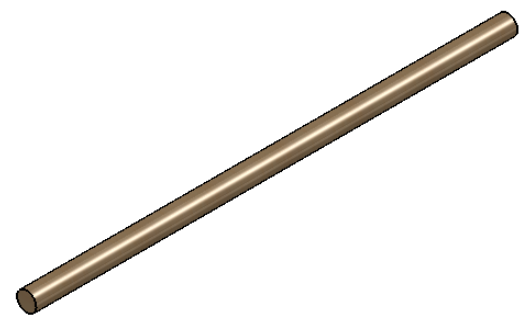
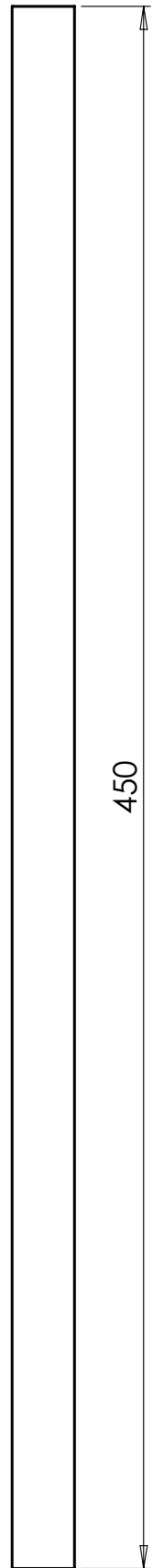
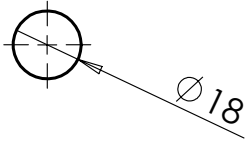
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel schietdeel: Stok onderste</b>		MATERIAL: Hout	DWG NO. <b>38</b>	A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:	SCALE: 1:2	SHEET 1 OF 1	

1

2

3

4

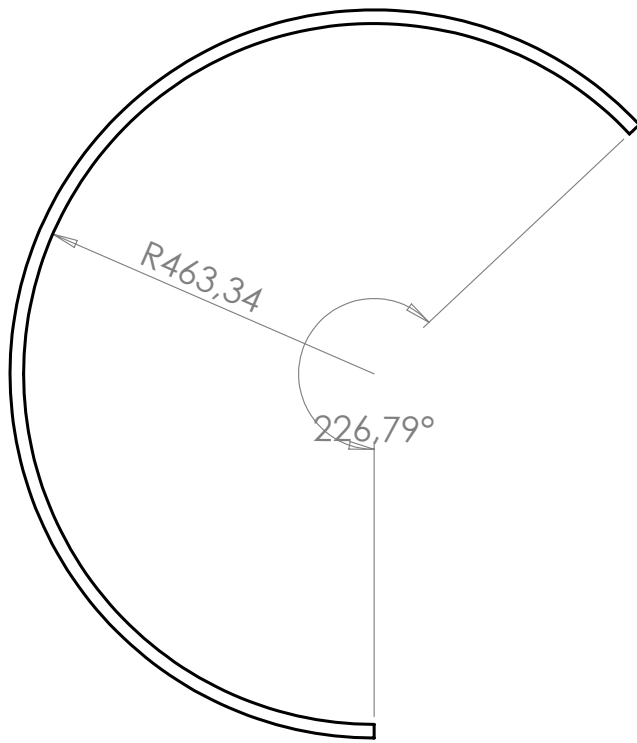
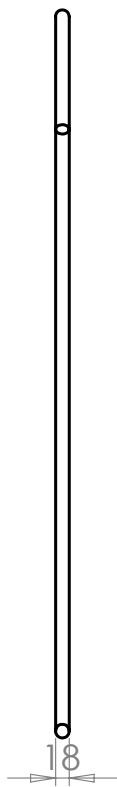
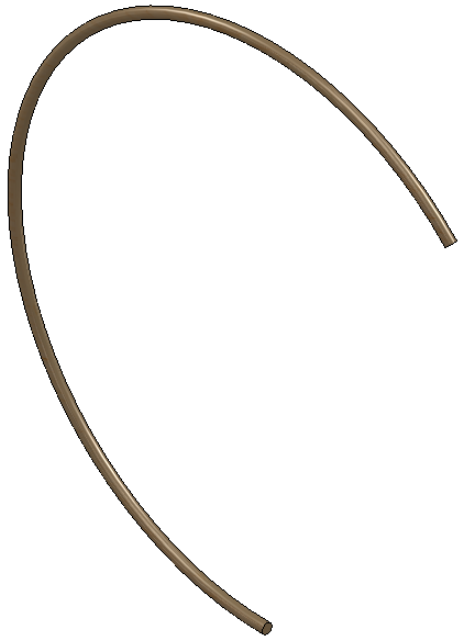
A

B

C

D

E



F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel schietdeel:**  
Ring hoogte

MATERIAL:  
Hout/kunststo

DWG NO.

39

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:10

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

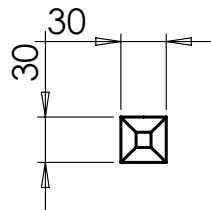
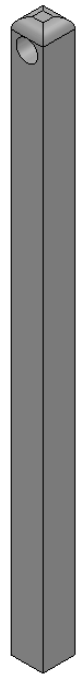
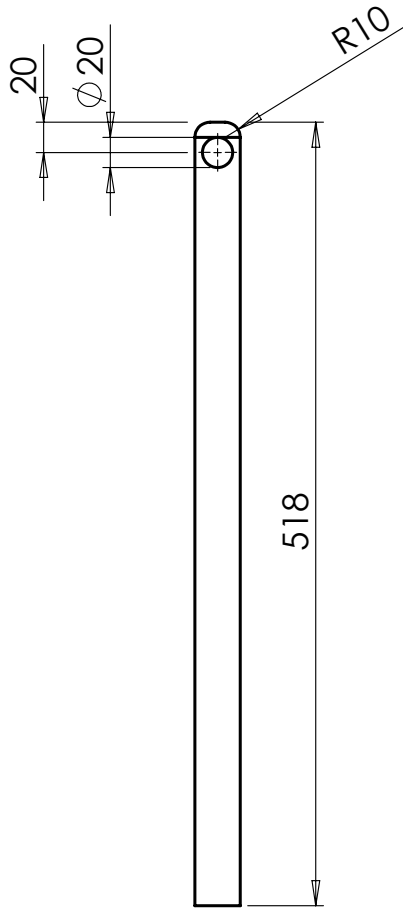
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel schietdeel:**  
Slinger

MATERIAL:  
Hout

DWG NO.

**40**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

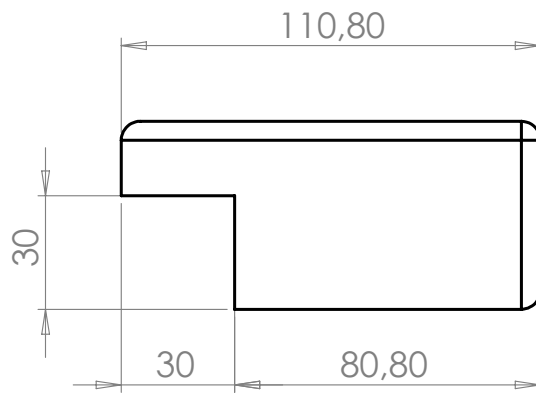
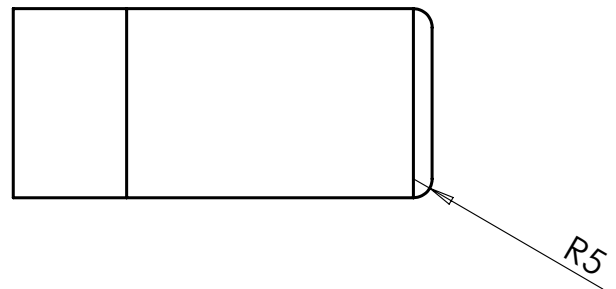
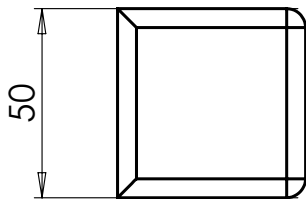
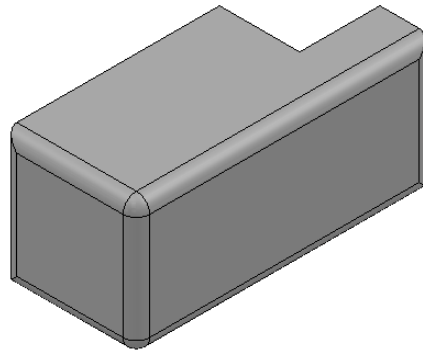
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE:  
**Schiettoestel schietdeel:**  
Voet

MATERIAL:  
Hout

DWG NO.

**41**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1



A

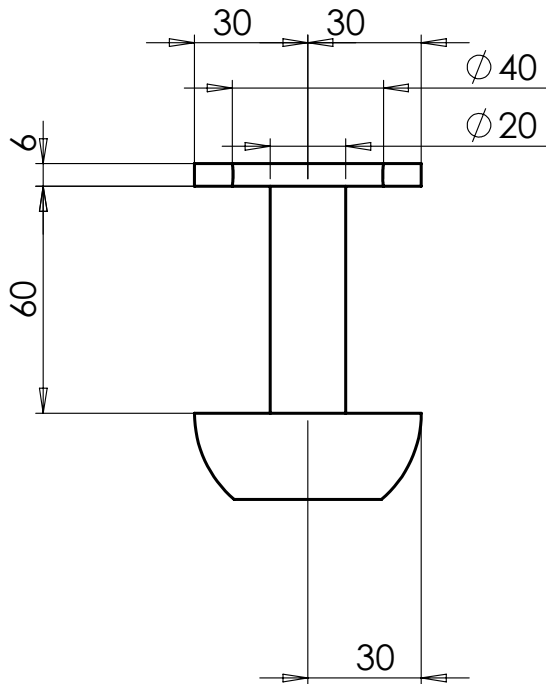
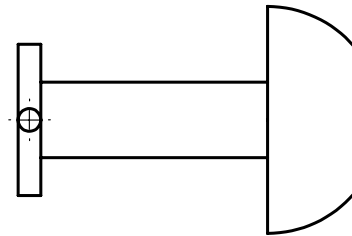
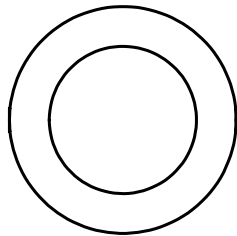
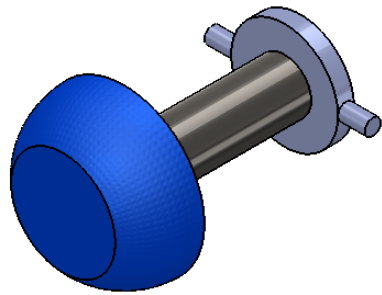
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel schietdeel:**  
Pin

MATERIAL:  
RVS en kunststof

DWG NO.

42

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

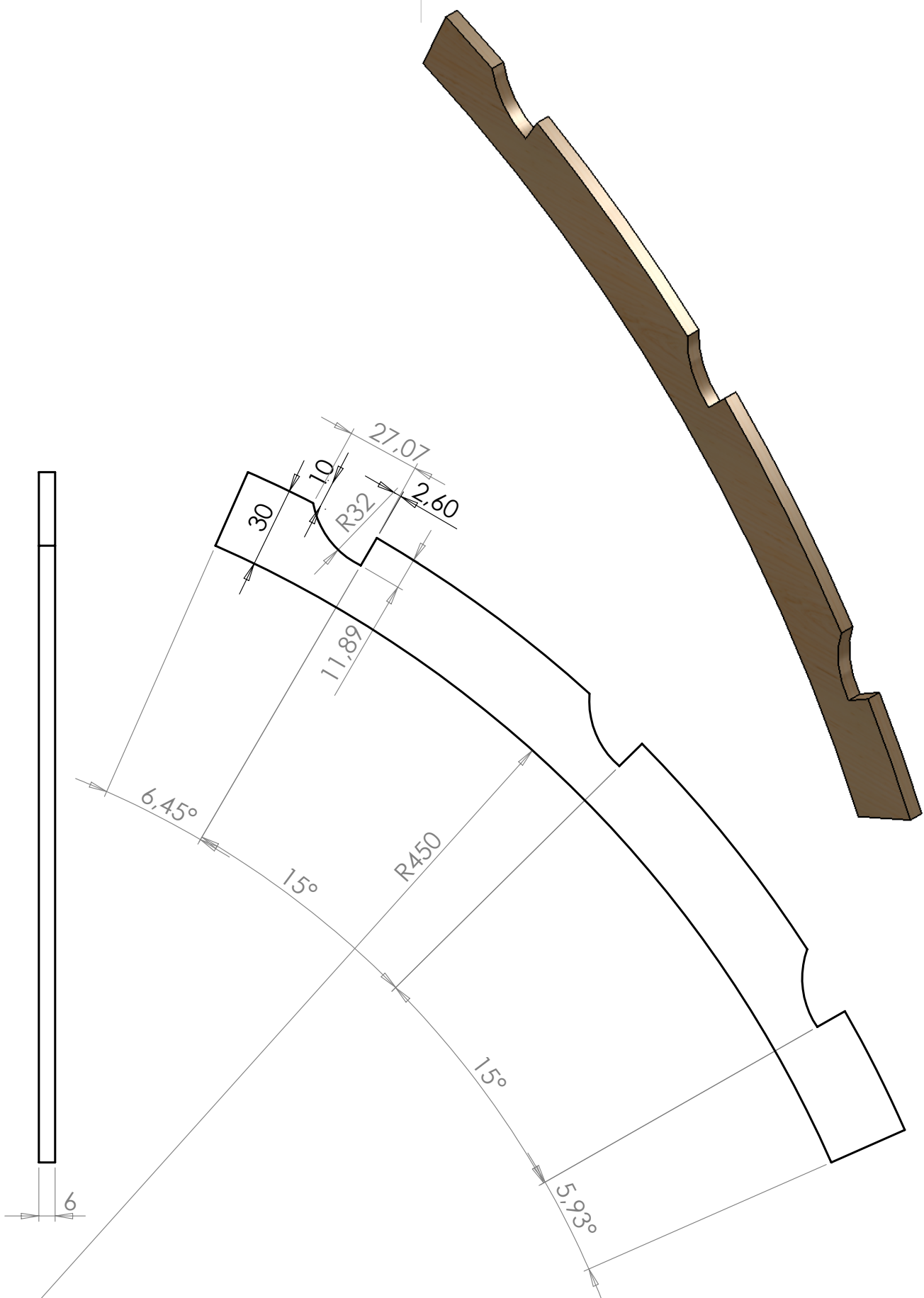
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel schietdeel: Volgbaan pin a</b>		MATERIAL: MDF		DWG NO. <b>44</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE: 1:2		SHEET 1 OF 1	

1

2

3

4

A

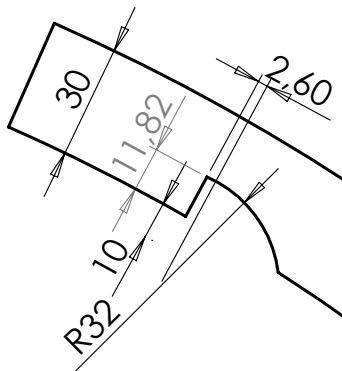
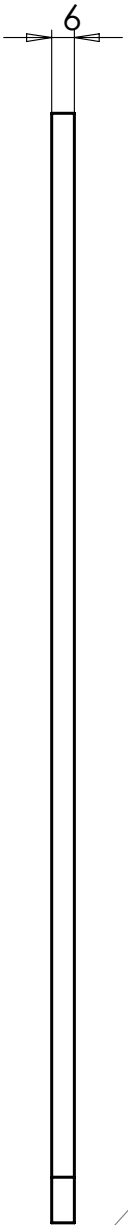
B

C

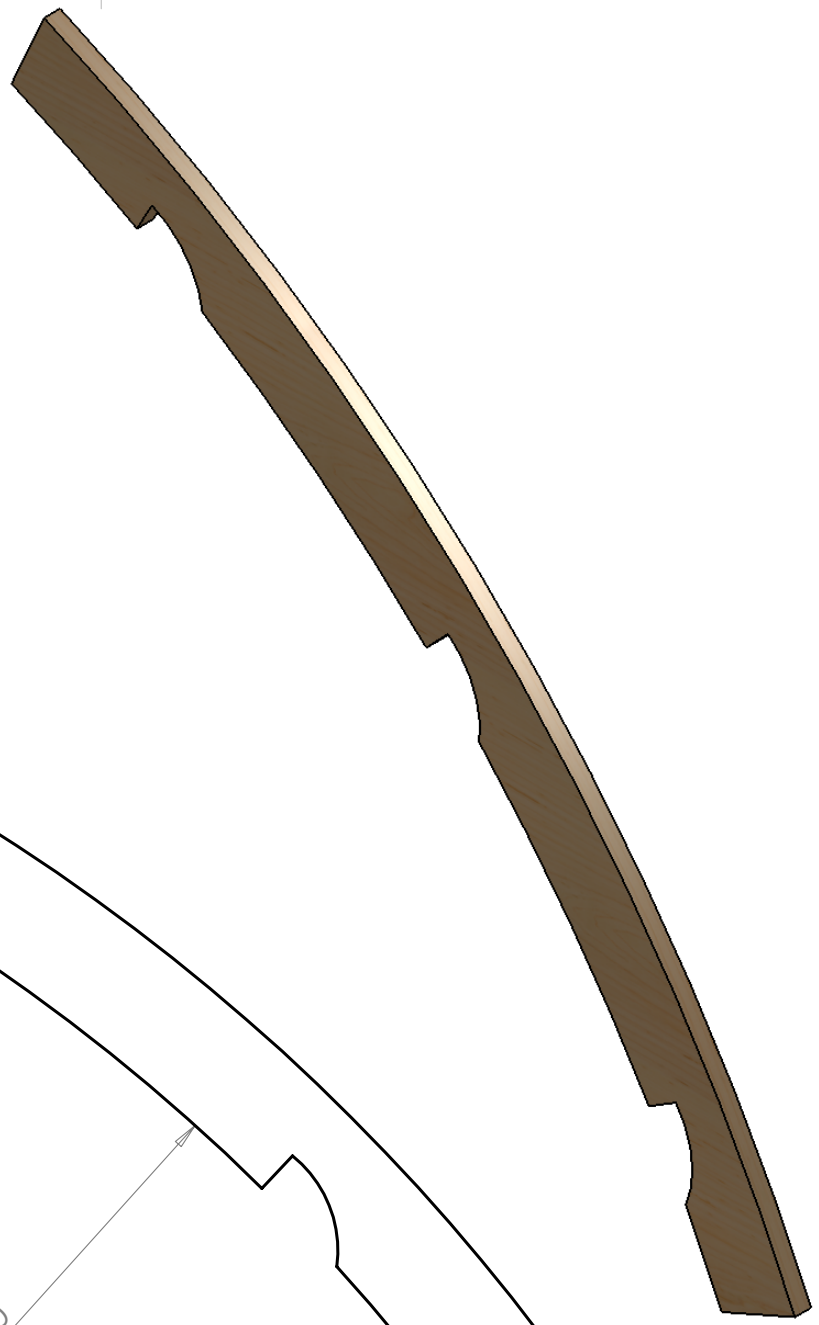
D

E

F



R520



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING
TITLE: <b>Schiettoestel schietdeel:</b> Volgbaan pin b		MATERIAL: MDF	DWG NO. <b>44</b>	A4
Designer: Eilien Knook	WEIGHT:	SCALE: 1 : 2	SHEET 1 OF 1	

1

2

3

4

A

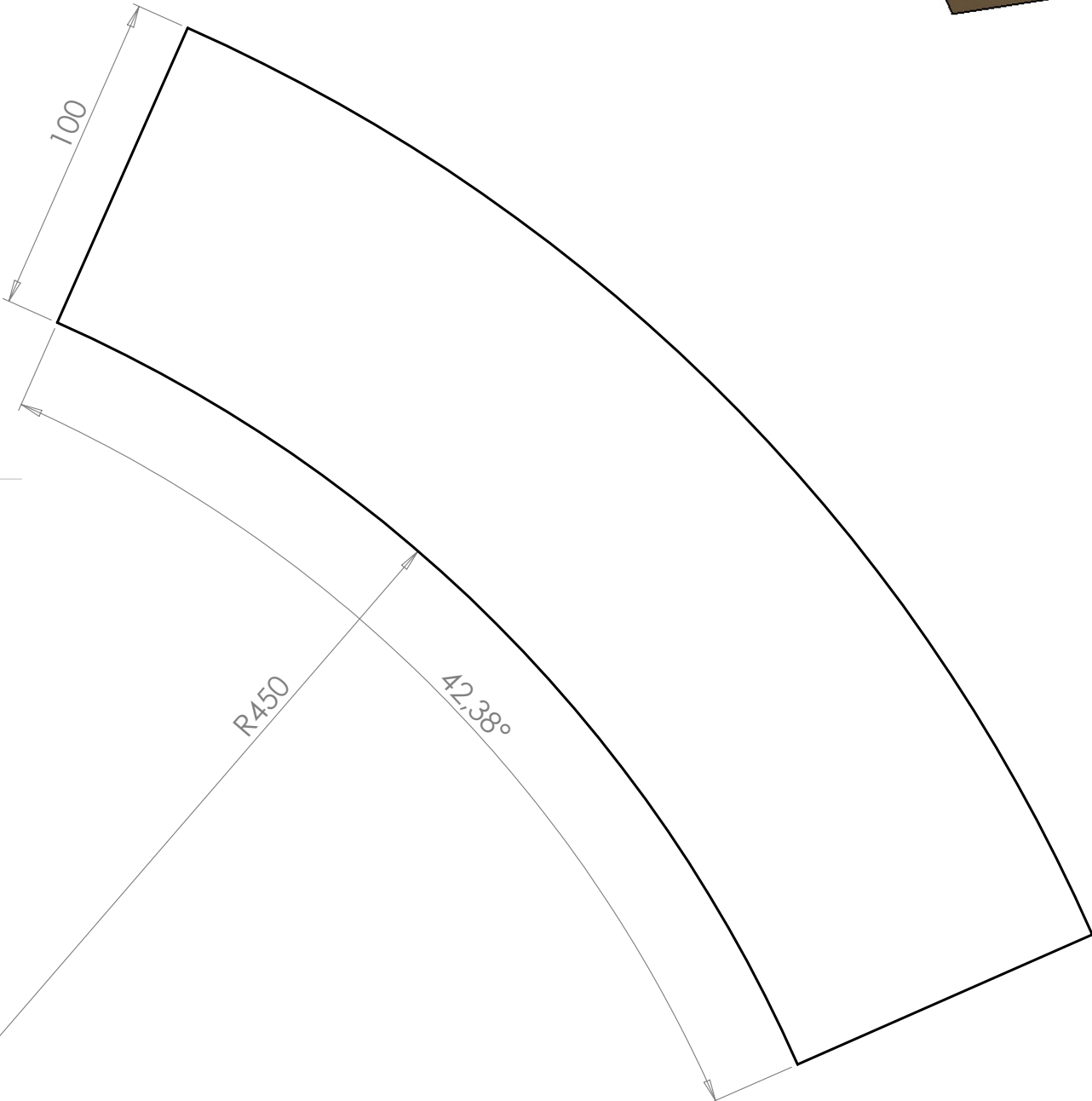
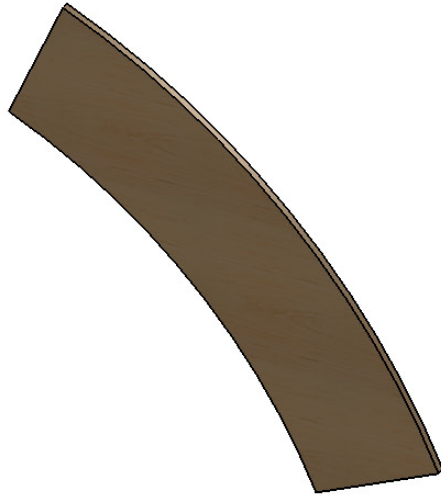
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel schietdeel: Achterkant volgbaan</b>		MATERIAL: MDF		DWG NO. <b>45</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE: 1:2		SHEET 1 OF 1	

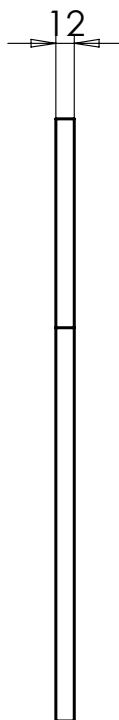
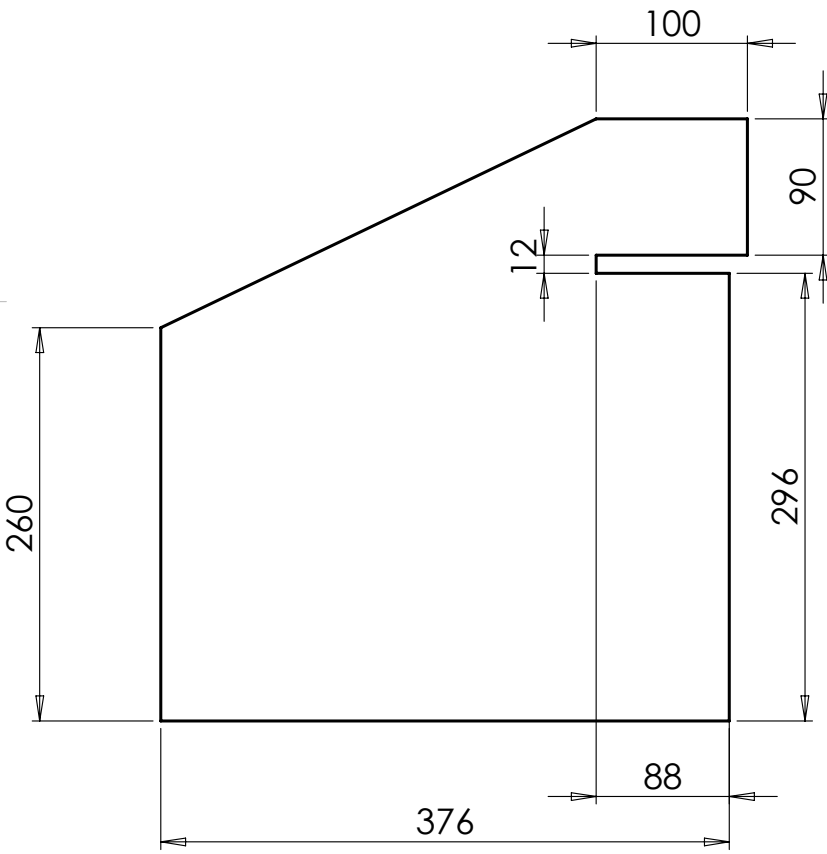
A

B

C

D

E



F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel tussen: Ballenbak onderkant</b>		MATERIAL: MDF	DWG NO. <b>48a</b>	A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:	SCALE: 1:5	SHEET 1 OF 1	

1

2

3

4

A

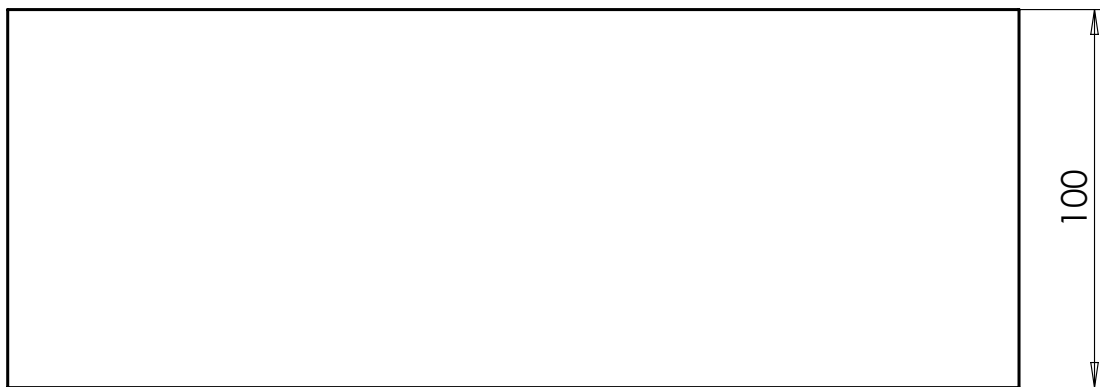
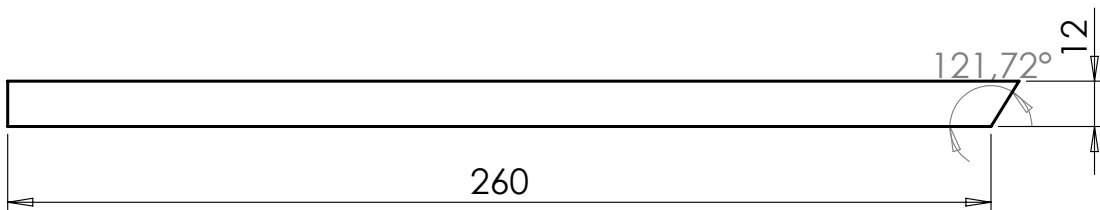
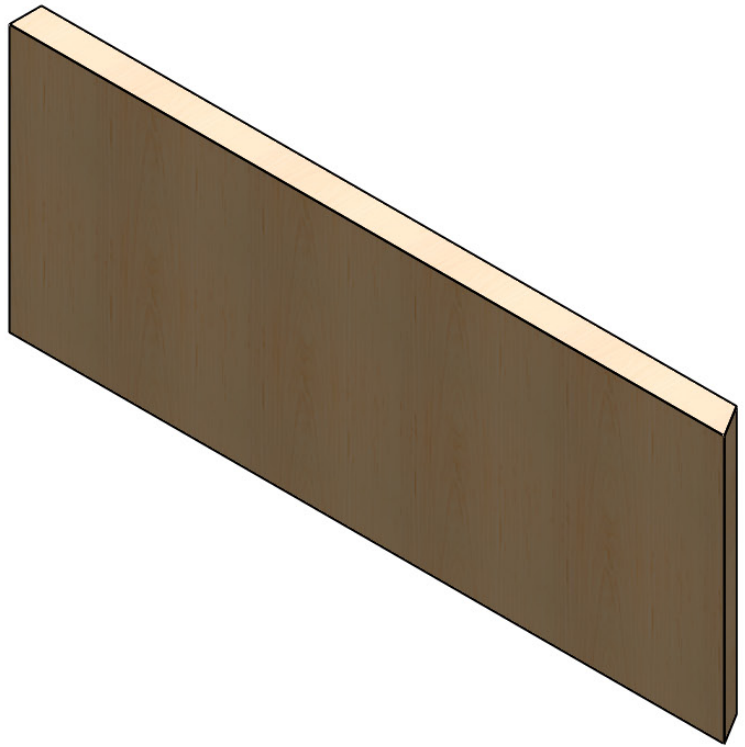
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE:  
**Schiettoestel tussen:**  
Zijplaat schietkant

MATERIAL:  
MDF

DWG NO.

**48b**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

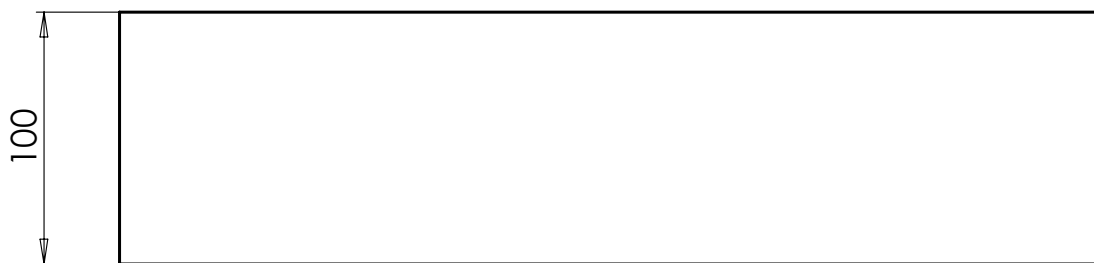
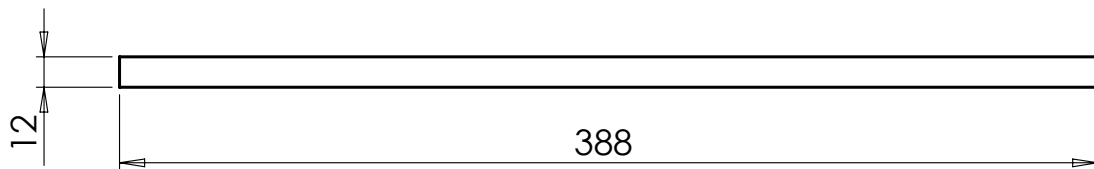
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel tussen:**  
Zijplaat achter

MATERIAL:  
MDF

DWG NO.

**48C**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:3

SHEET 1 OF 1

1

2

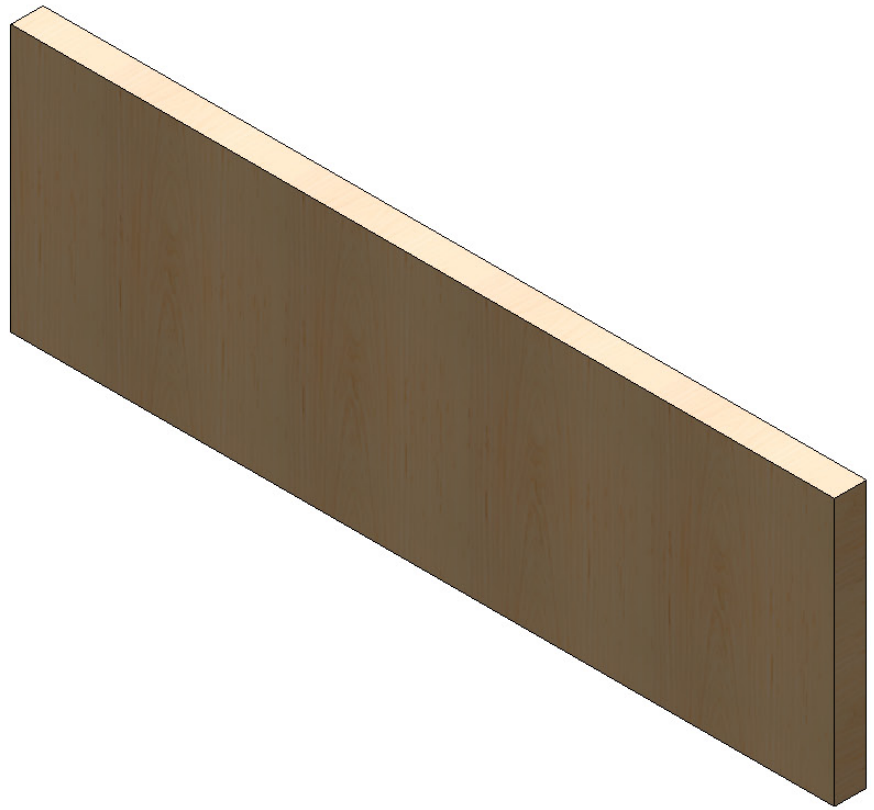
3

4

A

B

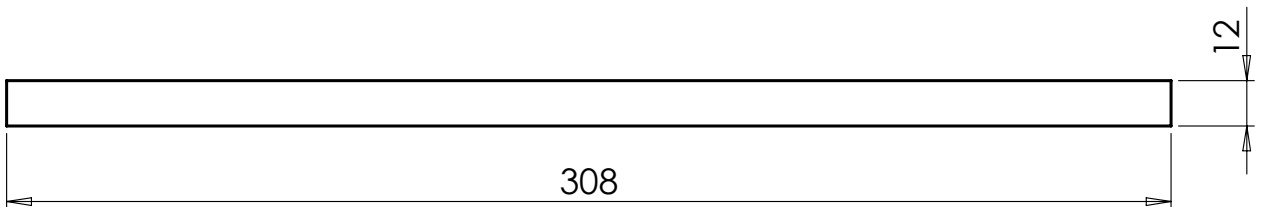
C



D



E



F

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel tussen:**  
Zijplaat doel

MATERIAL:  
MDF

DWG NO. **48d**

A4

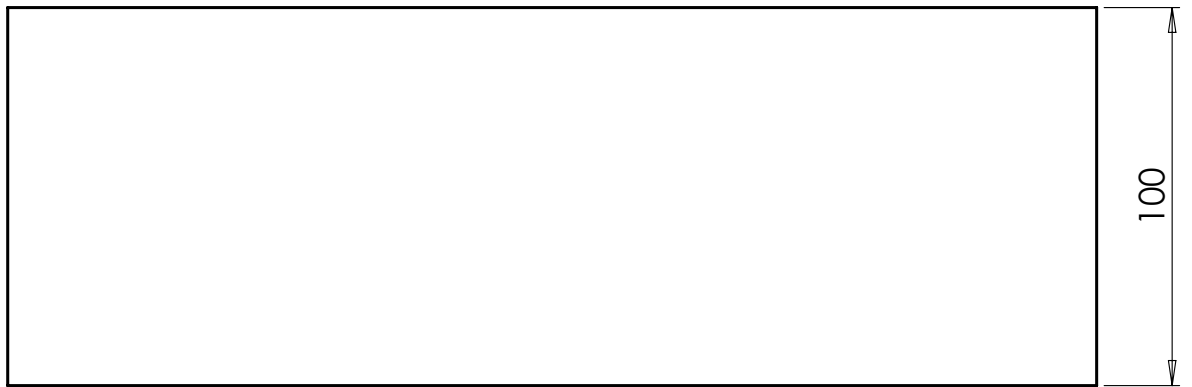
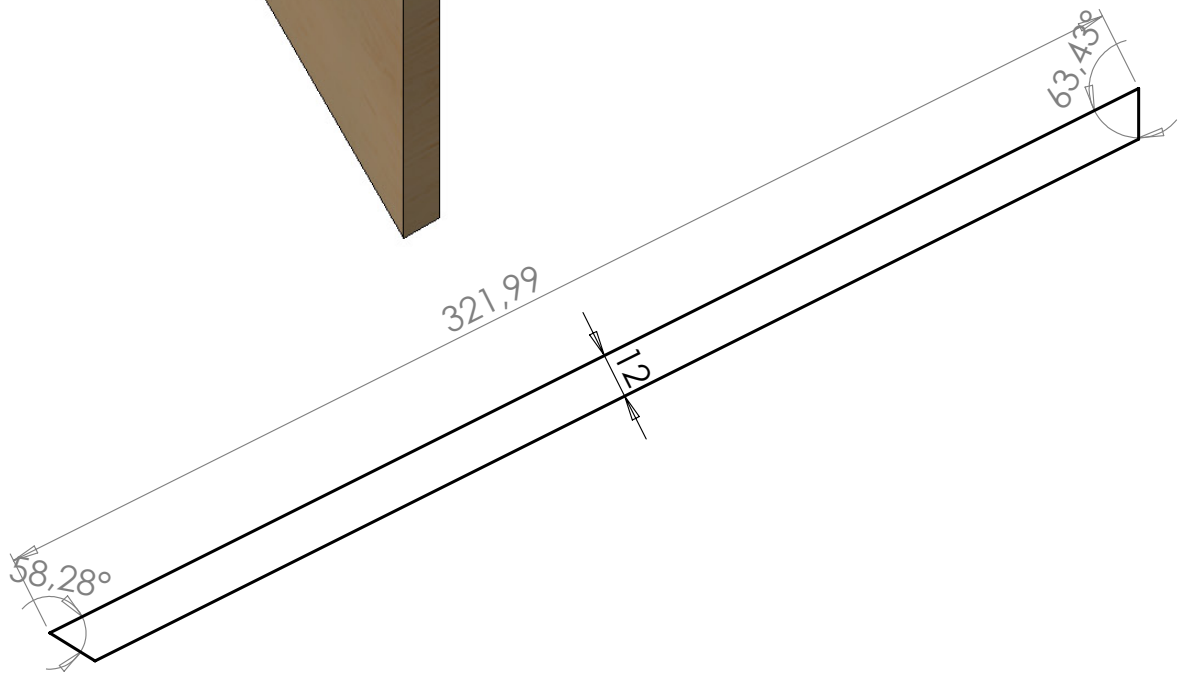
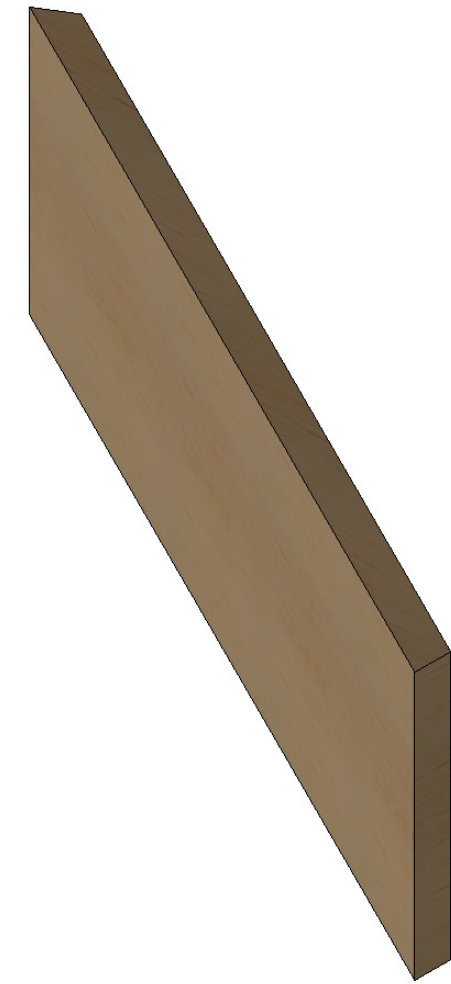
Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1





A

B

C

D

E

F

1

2

3

4

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		Cosmos sterrenwacht		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
TITLE: <b>Schiettoestel tussen Ballenbak zijplaat voor</b>		MATERIAL: MDF		DWG NO. <b>48e</b>		A4	
Designer: Eilien Knook		WEIGHT:		SCALE: 1:2		SHEET 1 OF 1	

1

2

3

4

A

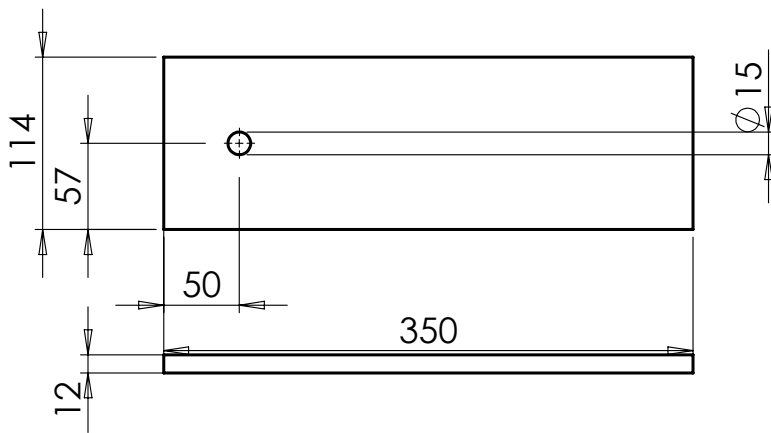
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel tussen:**  
Balhouder boven plaat

MATERIAL:  
MDF

DWG NO.

**49a**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

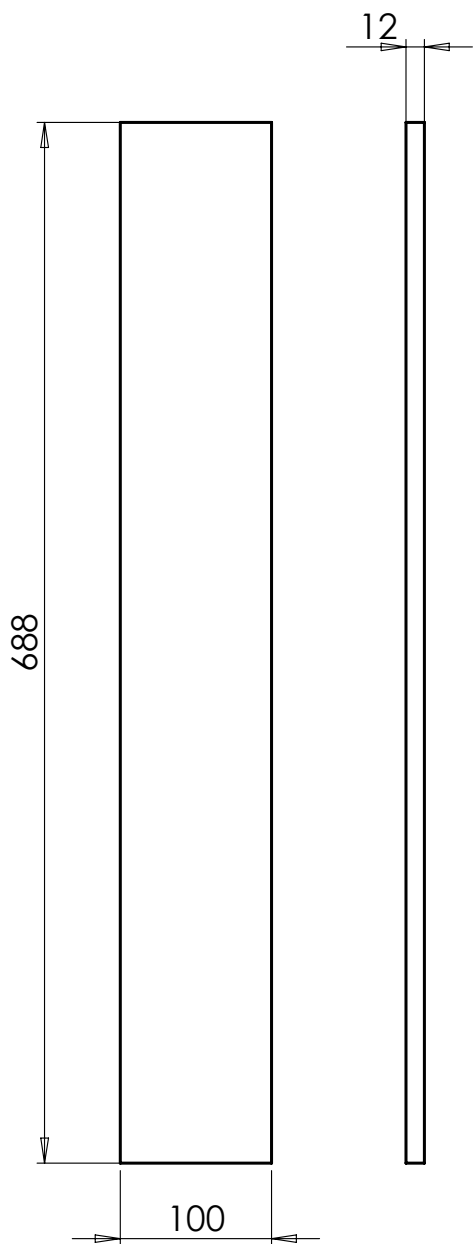
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel tussen:  
Balhouder zijkanten**

MATERIAL:  
MDF

DWG NO. **49b**

A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:5

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

A

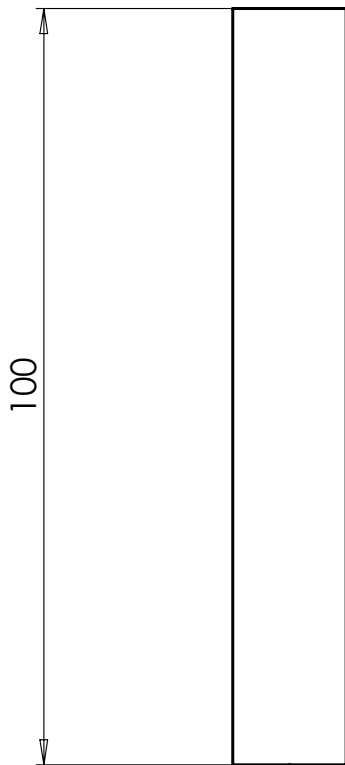
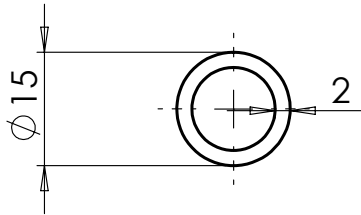
B

C

D

E

F



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

Cosmos sterrenwacht

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

TITLE: **Schiettoestel tussen:**  
Balhouder cilinder

MATERIAL:  
Hout

DWG NO.

**49C**

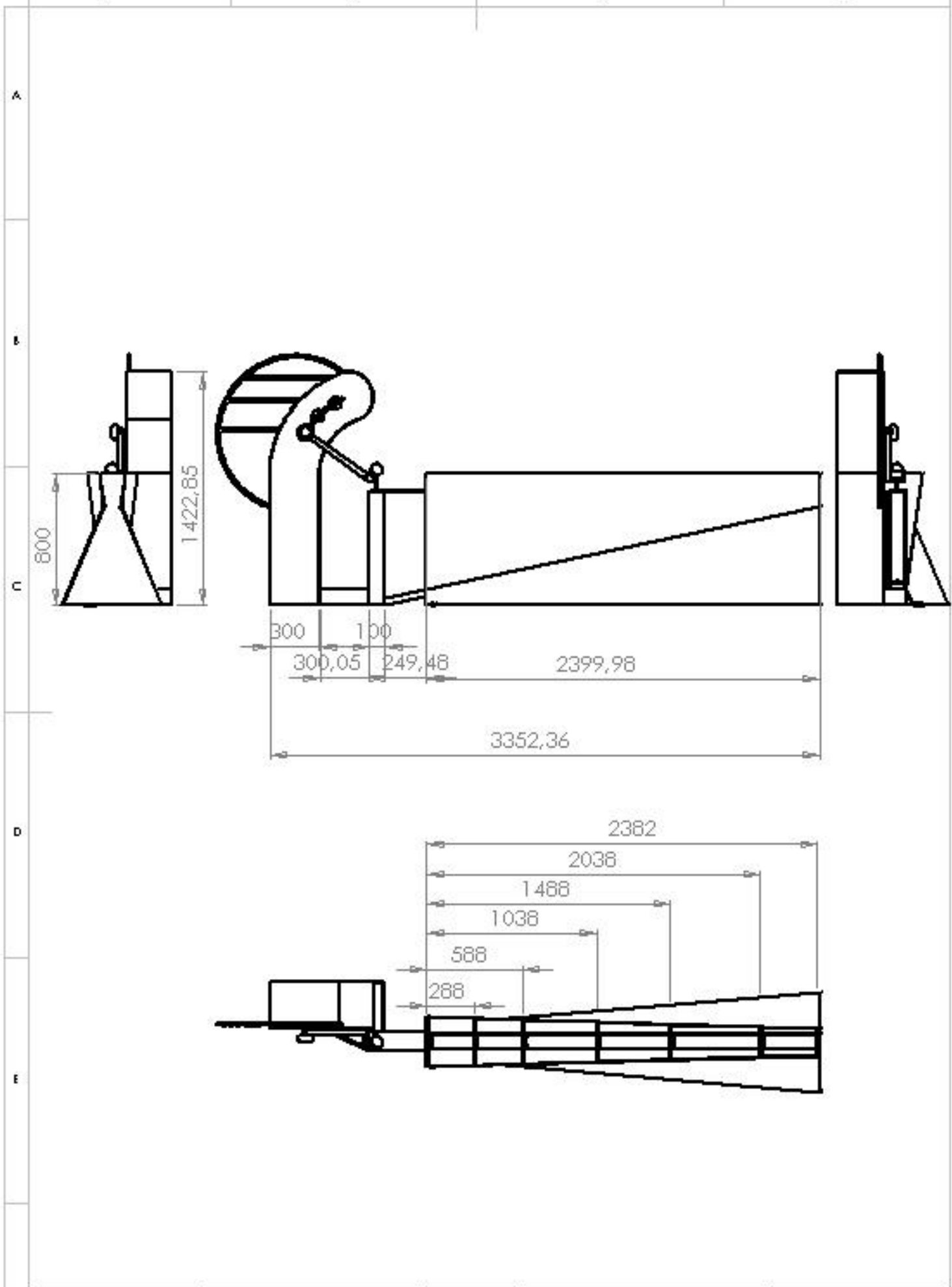
A4

Designer: Eilien Knook

WEIGHT:

SCALE: 1:1

SHEET 1 OF 1



DIMENSIE ONTWERF SPECIFICATIE DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS	Cosmos sterrenwacht	GROUP AND SERIAL NUMBER	DO NOT SCALE DRAWING	
<b>Schiettoestel totaal</b>		MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>	DWG NO 	A4
Designer: Pien Trook	WTEGEP	SCALE: 1:50	SHEET 1 OF 1	