

Sorteermachine

Semester 4 Leertaak 2a WH23



WH23 Groep 31

Sidney Huijsman: 20146094

Oscar Lexmond: 20096143

Max vd Bulk: 20136420

Tutor: Gide de Ruijter

7 mei 2022

Sorteermachine

Semester 4 Leertaak 2a WH23

Auteur

Max van den Bulk

20136420@student.hhs.nl

20136420

Tel 06-41784288

Sidney Huijsman

20146094@student.hhs.nl

20146094

tel: 06-51135501

Oscar Lexmond

20096143@student.hhs.nl

20096143

tel : 06-34320969

Afdeling

Werktuigbouwkunde

Datum

21 april 2022

Type project

Leertaak 2a semester 4

Versie

1.0

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	4
2 Context	5
3 Probleem- en doelstelling	6
4 Op te leveren producten	7
5 Project Oriëntatie	8
6 Bedreigingen en projectgrenzen	9
7 Functieboom	10
8 Programma van Eisen (voorlopig)	11
9 Oriëntatie actuatoren/sensoren	13
10 Morfologisch overzicht	14
11 Proof of Principle	16
12 Concepten	17
13 Eindontwerp	26
14 Berekening snelheid van één knikker	33
15 Onderbouwing materiaalgebruik	34
16 Flowchart voor software	35
Bijlage	36

1 Inleiding

In dit ontwerprapport gaan we een sorteermachine ontwerpen die verschillende soorten knikkers in verschillende soorten bakjes kan krijgen. We gaan dit doen voor het bedrijf Simple Toys dat graag meer automatisering wil in hun sorteer en verpakking proces, meer hierover in het volgende hoofdstuk.

De hoofdstukken 2 tot en met 9 gaan over het oriënteren op het project. We gaan het in dit deel van het rapport hebben over de probleem- & doelstelling van het project, welke producten er worden opgeleverd, de bedreigingen en projectgrenzen die bij dit project komen kijken en welke onderdelen er beschikbaar zullen zijn. Verder hebben we een functieboom opgesteld en het Programma van Eisen opgesteld voor het ontwerp.

In de rest van de hoofdstukken gaan we individuele Proof of Principles maken van ideeën uit het morfologisch overzicht, concepten samenstellen en uitwerken, een eindontwerp uitwerken en verdere uitwerkingen van het ontwerp in de vorm van berekeningen, een flowchart voor de software en de onderbouwing voor het materiaalgebruik.

Het eindontwerp zal in 5 weken gerealiseerd worden tot een werkend prototype. Na deze 5 weken wordt het prototype getest en beoordeeld door de tutors.

2 Context

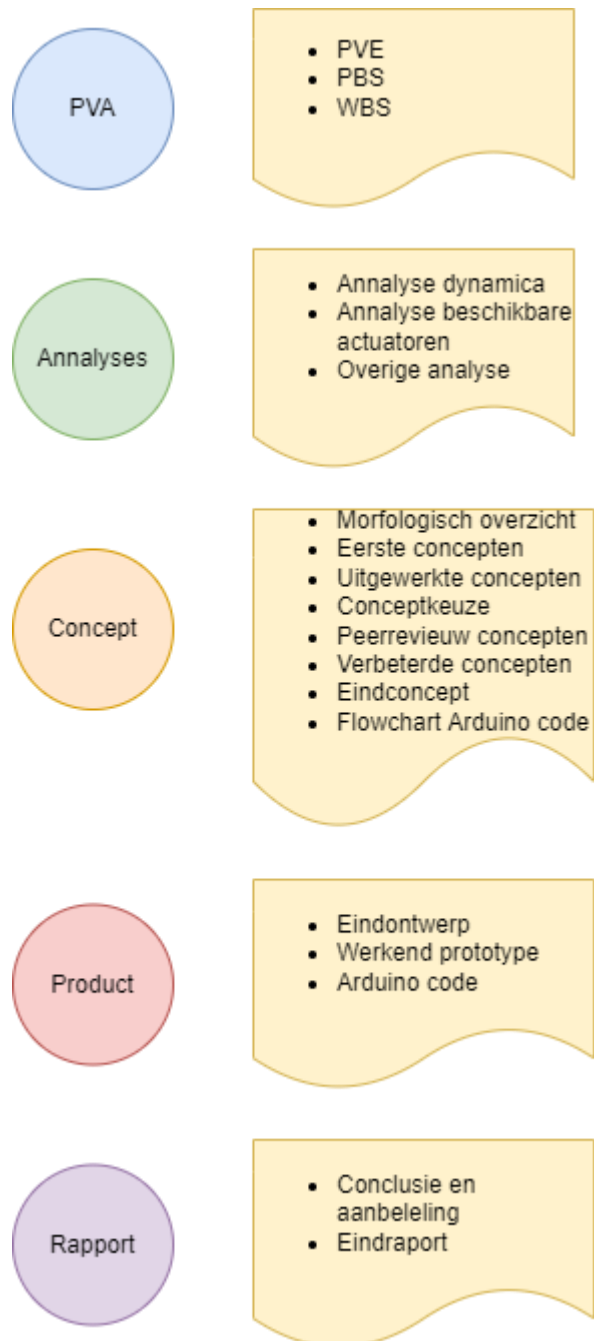
Simple Toys is een speelgoedbedrijf dat veel verschillende speelgoed artikelen produceert zoals knikkers, plastic tonnen, opbergdoosjes etc. Het sorteren van speelgoed wordt nu nog met handkracht gedaan door vele inhuurkrachten die het bedrijf in dienst heeft. Simple Toys wil hierdoor door middel van simpele technieken een automatisch sorteer proces op locatie. hiervoor heeft Simple Toys besloten een onderzoek te laten uitvoeren door ingenieursbureau 'Keep it simple' , gevestigd op het TU terrein in Delft. 'Keep it simple' heeft een groot aantal pas afgestudeerde ingenieurs in dienst. 'Keep it simple' heeft ons ingeschakeld om een uitgebreid ontwerp en een prototype voor een speelgoed sorteermachine te ontwikkelen.

3 Probleem- en doelstelling

Het bedrijf Simple Toys produceert een groot aantal speelgoed artikelen, het probleem hierbij is dat het sorteren van speelgoed met handkracht wordt gedaan door veel inhuurkrachten. dit kost Simple Toys veel geld en daarom willen zij op basis van simpele technieken een sorteerproces van de op locatie geproduceerde speelgoed artikelen automatiseren.

Het doel is om met het projectteam in 7 weken een uitgebreid ontwerp en werkend prototype te maken voor de speelgoed sorteermachine. Het is de bedoeling dat de sorteermachine overal in de wereld opgebouwd kan worden door de filosofie toe te passen “keep it simple”.

4 Op te leveren producten



5 Project Oriëntatie

Er zijn heel veel verschillende soorten sorteermachines op de markt, hele grote op industrieel niveau voor bijvoorbeeld groente en fruit, en kleinere sorteermachines die bijvoorbeeld snoepjes kunnen sorteren op kleur, of muntgeld op waarde.

De meeste machines werken met optische sensoren, die kunnen de kleuren scannen van het object dat je wilt sorteren, en op basis daarvan weet de machine waar welk object heen moet. Dit kan ook gedaan worden met bijvoorbeeld een druksensor die het gewicht meet van het object.

6 Bedreigingen en projectgrenzen

Om ervoor te zorgen dat de sorteermachine volgens de eisen en goed werkt is het van belang om goed naar de bedreigingen en beperkingen te kijken die hierbij komen kijken.

In het ontwerp van de sorteermachine moet goed nagedacht worden over waar en hoe alle sensoren en actuatoren worden geïnstalleerd. Deze onderdelen mogen niet veel uitsteken door de maximale maat van 90x60x40 cm en deze moeten makkelijk te (de)monteren zijn. Verder mogen de sensoren en actuatoren niet te ver van de arduino(s) zitten, anders wordt het erg onoverzichtelijk met de aantal draden.

Zoals eerder benoemt moet er rekening worden gemaakt met de maximale maat van de constructie, dit kan verschillende problemen met zich meebrengen zoals dat de constructie niet volledig lineair ontworpen kan worden. Hiervoor moeten we het ontwerp zo compact mogelijk ontwerpen zodat we ook wat speling kunnen hebben als het ontwerp gewijzigd wordt.

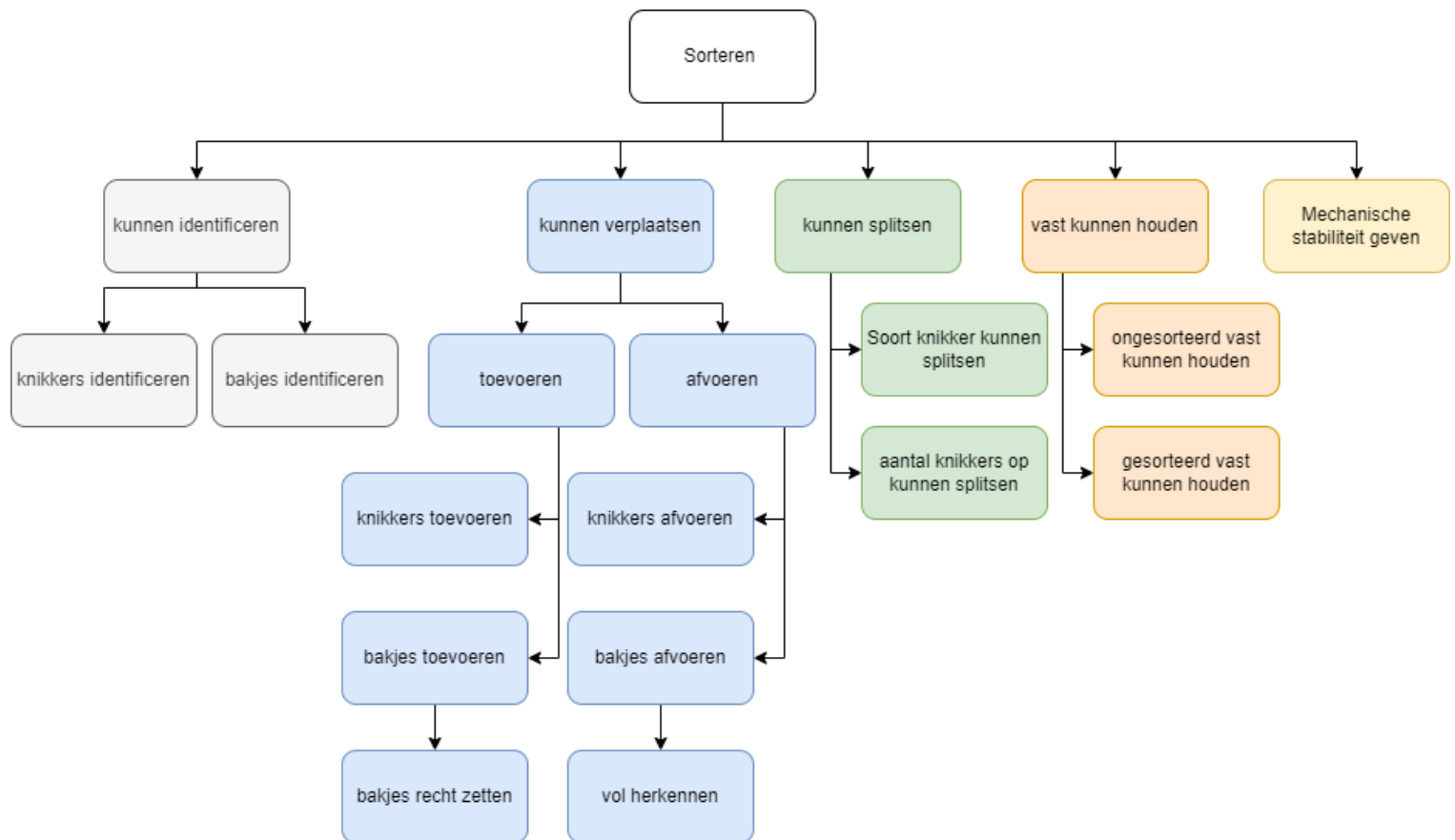
Het prototype moet in 2 weken geproduceerd zijn, vanwege de beperkte beschikbaarheid van de werkplaats op de Haagse Hogeschool. Dit houdt in dat we een makkelijk en slim ontwerp moeten maken om het prototype in korte tijd te realiseren.

Er moet rekening worden gehouden dat de bakjes en knikkers niet op een bepaalde manier de machine in kunnen maar als het ware er in gegooid worden. Dit zorgt ervoor dat er nagedacht moet worden over hoe we de knikkers één voor één door de machine heen krijgen zonder ze er één voor één in te gooien en hoe de bakjes altijd op de juiste manier georiënteerd blijven. Ook brengt deze eis het probleem dat er verstoppingen in de toevoer van de bakjes en knikkers kunnen ontstaan.

De arduino speelt ook een grote rol in het ontwerp, deze heeft een beperkt aantal input en output poorten. Hierdoor moet er in het ontwerp van de sorteermachine rekening met de hoeveelheid actuatoren (outputs) en sensoren (inputs) worden gehouden, dit houdt in dat de sorteermachine met zo min mogelijk actuatoren en sensoren moet werken of met bijvoorbeeld een tweede arduino.

Verder krijgen we van De Haagse Hogeschool meerdere actuatoren en sensoren, echter is er een kans dat we meer van deze onderdelen nodig zullen hebben dan dat we krijgen. Dus moeten deze vroegtijdig worden besteld i.v.m. de korte assemblage tijd.

7 Functieboom



8 Programma van Eisen (voorlopig)

Nummer	Eis	Eenheid	Bron	Datum	Verificatie	Controle
Groep 1: Prestaties						
1.1	De sorteermachine moet worden aangestuurd d.m.v. arduino.	n.v.t.	Opdrachtgever	21-4-2022	het systeem is geprogrammeerd en aangestuurd met/door arduino	
1.2	Voorzien van softwarematige noodstop	n.v.t.	Opdrachtgever	21-4-2022	De knop programmeren en testen	
1.3	Niet meer dan 1 storing per 10 gesorteerde objecten	# storingen	Opdrachtgever	21-4-2022	Het systeem testen & storingen noteren	
1.4	Max. 90x60x40 cm (lxdxh)	cm	Opdrachtgever	21-4-2022	Het systeem meten	
1.5	Sorteren van 3 verschillende materiaal transportcontainers	n.v.t.	Opdrachtgever	21-4-2022	De sensor testen die de containers moet herkennen	
1.6	Sorteren van 4 verschillende materiaal knikkers	n.v.t.	Opdrachtgever	21-4-2022	De sensor testen die de containers moet herkennen	
1.7	Min. 1 mechanisme	# mechanisme	Opdrachtgever	21-4-2022	In het ontwerp min. 1 mechanisme meenemen en die testen	
Groep 2: Productie						
2.1	De constructie moet in 2 weken gebouwd zijn	Weken	Opdrachtgever	21-4-2022	Constructie moet slim ontworpen worden en een planning voor voor het bouwen.	
Groep 3: Gebruik						
3.1	2 ongesorteerde aanvoerstromen	# aanvoerstromen	Opdrachtgever	21-4-2022	De bakjes en knikkers moeten als het ware er in gegooid kunnen worden	
3.2	Min. 2 buffers	# buffers	Opdrachtgever	21-4-2022	In het ontwerp worden min. 2 buffers meegenomen.	

Groep 4: Wensen

4.1	Het ontwerp zo simpel mogelijk houden	n.v.t.	Ontwerpers	21-4-2022	Het ontwerp wordt smart ontworpen.	
4.2	Het product kan aangestuurd worden met 1 arduino	# arduino's	Ontwerpers	21-4-2022	Zo min mogelijk sensoren en actuatoren in het ontwerp.	controle aantal in/outputs

9 Oriëntatie beschikbare onderdelen

Als wij een goed en werkend ontwerp willen maken, moeten we natuurlijk weten welke onderdelen en materialen er beschikbaar zijn. We hebben 2 weken de tijd om op de Haagse Hogeschool gebruik te maken van de werkplaats. De werkplaats heeft diverse apparaten, gereedschap en materialen die wij kunnen gebruiken. Wij gaan vooral ons focussen om gebruik te maken van de lasersnijder die onderdelen uit hout kan snijden en de 3D-printer die onderdelen van plastic 3D print. Verder zijn er ook machines voor het bewerken van metalen zoals frees- en draaibanken. Het materiaal wat in de werkplaats ligt is vooral metalen en houten platen, waarbij de houten platen 3mm of 6mm dik zijn en de metaalplaten rond 2mm dik zijn.

Om een sorteermachine te maken hebben we ook sensoren en actuatoren nodig. Deze sensoren en actuatoren krijgen we van de Haagse Hogeschool, maar als we meer nodig hebben dan dat we krijgen moeten we deze zelf inkopen.

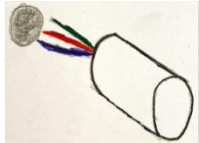
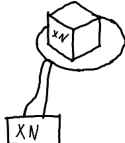
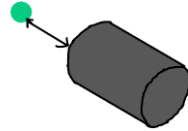
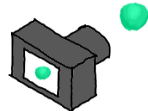
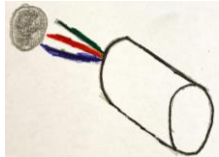
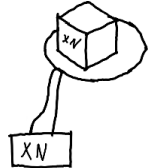
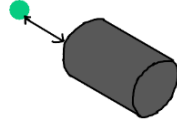
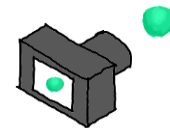
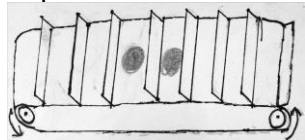
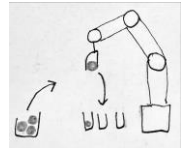
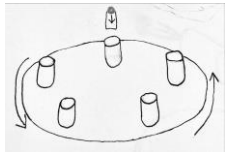
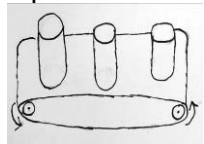
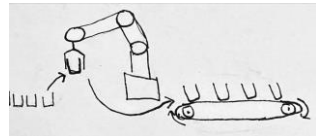
De actuatoren en sensoren die we van school krijgen zijn:

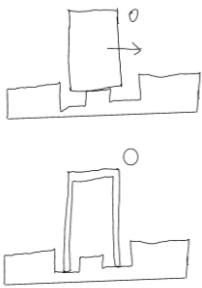
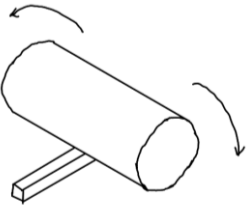
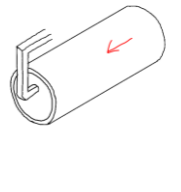
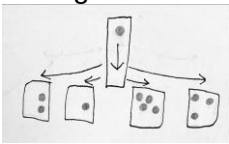
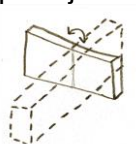
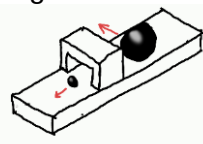
- TCS3200D/TCS230 Kleursensor, max 1
- Druksensor meetbereik 0-2 kg, max 1
- Ultrasoon Sensor, max 2
- Infrarood Sensor, max 1
- Pixie camera, max 1
- Servomotor, max 2
- DC motor, max 2
- Kleine onderdelen zoals LEDs, Weerstanden, LDRs, microswitches etc.

Al deze actuatoren en sensoren (behalve de kleine onderdelen) moeten ook weer ingeleverd worden na het project.

Als we het niet halen binnen de 2 weken die we in de werkplaats hebben om het prototype te bouwen kan de constructie altijd nog mee worden genomen naar huis om het daar met eigen materialen en gereedschap af te maken.

10 Morfologisch overzicht

Functie	Oplossing 1	Oplossing 2	Oplossing 3	Oplossing 4
Identificeren bakjes	Kleursensor 	Gewichtssensor 	Infraroodsensor 	Camera 
Identificeren knikkers	Kleursensor 	Gewichtssensor 	Infraroodsensor 	Camera 
Vervoeren knikkers	Rollen 	Lopende band 	Robot arm 	Carrousel 
Vervoeren bakjes	carrousel 	lopende band 	robot arm 	
Bakjes recht zetten	carrousel ding	zwaartepunt	haak in open einde	

				
Knikers sorteren	bewegende baan 	bewegend plankje 	hoogte blokkade 	
ongesorteerde stroom buffer	symmetrische ronde trechter 	symmetrische vierkante trechter 	asymmetrische ronde trechter 	asymmetrische vierkante trechter 
gesorteerde stroom buffer	symmetrische ronde trechter 	symmetrische vierkante trechter 	asymmetrische ronde trechter 	asymmetrische vierkante trechter 

11 Proof of Principle

Sidney:

PoP 1:

<https://web.microsoftstream.com/video/3046bad1-58c0-4d0f-b2c1-4f17e9a13ac2>

In de bovenstaande link is de Proof of Principle te vinden van de infrarood sensor. De bedoeling is dat de sensor detecteert als het bakje langskomt, zodat het systeem weet waar het bakje is. Als het groene lampje brand detecteert de sensor het bakje.

PoP 2:

<https://web.microsoftstream.com/video/cc0aaba2-f31c-462e-b233-6d90c1c9224d>

In de bovenstaande link is de Proof of Principle te vinden van de knikker carrousel / servo motor. Deze Proof of Principle geeft weer hoe de knikkers één voor één uit de trechter worden gehaald d.m.v. van de carrousel die aangestuurd wordt door een servo motor.

Oscar:

PoP 1:

<https://web.microsoftstream.com/video/ba25ea29-3c3a-46ba-a672-73bd80ae05b6>

in de bovenstaande link staat een filmpje van de Proof of Principle van de Pixy camera. de camera detecteert 2 verschillende knikkers in het filmpje, hiermee kunnen we in de machine de knikkers identificeren.

PoP 2:

<https://web.microsoftstream.com/video/0cbe2d52-0949-4189-a3ed-720abb12bd61>

in deze video is te zien hoe een DC motor een carrousel met kokertjes ronddraait. Op zo'n zelfde manier kunnen de bakjes in de sorteermachine worden verplaatst en gepositioneerd worden.

Max:

PoP 1:

<https://web.microsoftstream.com/video/cc12e6a3-a7ce-4e45-be6b-793805006fc1>

In de bovenstaande link is de Proof of Principle te vinden van de kleursensor. De bedoeling is dat de kleursensor kan detecteren welk bakje langskomt, zodat de sorteermachine daarna de toebehorende knikkers in het bakje kan laten vallen.

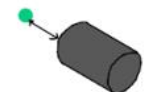
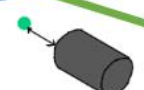
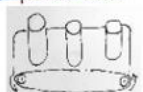
PoP 2:

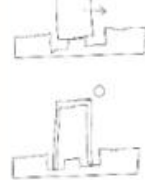
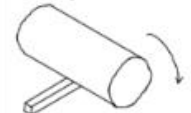
<https://web.microsoftstream.com/video/651c5593-371d-4501-983d-96bc51b9d80c>

In de bovenstaande link is de Proof of Principle te vinden van de bewegende baan. De bedoeling is dat het baantje d.m.v. een servo naar 4 verschillende uitgangen kan wijzen om de knikkers van te voren te sorteren in een buffer.

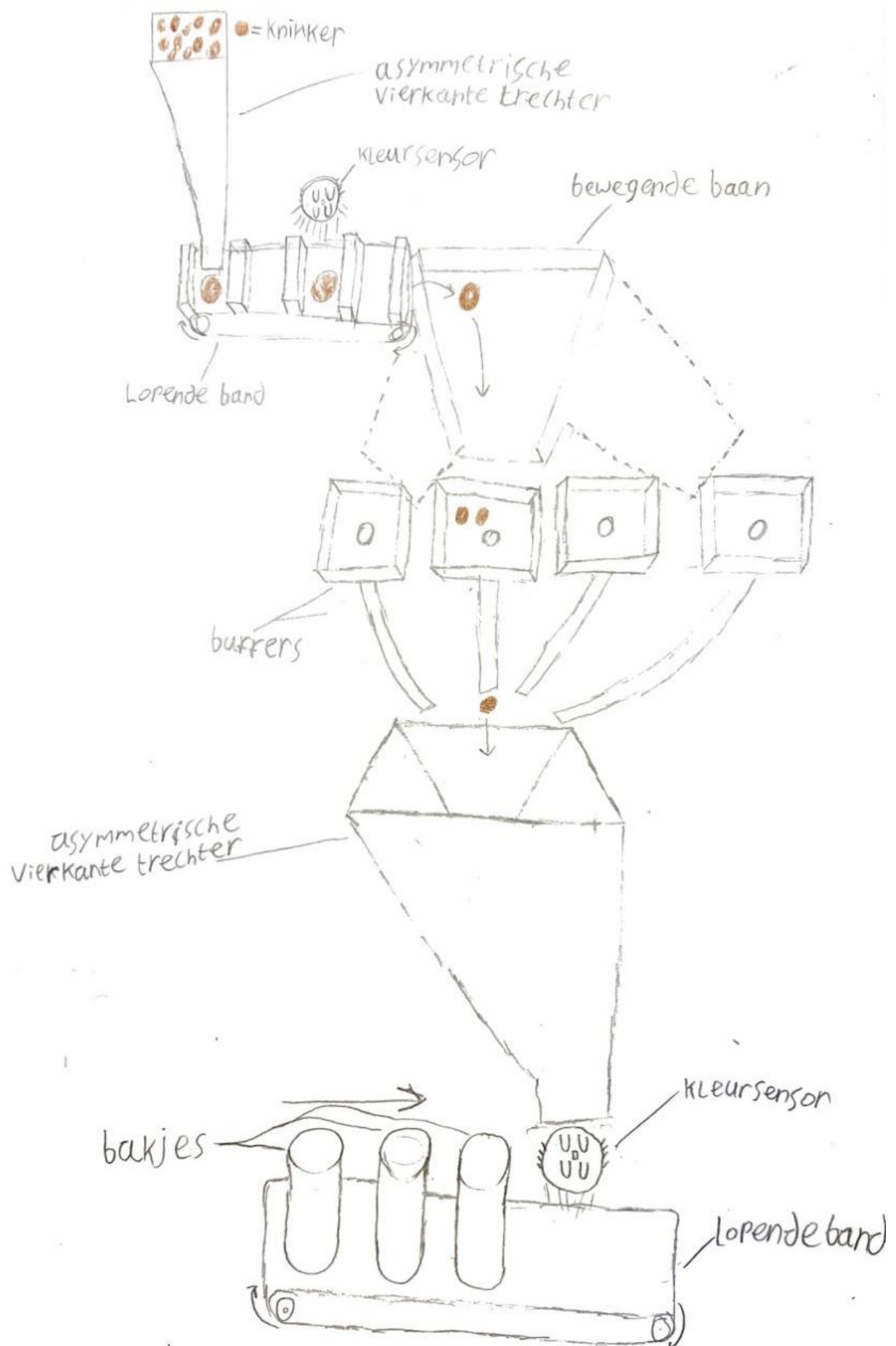
12 Concepten

Concept 1 = Oranje Concept 2 = Blauw Concept 3 = Groen

Functie	Oplossing 1	Oplossing 2	Oplossing 3	Oplossing 4
Identificeren bakjes	Kleursensor 	Gewichtssensor 	Infraroodsensor 	Camera 
Identificeren knikkers	Kleursensor 	Gewichtssensor 	Infraroodsensor 	Camera 
Vervoeren knikkers	Rollen 	Lopende band 	Robot arm 	Carrousel 
Vervoeren bakjes	carrousel 	lopende band 	robot arm 	

Bakjes recht zetten	carrousel ding 	zwaartepunt 	haak in open einde 	
Knikkers sorteren	bewegende baan 	bewegend plankje 	hoogte blokkade 	
ongesorteerde stroom buffer	symmetrische ronde trechter 	symmetrische vierkante trechter 	asymmetrische ronde trechter 	asymmetrische vierkante trechter 
gesorteerde stroom buffer	symmetrische ronde trechter 	symmetrische vierkante trechter 	asymmetrische ronde trechter 	asymmetrische vierkante trechter 

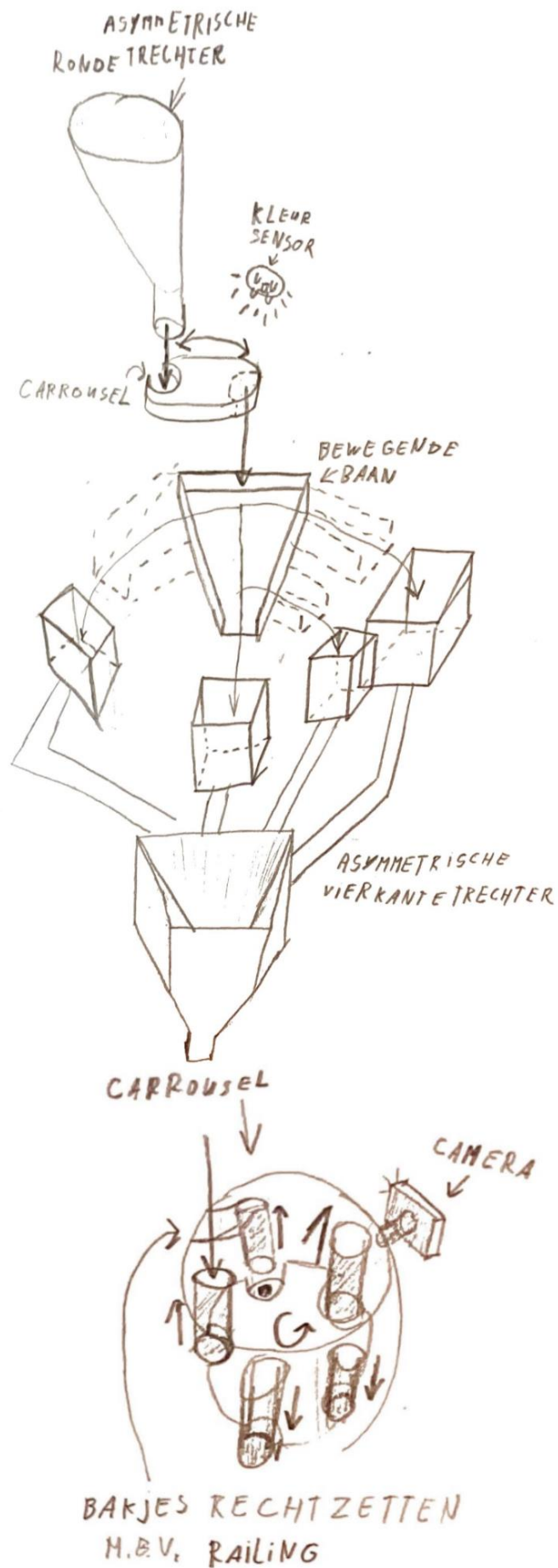
Sidney Concept 1:



Werking concept 1:

Het concept werkt als volgt: de knikkers worden boven aan de machine de trechter ingegooid hierna komen ze op de lopende band. De wandjes die op de lopende band zitten zorgen ervoor dat knikkers één voor één achter elkaar terecht komen. Terwijl de knikkers op de lopende band liggen komen ze langs de kleursensor die de knikkers identificeert. Als de knikker is geïdentificeerd gaat de bewegende baan in de richting staan naar de bijbehorende buffer. De knikker rolt vervolgens door naar de bijbehorende buffer. Inmiddels is de lopende band van de bakjes gaan draaien en stopt deze als er een bakje onder de trechter staat. Het bakje wordt geïdentificeerd, dan weet de machine door het programma welke knikkers er in het bakje komen. Vervolgens rollen de knikkers één voor één uit de buffers de bakjes in. Als het bakje is gevuld met de juiste knikkers gaat de lopende band van de bakjes weer aan tot het volgende bakje weer klaar staat onder de trechter.

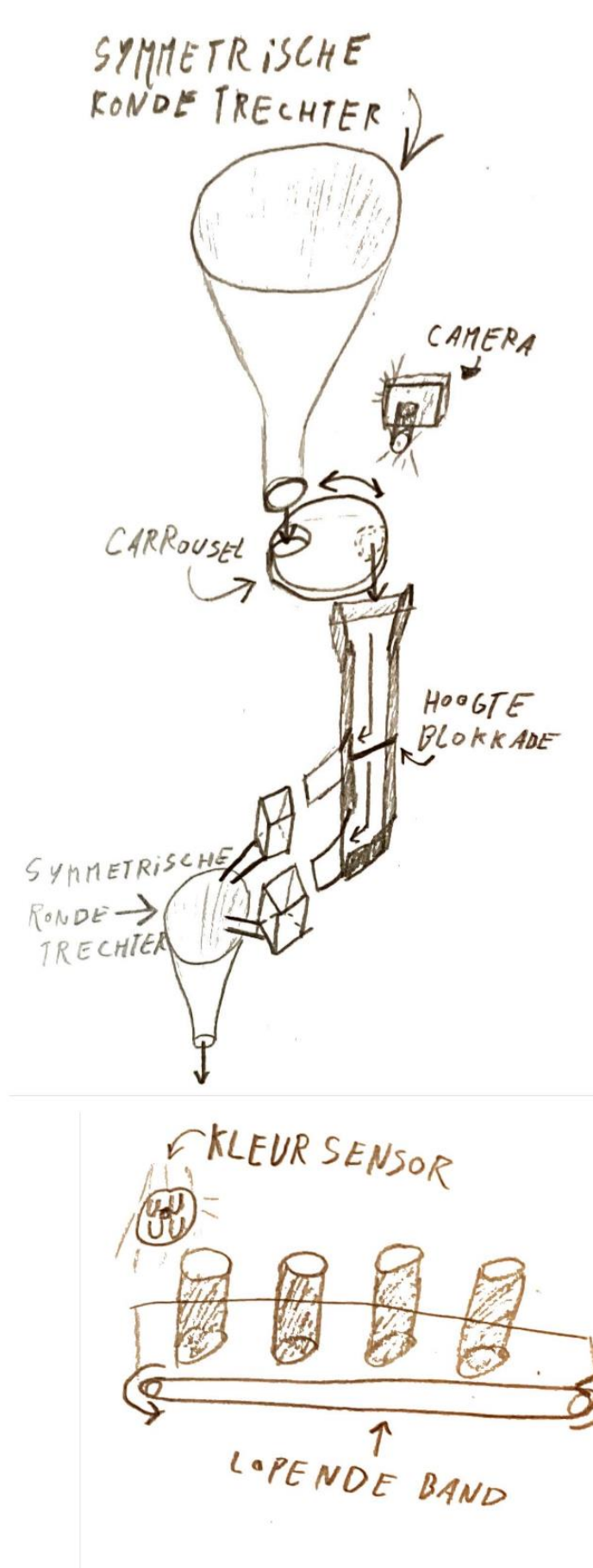
Max Concept 2:



Werking concept 2:

De knikkers worden bovenaan de machine in een asymmetrische ronde trechter gegooid, waardoor vervolgens de knikkers 1 voor 1 in een carrousel terecht komen waarin de soort knikker wordt gedetecteerd d.m.v. een kleursensor. Die kleursensor stuurt dan een signaal naar een arduino die daarna aangeeft op welke hoek de bewegende baan moet staan m.b.v. een servo motor. Dan komen de knikkers in de juiste buffer gesorteerd op soort knikkers. Daarna vallen de knikkers door een asymmetrische vierkante trechter in de bakjes. De soort bakjes worden geïdentificeerd door een pixiecamera en de bakjes die eventueel op z'n kop staan worden rechtop gezet door een railing.

Max Concept 3:



Werking concept 3:

De knikkers worden in een symmetrische ronde trechter gegooid, waarna ze in een carrousel terecht komen en worden geïdentificeerd door een pixie camera. Daarna valt de knikker in een baan met een hoogte blokkade, de stalen en glazen knikkers zijn 16mm diameter en de houten en plastic knikkers zijn 18mm diameter. Na de hoogte blokkade worden de knikkers gesorteerd in buffers die daarna in een symmetrische ronde trechter vallen in de bakjes. De bakjes worden aangevoerd door een lopende band en worden geïdentificeerd door een kleur sensor.

Concept keuze

Criteria	Weging *10	Concept 1	Concept 2	Concept 3
Zo compact mogelijk	4	6	6	7
Zo min mogelijk sensoren	3	7	7	7
Zo min mogelijk actuatoren	3	5	5	6
Makkelijk te programmeren	1	6	6	6
Bakjes op juiste manier oriënteren	5	5	8	5
Lage complexiteit	2	7	7	8
Geen bruggen vormen in trechter(s)	4	5	7	3
Geen extra kosten	3	4	5	7
Totaal	180	137	163	147

De weging is een cijfer van 1 tot 5, met 1 = niet zo belangrijk en 5 = heel belangrijk. We geven elk concept een cijfer per criteria, dit is een cijfer van 1 tot 10 met 1 = slecht en 10 = goed. Vervolgens worden de cijfers van elke criteria opgeteld en kijken we welk concept het hoogste cijfer heeft.

Onderbouwing concept keuzematrix

Bij de eerste criteria "zo compact mogelijk" hebben we concept 3 een hoger cijfer gegeven dan de andere twee concepten. Concept 3 heeft een hoger cijfer, omdat concept 1&2 de bewegende baan hebben om de knikkers naar de juiste buffers te leiden. In ons optiek scheelt dit een stukje in hoe compact het systeem wordt, door de extra servo motor en ruimte die de bewegende baan nodig zal hebben.

Voor de criteria "zo min mogelijk sensoren" heeft elk concept een 7 kregen als cijfer. De concepten hebben dan ook evenveel sensoren.

Ook bij de criteria “zo min mogelijk actuatoren” scoort concept 3 iets hoger dan concept 1&2. Concept 3 heeft dan ook één actuator minder vanwege het sorteren van de knikkers door middel van de hoogte blokkade.

Voor de criteria “makkelijk te programmeren” scoort elk concept even hoog. Dit komt door het gebruik van de verschillende sensoren en actuatoren die grotendeels hetzelfde zijn in elk concept, hierdoor veranderd de complexiteit

Bij “Bakjes op juiste manier oriënteren” hebben we gekeken naar hoe de bakjes uiteindelijk op de juiste plek komen staan zodat de knikkers er makkelijk in kunnen. Concept 2 scoort hier het beste op, omdat het hierbij ook mogelijk is om eventuele bakjes die op zijn kop terecht zijn gekomen weer rechtop te zetten.

Bij “lage complexiteit” is er gekeken naar het aantal onderdelen en maken ervan. Hier scoort concept 3 het beste, omdat die de minste onderdelen heeft en er hoeft minder geprogrammeerd te worden.

Bij “Geen bruggen vormen in trechter(s)” hebben we gekeken naar verschillende trechters en hoe groot de kans is dat ze ophopen/bruggen vormen. We hebben gezien dat asymmetrische ronde trechters de minste kans hebben op brug vorming.

Bij “geen extra kosten” is vooral gekeken naar het aantal onderdelen, vooral de sensoren en actuatoren. Hierbij kwam concept 3 het beste uit.

Keuze

We hebben uiteindelijk gekozen voor concept 2, deze kwam ook het beste uit de keuzematrix. We gaan het concept niet volledig overnemen maar een paar dingen veranderen voor het uiteindelijke ontwerp dat in 3D wordt gemaakt met SolidWorks.

Zo gaan we de knikkers identificeren door middel van de Pixy camera en de bakjes met de kleursensor, met de proof of principles zijn we erachter gekomen dat voor de bakjes herkennen de kleursensor beter werkt en voor de knikkers de Pixy camera.

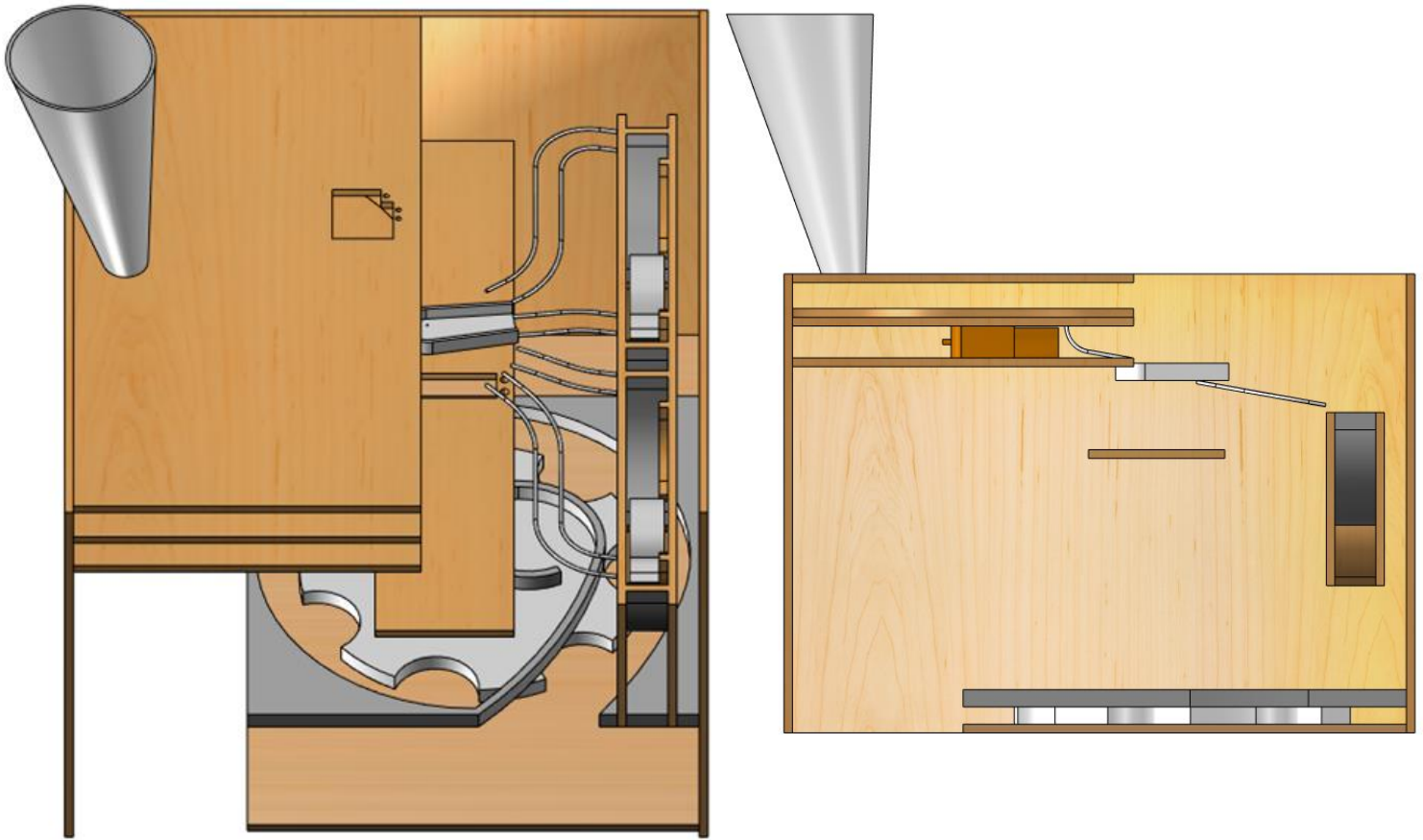
Verder wordt de carrousel die onder de trechter van de knikkers komt ook aangepast zodat de carrousel horizontaal staat en er meer knikkers in kunnen.

Met het maken van de concepten hebben we weinig tot niet nagedacht over hoe de knikkers één voor één uit de buffers komen. Inmiddels hebben we daar een oplossing voor en die ook aangepast zodat er zo min mogelijk actuatoren worden gebruikt.

Als laatst hebben we in het eindontwerp ook nagedacht over de behuizing en hoe elk onderdeel vast komt te zitten.

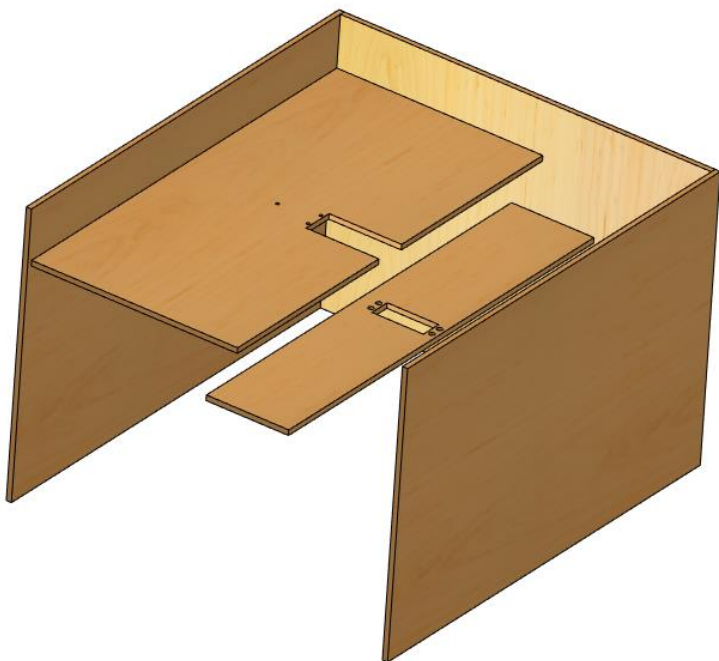
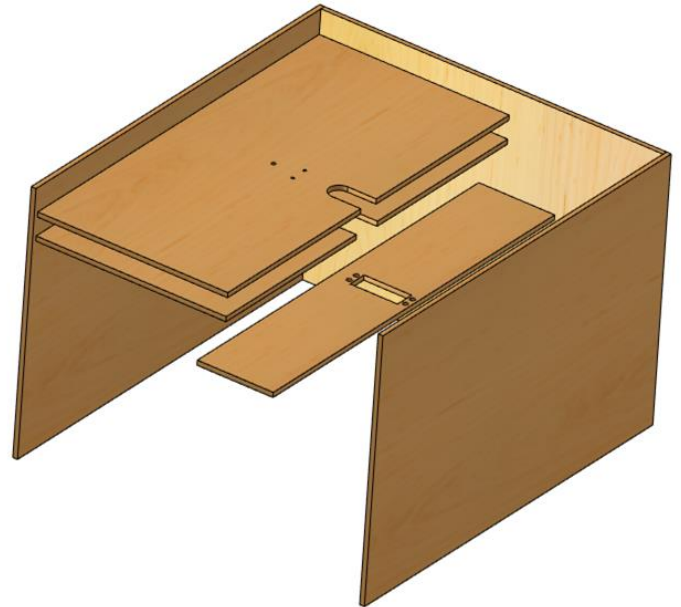
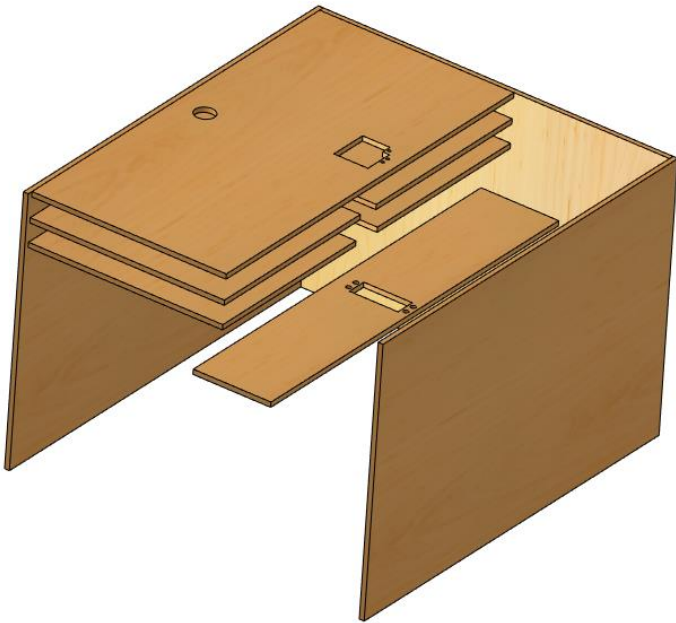
Deze punten en het eindontwerp kunt u in het volgende hoofdstuk uitgewerkt vinden in de vorm van een 3D SolidWorks model.

13 Eindontwerp



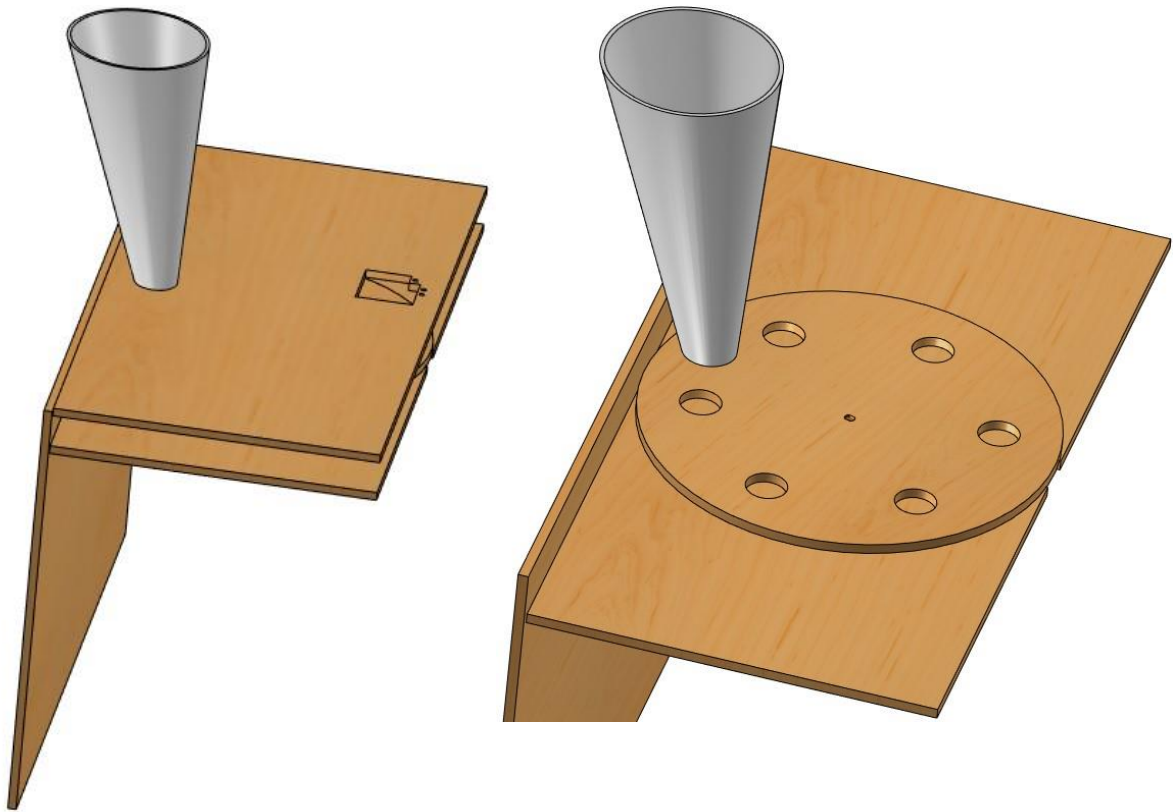
Hierboven ziet u het eindontwerp uitgewerkt in Solidworks met aan de linkerkant een schuin bovenaanzicht en aan de rechterkant het rechterzijaanzicht. In dit hoofdstuk gaan we het ontwerp in delen uitleggen.

Deel 1: de behuizing



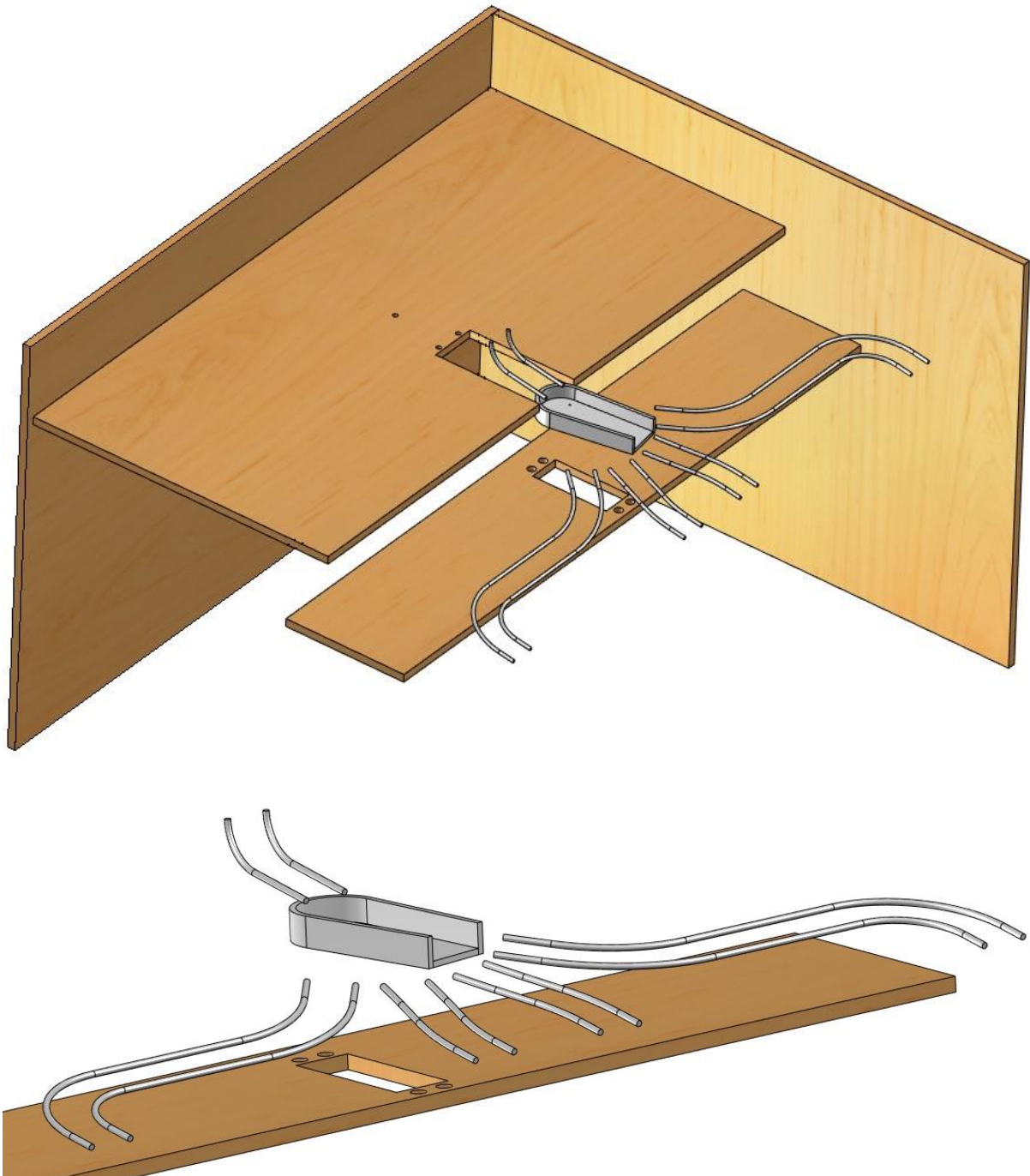
De behuizing van de sorteermachine bestaat uit een paar op maat gemaakte houten planken. De 3 grote planken die verticaal staan worden aan elkaar vast gelijmd of gespijkerd. De resterende planken die zich in de behuizing bevinden hebben als functie om de mechanische onderdelen, actuatoren en sensoren te kunnen bevestigen en op hun plek te houden. Vandaar ook de gaten en inhammen in deze planken. Aan de binnenkant van de 3 verticale planken worden randjes van hout gemaakt, zodat de planken aan de binnenkant er als het ware opgelegd kunnen worden. Echter heeft dit deel van het ontwerp nog een stukje uitwerking nodig met het bevestigen van alle onderdelen van de machine, dit gaan we doen tijdens het maken van het prototype zodat we gelijk kunnen kijken wat het beste past en werkt.

Deel 2: Invoer van de knikkers



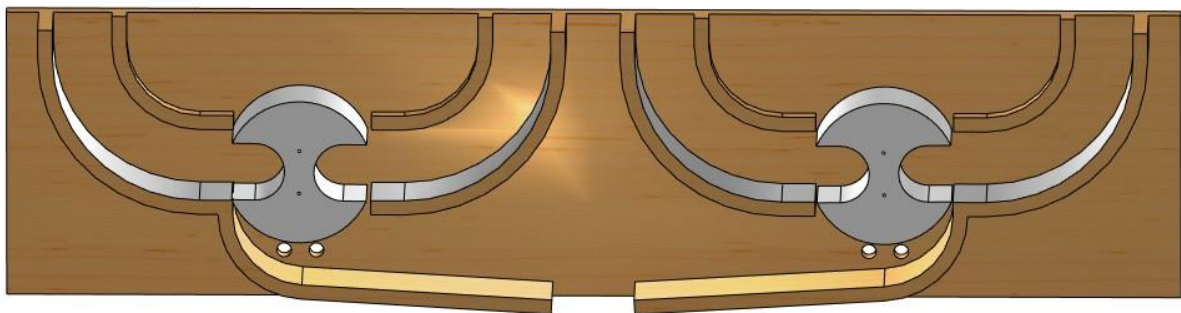
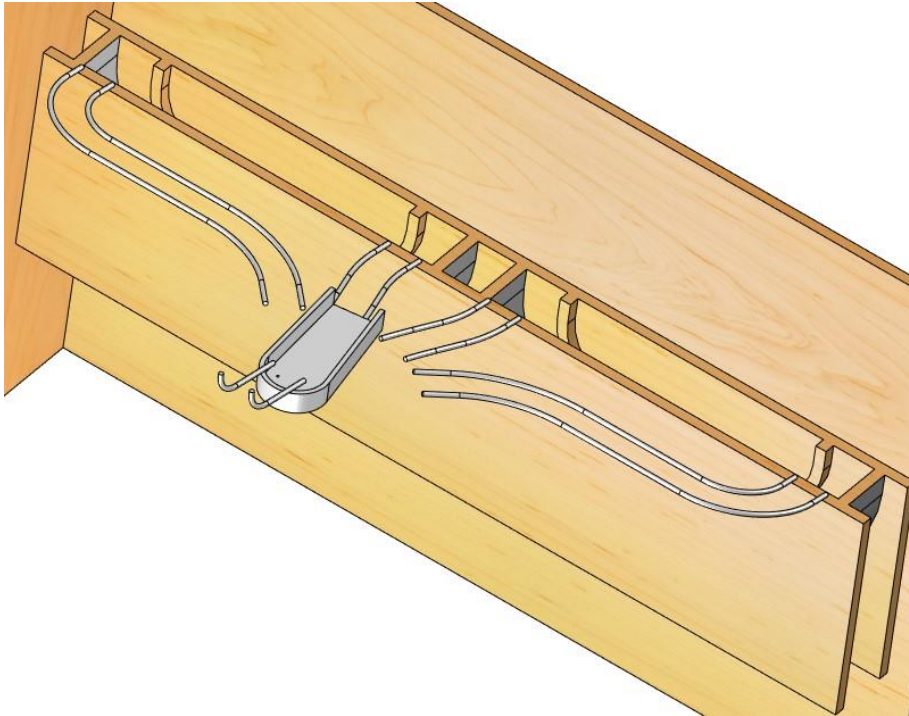
De knikkers worden in de asymmetrische trechter gedaan, deze komen vervolgens één voor één in de gaten van de carrousel. in de linker afbeelding is een gat in de bovenste plank te zien, deze is voor de Pixy camera die naar beneden is gericht en de knikkers identificeert terwijl zij voorbij komen in de carrousel.

Deel 3: Knikkers naar buffers



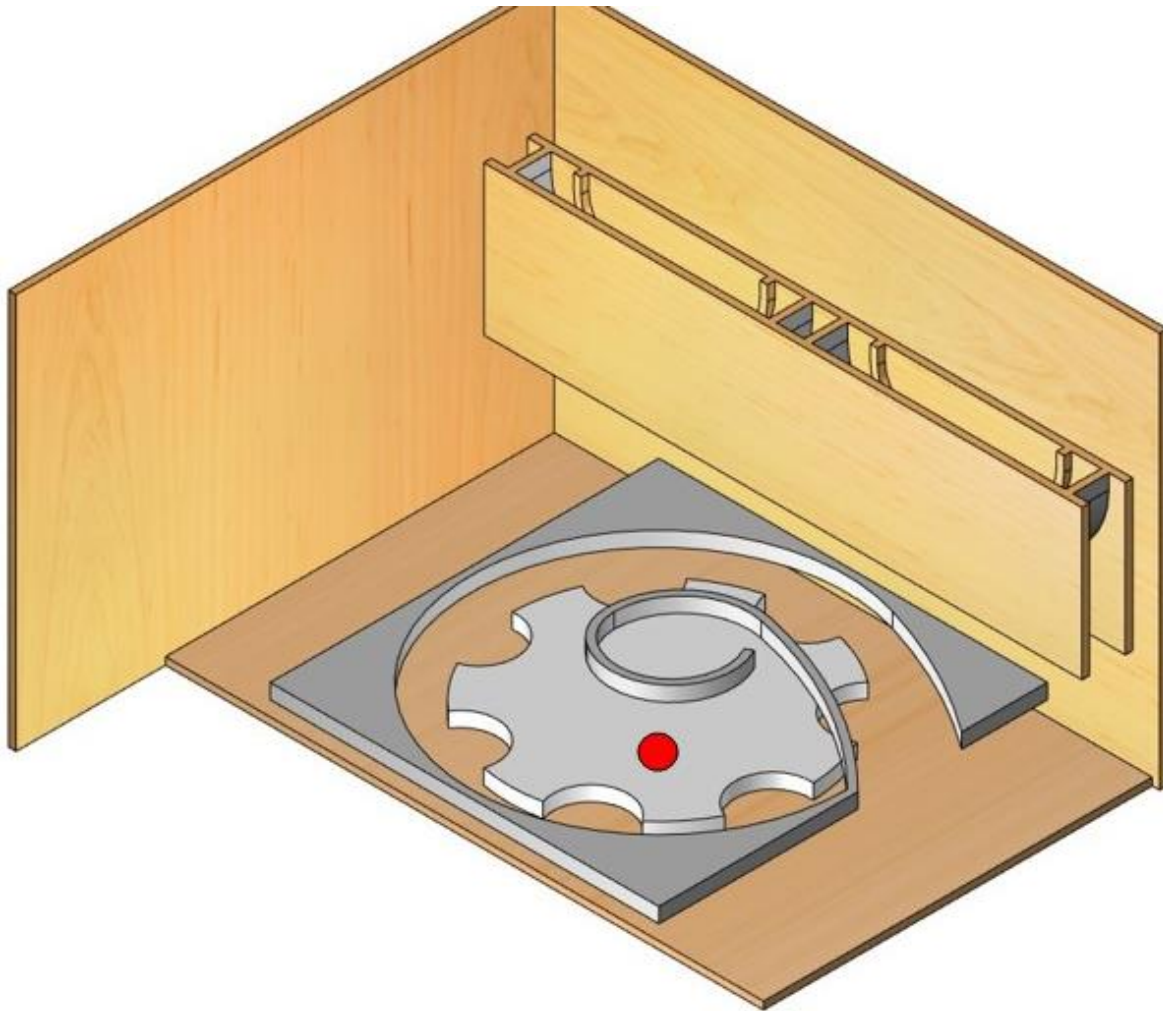
Als de Pixy camera een knikker heeft herkend gaat de bewegende baan in de juiste richting staan, zodat de knikker met behulp van de baan en de rails in de juiste buffer terecht komt. Op de grootste horizontale plank komt de eerste arduino en de DC motor voor de knikker carrousel. Verder zijn er in de horizontale plank onder de bewegende baan gaten gemaakt voor de servo motor.

Deel 4: De buffers



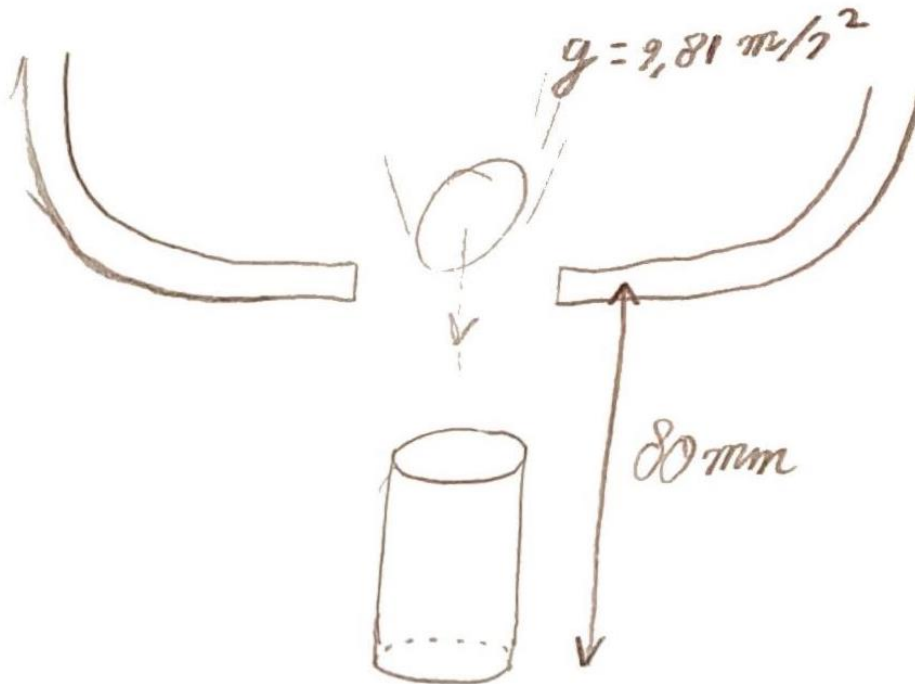
Als de knikker door de carrousel en over de rails en bewegende baan is gerold komt hij in de bufferbak terecht. In de bufferbak hebben we vier verschillende rails gemaakt voor de vier verschillende knikkers. In de onderste afbeelding kan je zien dat in de bufferbak twee kleine carrousels zitten die de knikkers één voor één door kan laten gaan.

Deel 5: De carroussel voor de bakjes



De bakjes worden rechtop op het draaiende wiel gezet in het gebied waar de rode stip is. De bakjes worden vervolgens door het draaiende wiel tegen de rand aan geduwd, deze zorgt ervoor dat bakjes in een gat van het draaiende wiel komen. De carrousel stopt als een bakje onder de bufferbak staat zodat een knikker er makkelijk in kan vallen. Als de bakjes stil staan worden ze geïdentificeerd door een kleursensor, dan weet het systeem welke knikkers in het bakje moeten komen. Wanneer het bakje gevuld is met de juiste knikkers gaat de carrousel weer draaien totdat er een bakje onder de bufferbak staat, de volle bakjes worden naar buiten geduwd.

14 Berekening snelheid van één knikker



Situatie:

de berekening hoort bij de vrije val die plaatsvindt bij het laatste deel van de sorteermachine wanneer de knikker in de bakjes vallen.

Berekeningen:

$$h(t) = h(0) - v(0) * t - 1/2 g * t^2$$

$$0 = 0,08 - 0 - 1/2 * 9,81 * t^2$$

$$4,905 t^2 = 0,08$$

$$t^2 = 0,016..$$

$$t = \sqrt{0,016..} = 0,128s$$

$$v(t) = g * t$$

$$v(0,128) = 9,81 * 0,128 = 1,253 \text{ m/s}$$

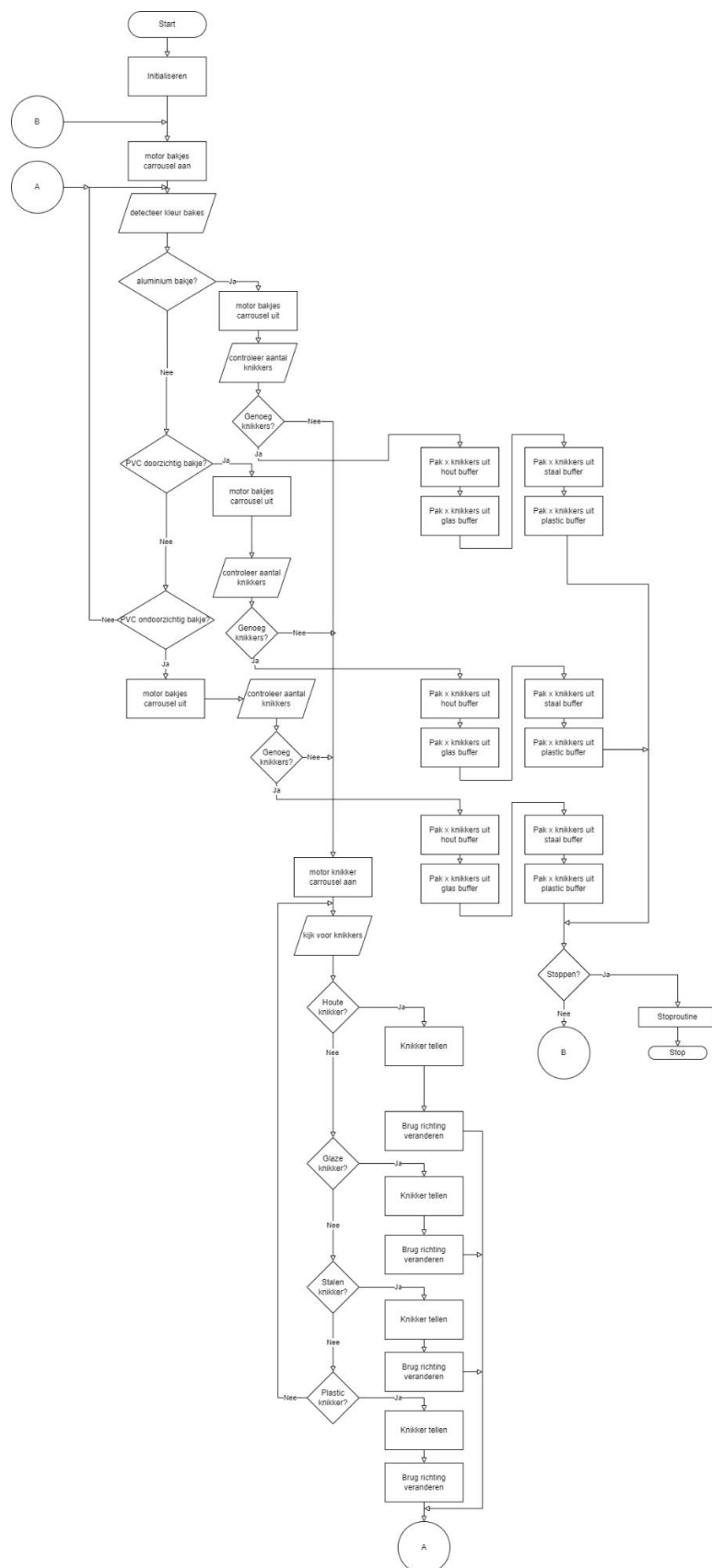
15 Onderbouwing materiaalgebruik

We hebben ervoor gekozen om de meeste onderdelen te maken van hout zodat we het kunnen lasersnijden. Daar hebben we voor gekozen omdat de meeste onderdelen best eenvoudig zijn en lasersnijden duurt niet zo lang.

De onderdelen die we gaan 3D-printen zijn: de trechter, de bewegende baan, de binnenkant van de bufferbak en de onderste carrousel waar de bakjes op komen te staan. Het materiaal dat we gaan gebruiken voor het 3D-printen is ABS of PLA, het maakt niet echt uit of het ABS of PLA wordt, het ligt vooral aan wat er op dat moment in de werkplaats is.

De reden dat we de bewegende baan gaan 3D-printen is, omdat de baan dan licht genoeg is voor de servo om de baan te veranderen van richting. De reden dat we de binnenkant van de bufferbak gaan 3D-printen is, omdat deze onderdelen best complex zijn en niet makkelijk te maken is van hout lasersnijden. De onderste carrousel wordt ook gemaakt m.b.v. 3D-printen, omdat deze een complexe krul vorm er bovenop heeft staan om de bakjes te begeleiden naar de juiste positie. (En later ook in de juiste oriëntatie te zetten).

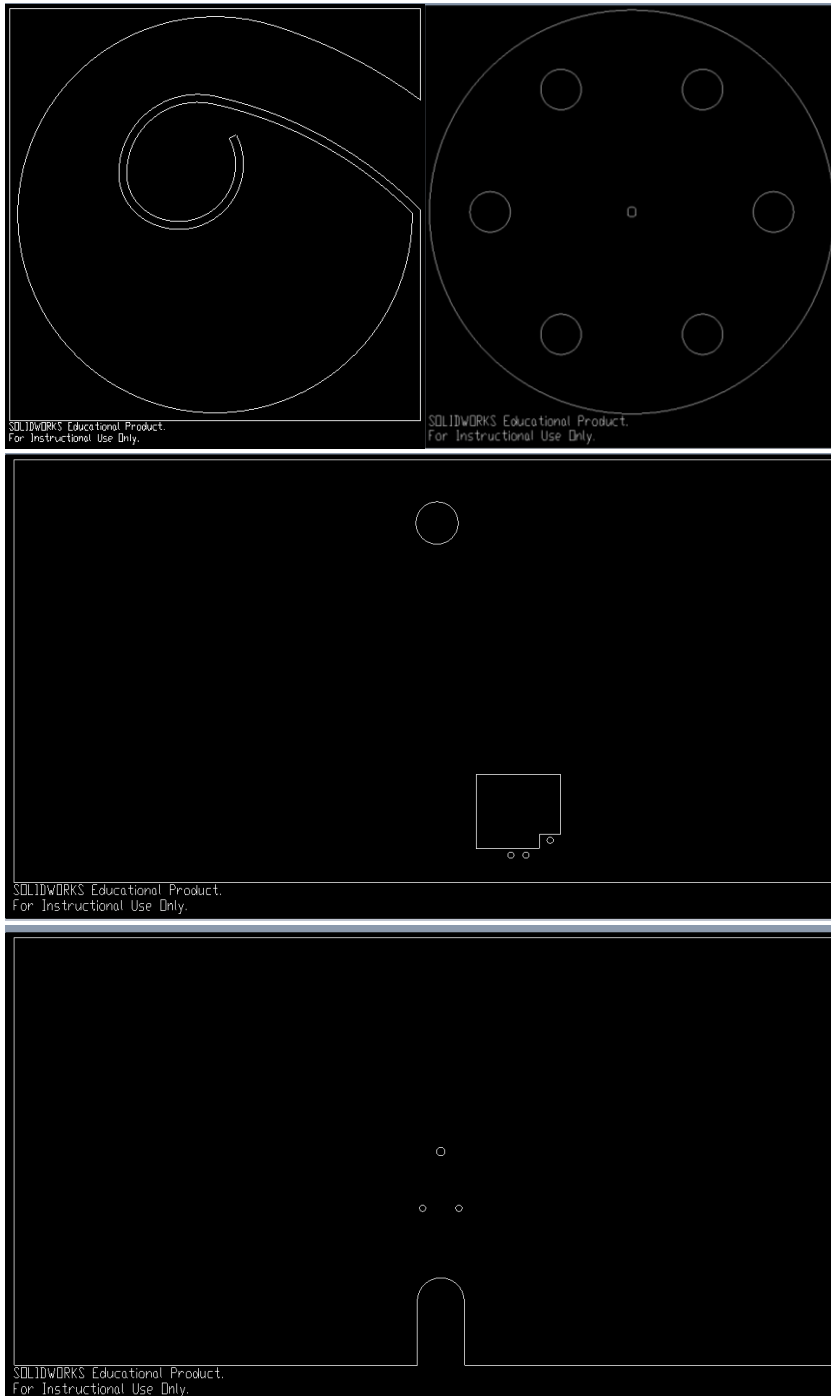
16 Flowchart voor software

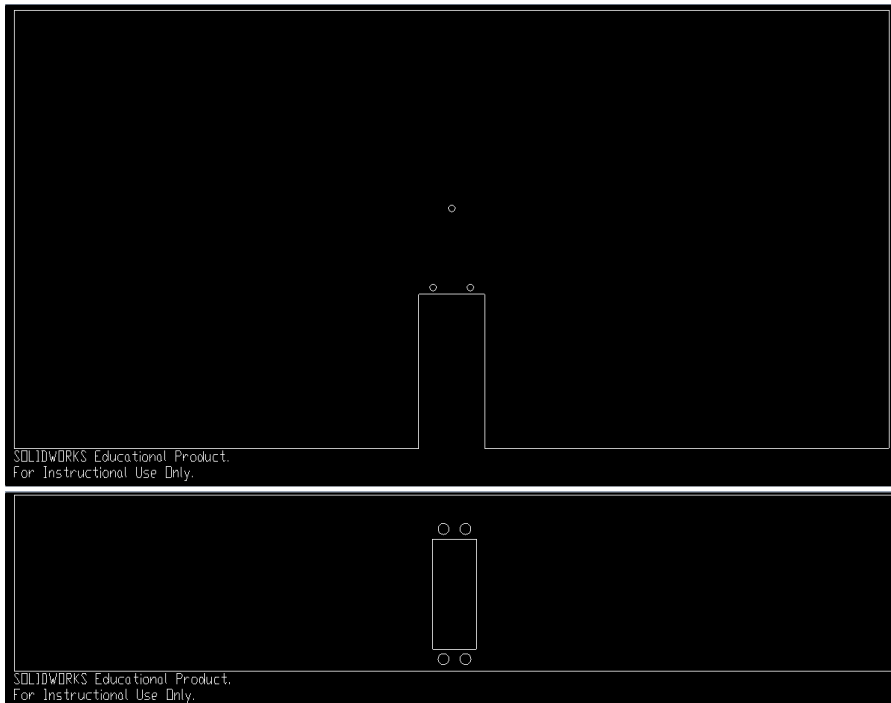


Bijlage

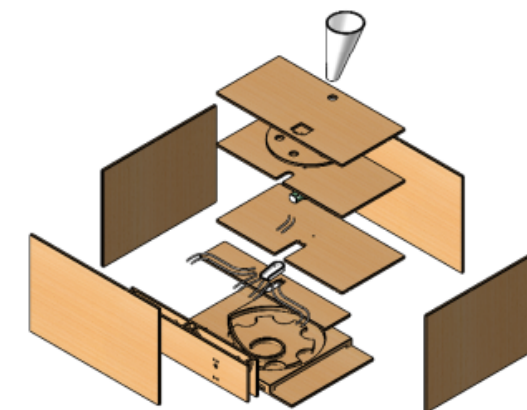
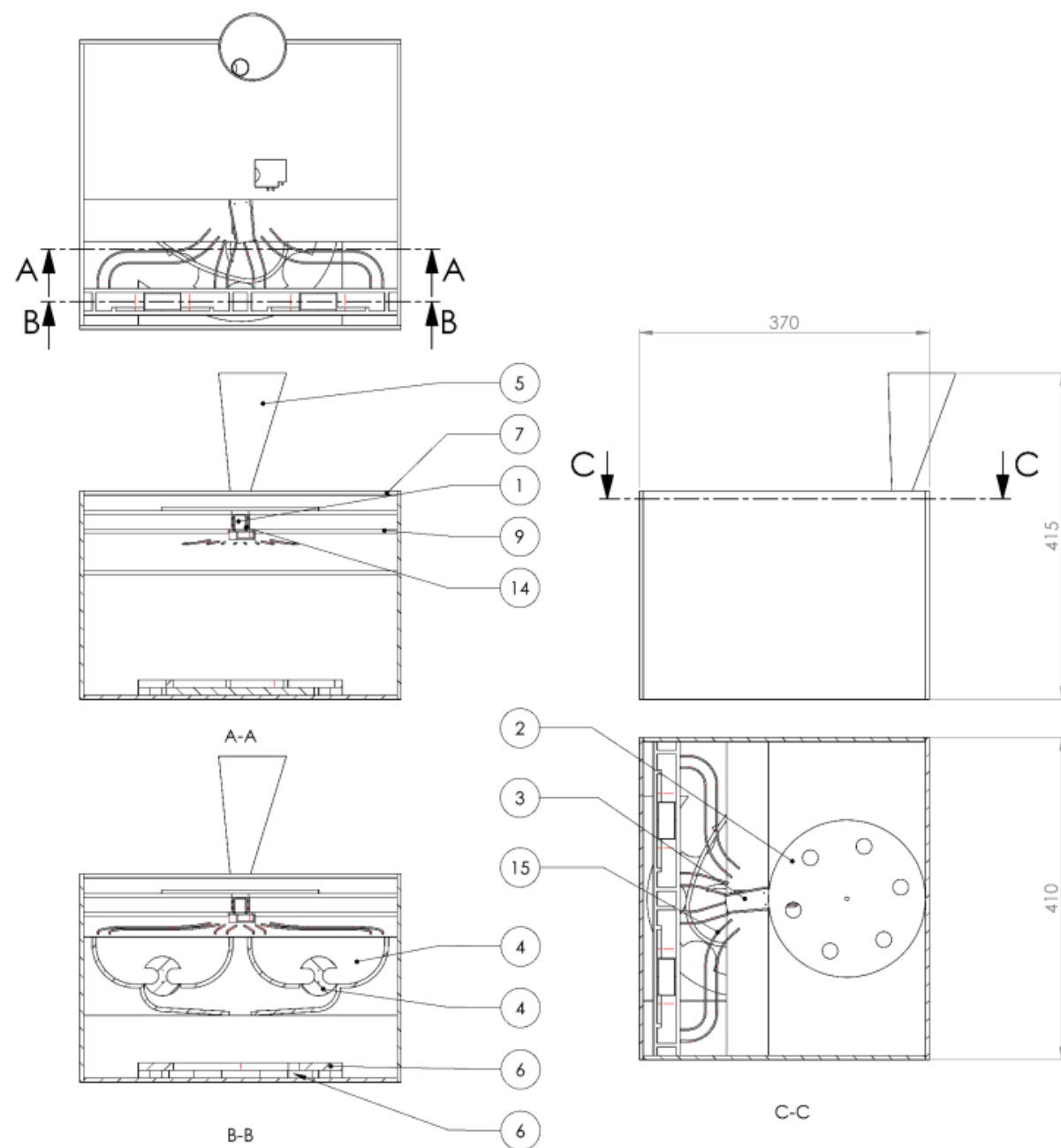
TPD:

lasersnij plan niet op schaal





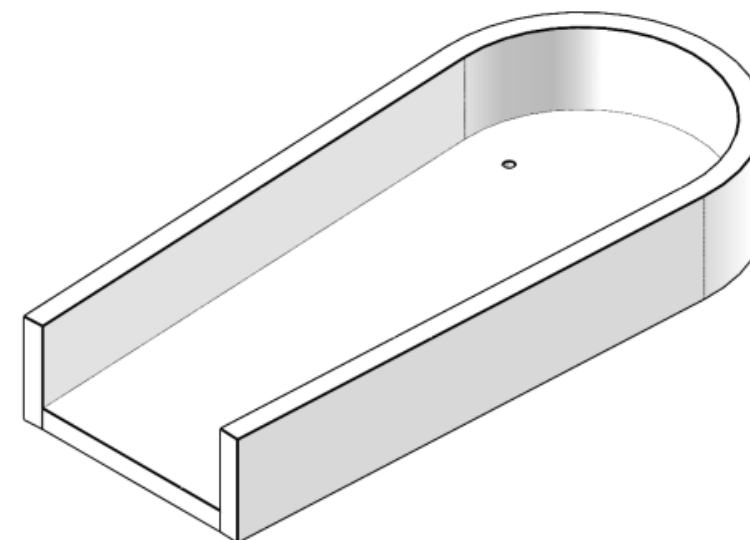
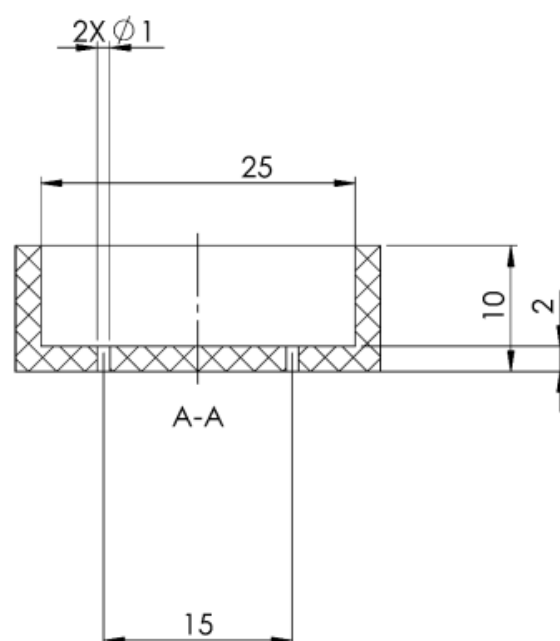
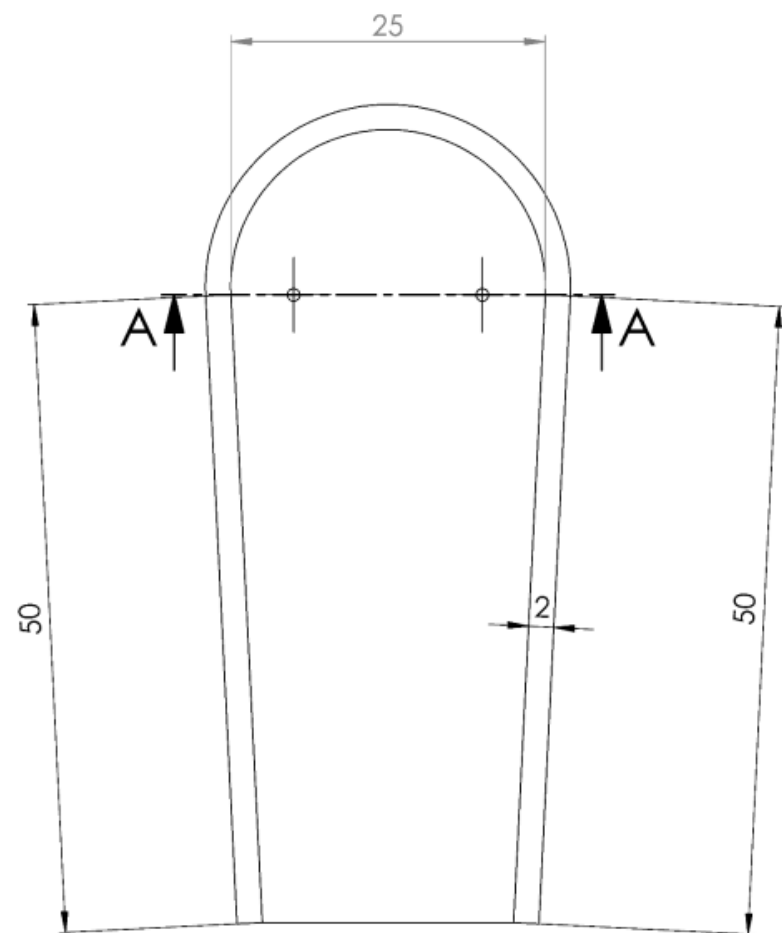
Technische tekeningen:



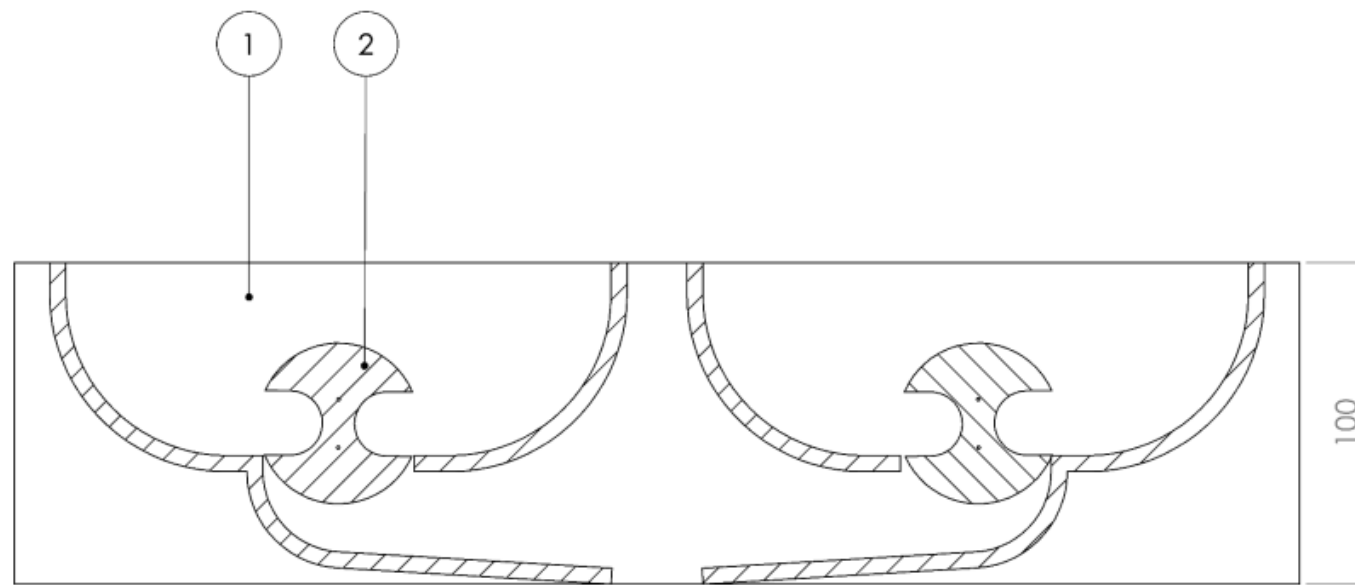
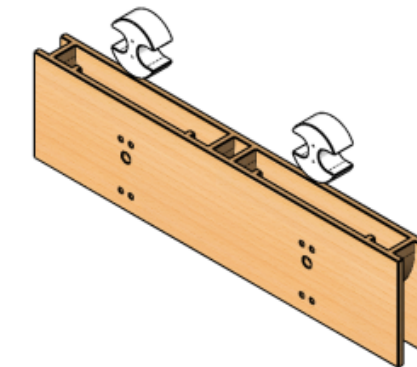
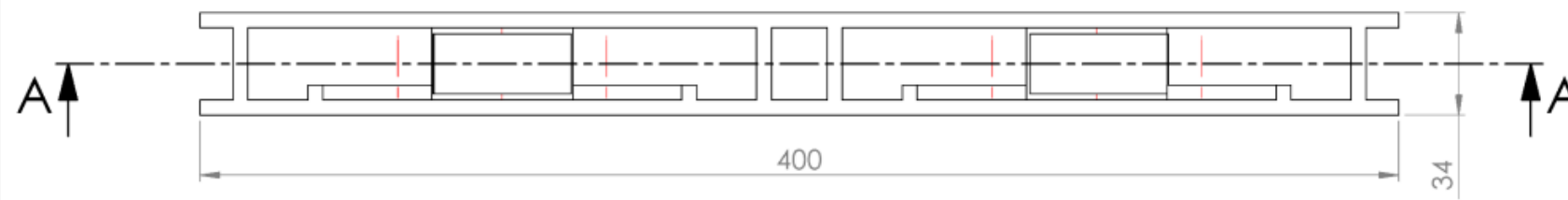
15	1	rails	Plain Carbon Steel	24		1.15
14	1	rails 2	Plain Carbon Steel	2		1.14
13	1	plank voor	Balsa	87		n.v.t.
12	2	plank zij	Balsa	76		n.v.t.
11	1	plank achter	Balsa	87		n.v.t.
10	1	plank brug	Balsa	25		1.10
9	1	plank 3	Balsa	62		1.9
8	1	plank 2	Balsa	63		1.8
7	1	Plank 1	Balsa	63		1.7
6	1	bak sorter		153		1.6.1/1.6.2
5	1	asymmetrische trechter	ABS	53		1.5
4	1	buffer-bakjes		130		1.4
3	1	draai brug	ABS	6		1.3
2	1	carrousel knikers	Balsa	24		1.2
1	1	DC motor	Material <not specified>	0		inkoop onderdeel
Stuk Nr.	Aantal	Benaming	Materiaal	Gewicht [gram]	Norm	Opmerkingen / Tekening Nr.

Maatschrijving/Tol.	Vorm- en plaatstol.	Opp. ruw/h. NPR 3638	Stuknummer
NEN-ISO 129-1/2/768-1	NEN-ISO 1101	NEN-EN-ISO 1302	
Schaal 1:5	Projectie	Datum 06/05/2022	
Maateenheid mm	Gewicht 931 gram	GEZIEN	
GETEKEND	GROEP	Mat. : Aant. : 1	Ond.nr. : Norm :
Naam: Lexmond O.E.	Klas: Wh23	Verv. : Opm. :	
St. Nr.: 20096143	Groep: 1	PROJECT: sorteermachine	

Benaming	sorteermachine	Formaat	Tekeningnummer
THE HAGUE	TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING	A2	1.0
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES	WERKTUIGBOUWKUNDE		

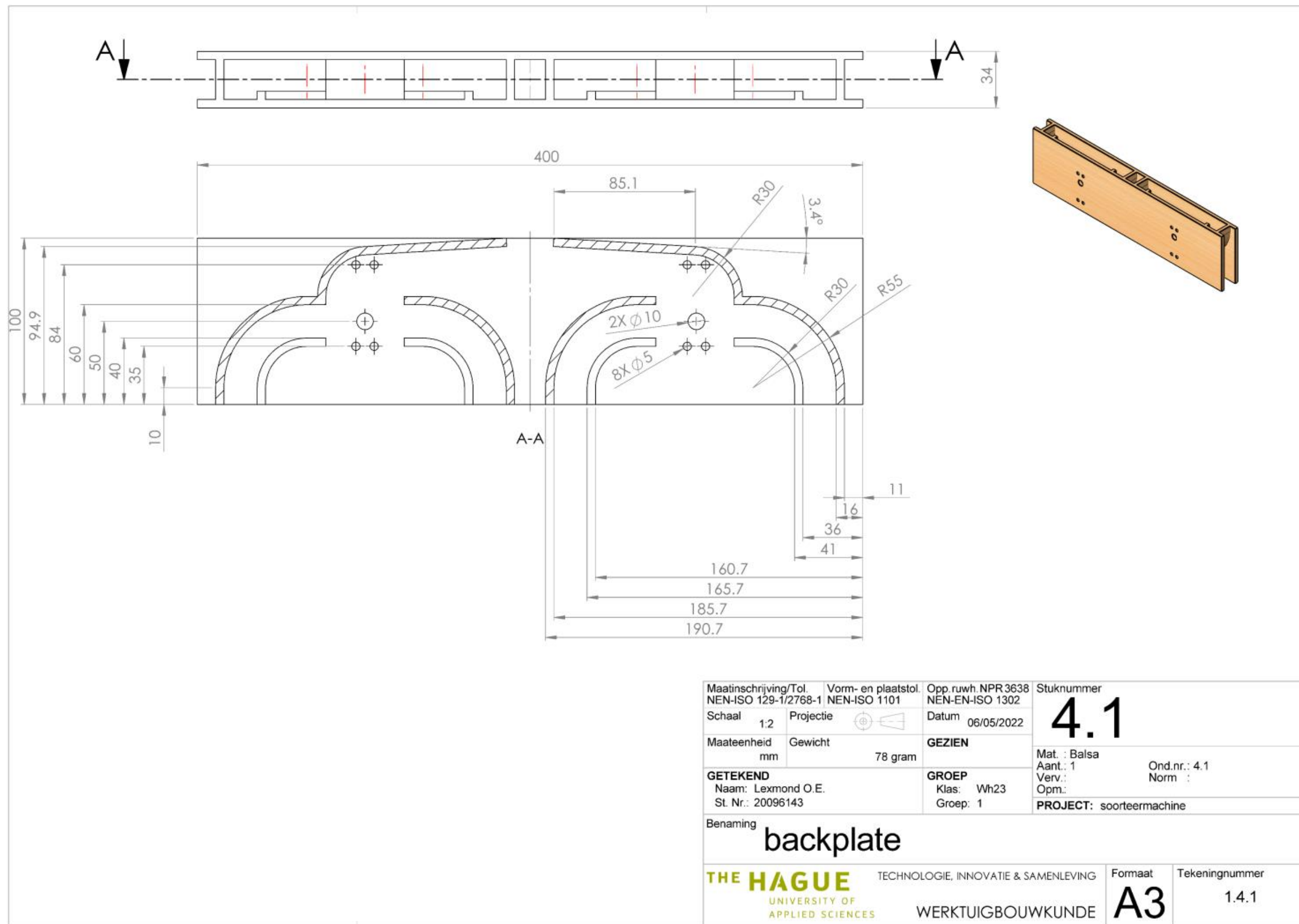


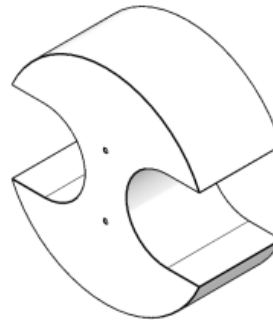
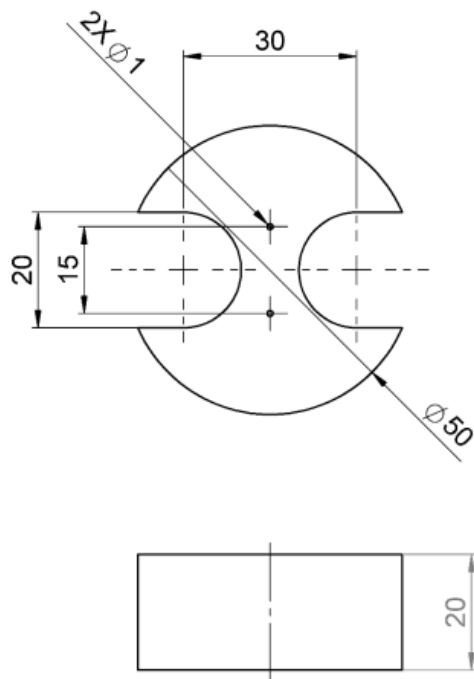
Maatschrijving/Tol. NEN-ISO 129-1/2768-1	Vorm- en plaatstol. NEN-ISO 1101	Opp. ruwh. NPR 3638 NEN-EN-ISO 1302	Stuknummer
Schaal 2:1	Projectie	Datum 06/05/2022	3
Maateenheid mm	Gewicht 6 gram	GEZIEN	Mat.: ABS Aant.: 1 Verv.: 3D printen Opm.: Ond.nr.: 3 Norm.:
GETEKEND Naam: Lexmond O.E. St. Nr.: 20096143		GROEP Klas: Wh23 Groep: 1	PROJECT: soorteermachine
Benaming draai brug			
THE HAGUE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES		TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING WERKTUIGBOUWKUNDE	Formaat A3 Tekeningnummer 1.3



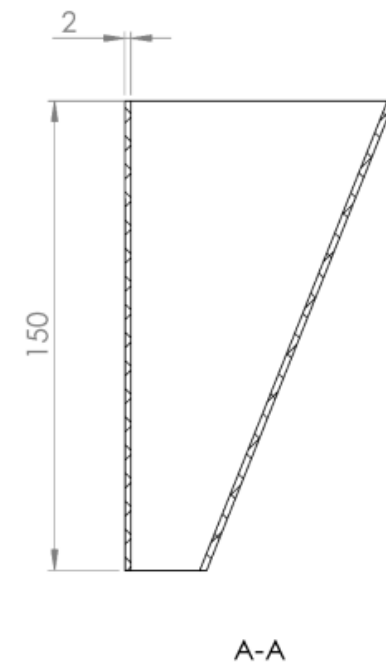
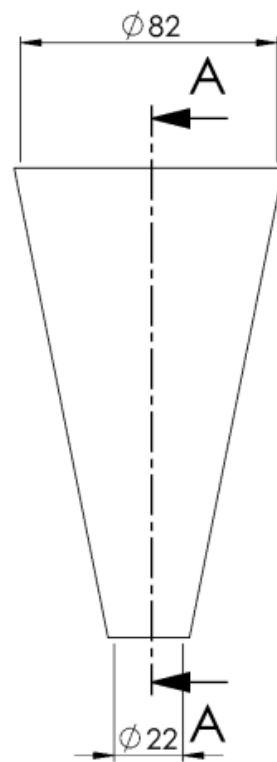
A-A

2	2	buffer selector	ABS	26		1.4.2
1	1	backplate	Balsa	78		1.4.1
Stuk Nr.	Aan-tal	Benaming	Materiaal	Gewicht [gram]	Norm	Opmerkingen / Tekening Nr.
Maatinschrijving/Tol. NEN-ISO 129-1/2768-1		Vorm- en plaatstol. NEN-ISO 1101	Opp. ruwh. NPR 3638 NEN-EN-ISO 1302	Stuknummer 4		
Schaal 1:2	Projectie		Datum 06/05/2022			
Maateenheid mm	Gewicht	130 gram	GEZIEN	Mat. : Aant.: 1 Verv.: Opm.: Ond.nr.: 4 Norm :		
GETEKEND Naam: Lexmond O.E. St. Nr.: 20096143		GROEP Klas: Wh23 Groep: 1				
				PROJECT: soorteermachine		
Benaming						
buffer-bakjes						
THE HAGUE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES			TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING WERKTUIGBOUWKUNDE		Formaat A3	Tekeningnummer 1.4

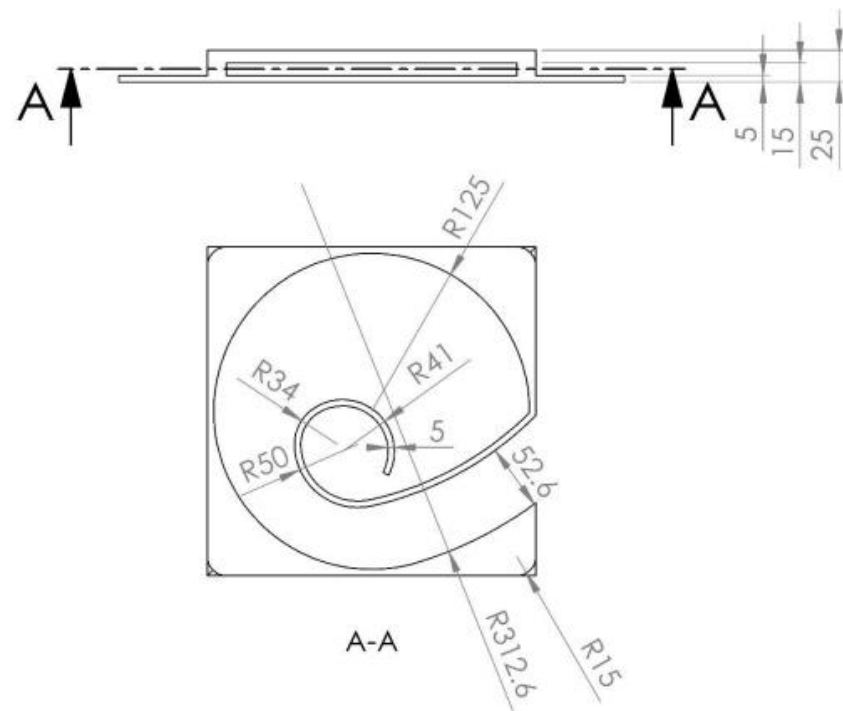
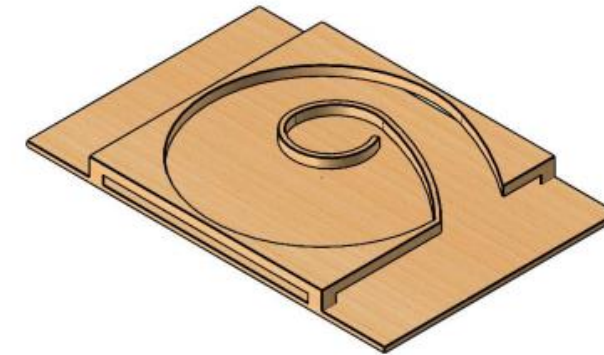
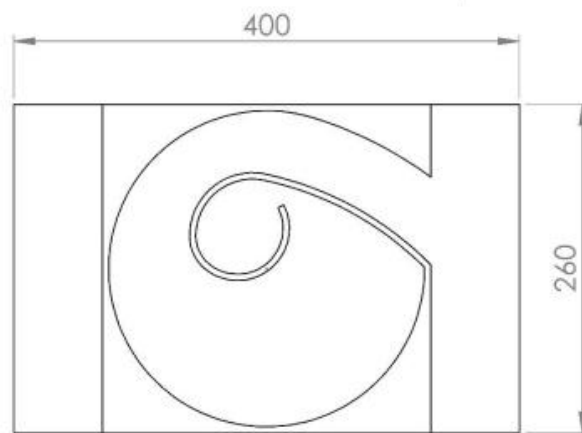




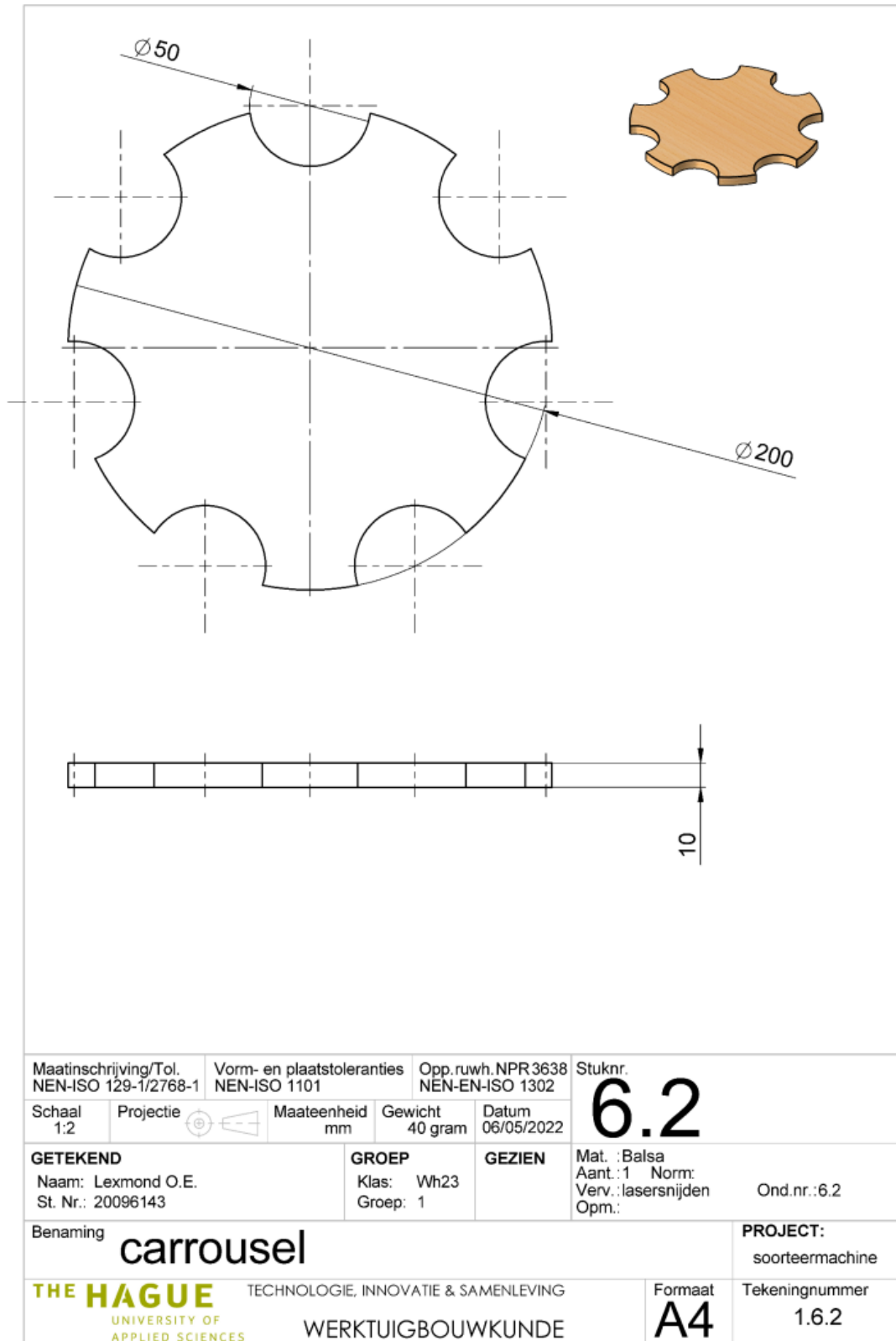
Maatinschrijving/Tol. NEN-ISO 129-1/2768-1		Vorm- en plaatstoleranties NEN-ISO 1101		Opp. ruwh. NPR 3638 NEN-EN-ISO 1302		Stuknr.	
Schaal 1:1	Projectie 	Maateenheid mm	Gewicht 26 gram	Datum 06/05/2022		4.2	
GETEKEND Naam: Lexmond O.E. St. Nr.: 20096142			GROEP Klas: Wh23 Groep: 1		GEZIEN Mat.: ABS Aant.: 2 Norm: Verv.: 3D printen Opm.: Ond.nr.: 4.2		
Benaming buffer selector							
THE HAGUE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING WERKTUIGBOUWKUNDE						Formaat A4	PROJECT: soortermachine Tekeningnummer 1.4.2

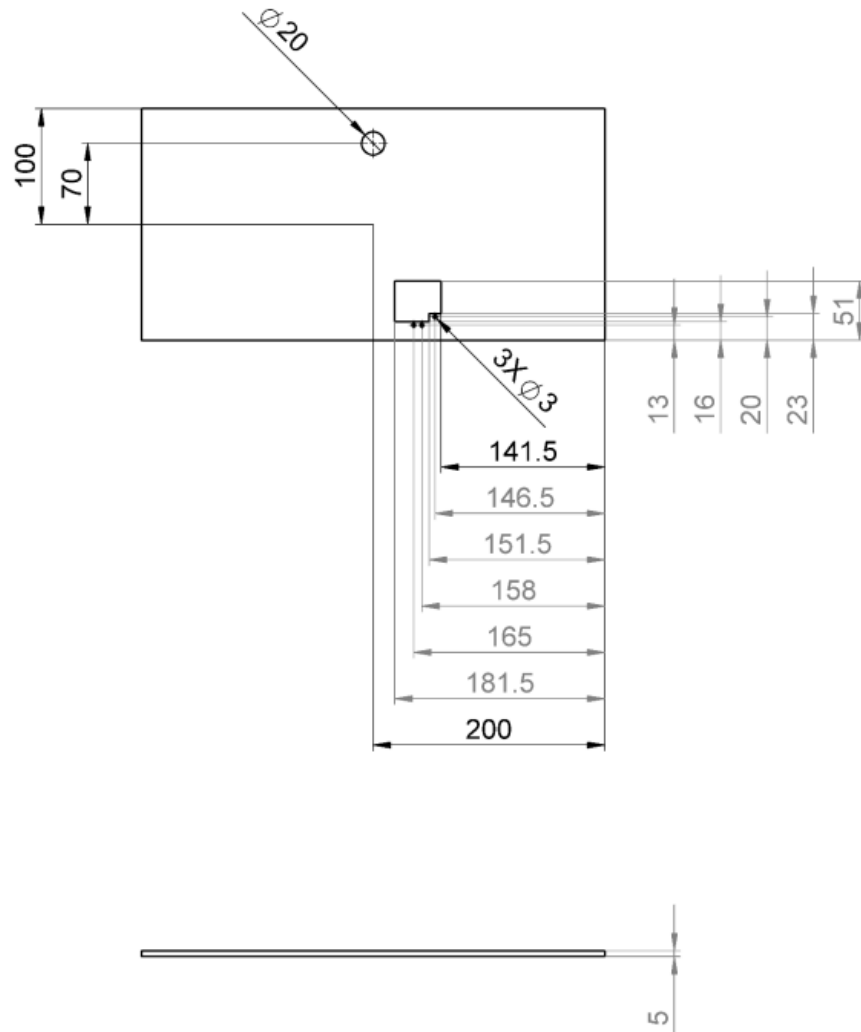


Maatschrijving/Tol. NEN-ISO 129-1/2768-1	Vorm- en plaatstol. NEN-ISO 1101	Opp. ruwh. NPR 3638 NEN-EN-ISO 1302	Stuknummer
Schaal 1:2	Projectie 	Datum 06/05/2022	5
Maateenheid mm	Gewicht 53 gram	GEZIEN	Mat. : ABS Aant.: 1 Verv.: 3D printen Opm.:
GETEKEND Naam: Lexmond O.E. St. Nr.: 20096143		GROEP Klas: Wh23 Groep: 1	Ond.nr.: 5 Norm : PROJECT: soorteermachine
Benaming asymmetrische trechter			
THE HAGUE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES		TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING WERKTUIGBOUWKUNDE	Formaat A3 Tekeningnummer 1.5

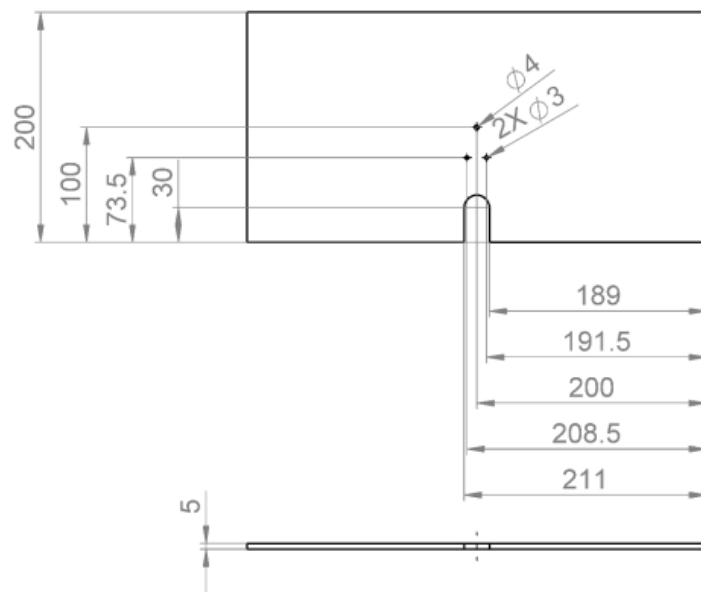


Maatinschrijving/Tol. NEN-ISO 129-1/2768-1		Vorm- en plaatstol. NEN-ISO 1101		Opp. ruwh. NPR 3638 NEN-EN-ISO 1302		Stuknummer	
Schaal 1:5		Projectie 		Datum 06/05/2022		6.1	
Maateenheid mm		Gewicht 114 gram		GEZIEN			
GETEKEND Naam: Lexmond O.E. St. Nr.: 20096143				GROEP Klas: Wh23 Groep: 1		Mat.: Balsa Aant.: 1 Verv.: lasersnijden Opm.: Ond.nr.: 6.1 Norm.: PROJECT: soortermachine	
Benaming bak carrousel behuizing							
THE HAGUE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES		TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING WERKTUIGBOUWKUNDE				Formaat A3	
						Tekeningnummer 1.6.1	

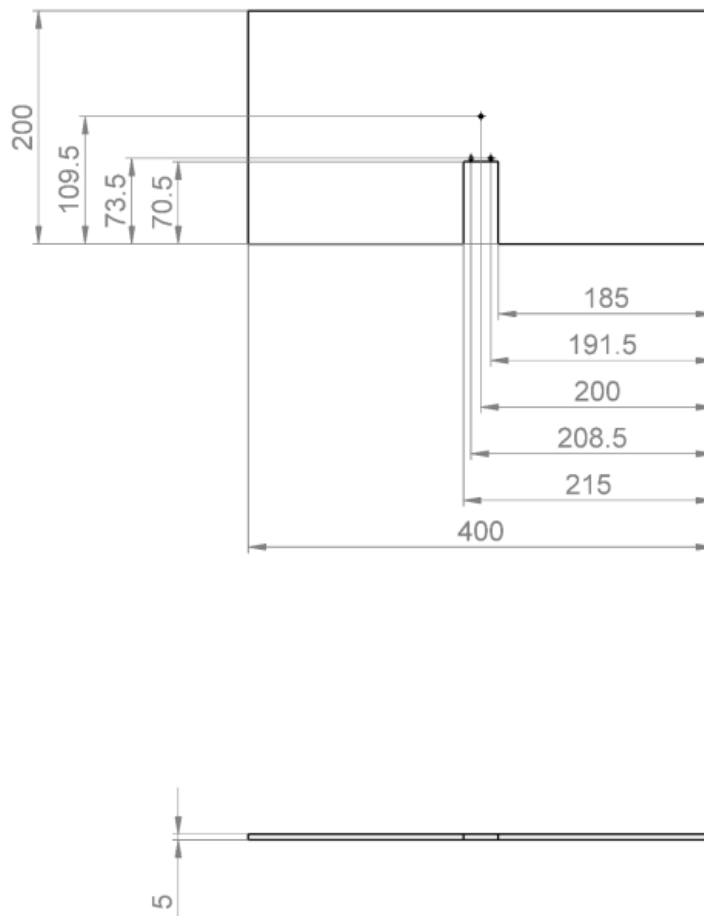




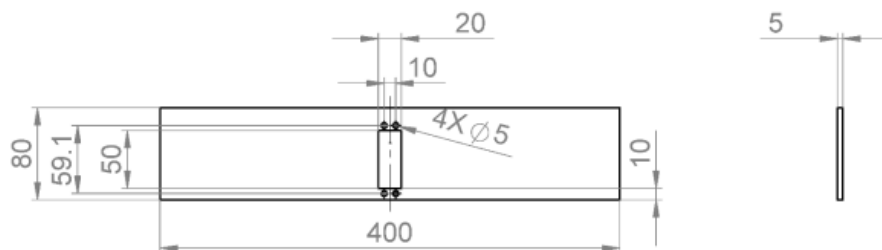
Maatinschrijving/Tol. NEN-ISO 129-1/2768-1		Vorm- en plaatstoleranties NEN-ISO 1101		Opp.ruwh. NPR 3638 NEN-EN-ISO 1302		Stuknr.
Schaal 1:5	Projectie	Maateenheid mm	Gewicht 63 gram	Datum 06/05/2022	7	
GETEKEND			GROEP	GEZIEN		
Naam: Lexmond O.E. St. Nr.: 20096143			Klas: Wh23 Groep: 1		Mat.: Balsa Aant.: 1 Norm: Verv.: Opm.:	Ond.nr.: 7
Benaming Plank 1						PROJECT: soorttermachine
THE HAGUE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES				TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING		Formaat A4
WERKTUIGBOUWKUNDE				Tekeningnummer 1.7		



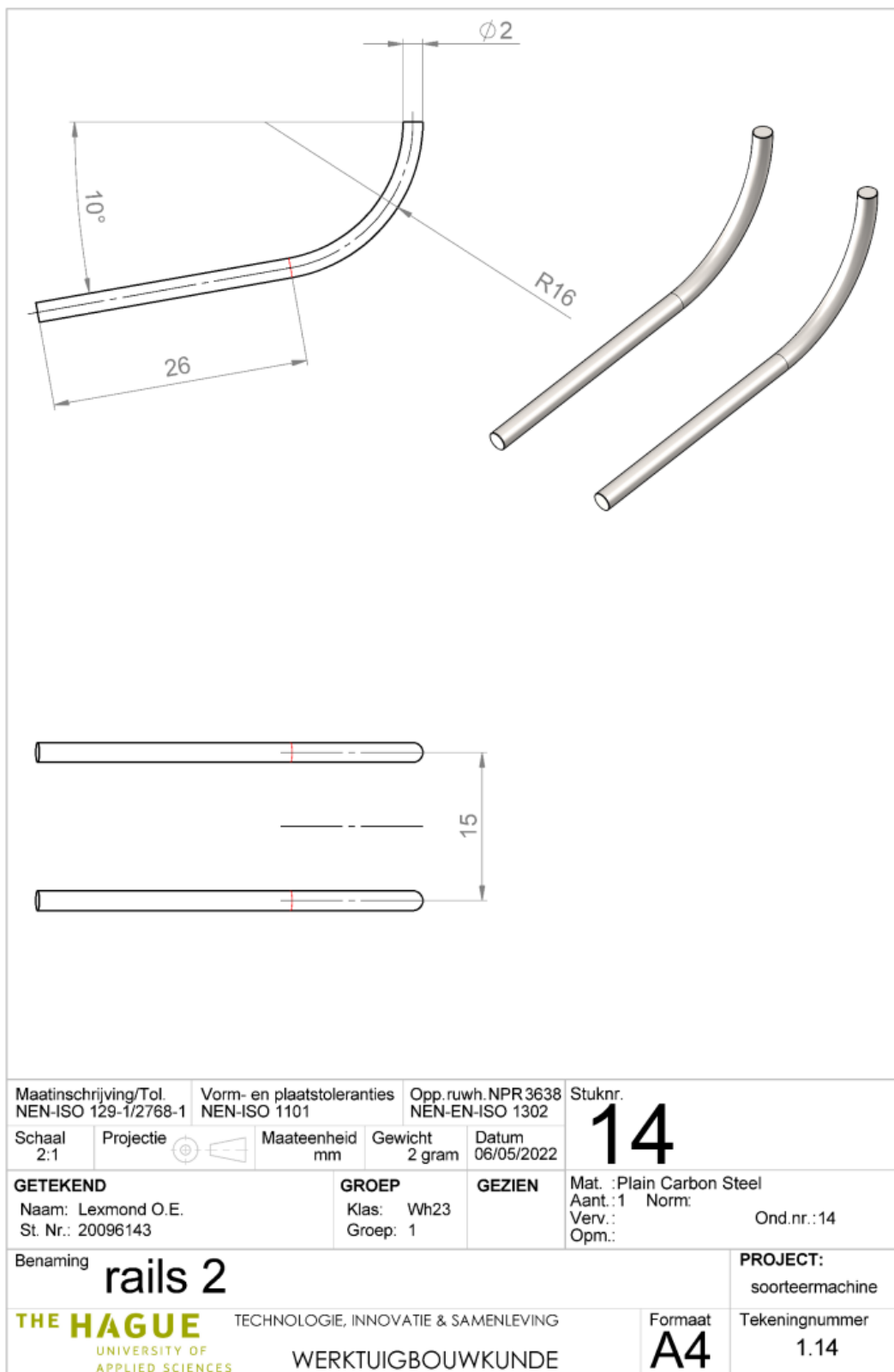
Maatschrijving/Tol. NEN-ISO 129-1/2768-1		Vorm- en plaatstoleranties NEN-ISO 1101		Opp.ruwh. NPR 3638 NEN-EN-ISO 1302		Stuknr.	
Schaal 1:5	Projectie 	Maateenheid mm	Gewicht 63 gram	Datum 06/05/2022		8	
GETEKEND Naam: Lexmond O.E. St. Nr.: 20096143			GROEP Klas: Wh23 Groep: 1		GEZIEN		Mat.: Balsa Aant.: 1 Norm: Verv.: Opm.: Ond.nr.: 8
Benaming plank 2						PROJECT: soortermachine	
THE HAGUE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING WERKTUIGBOUWKUNDE						Formaat A4 Tekeningnummer 1.8	

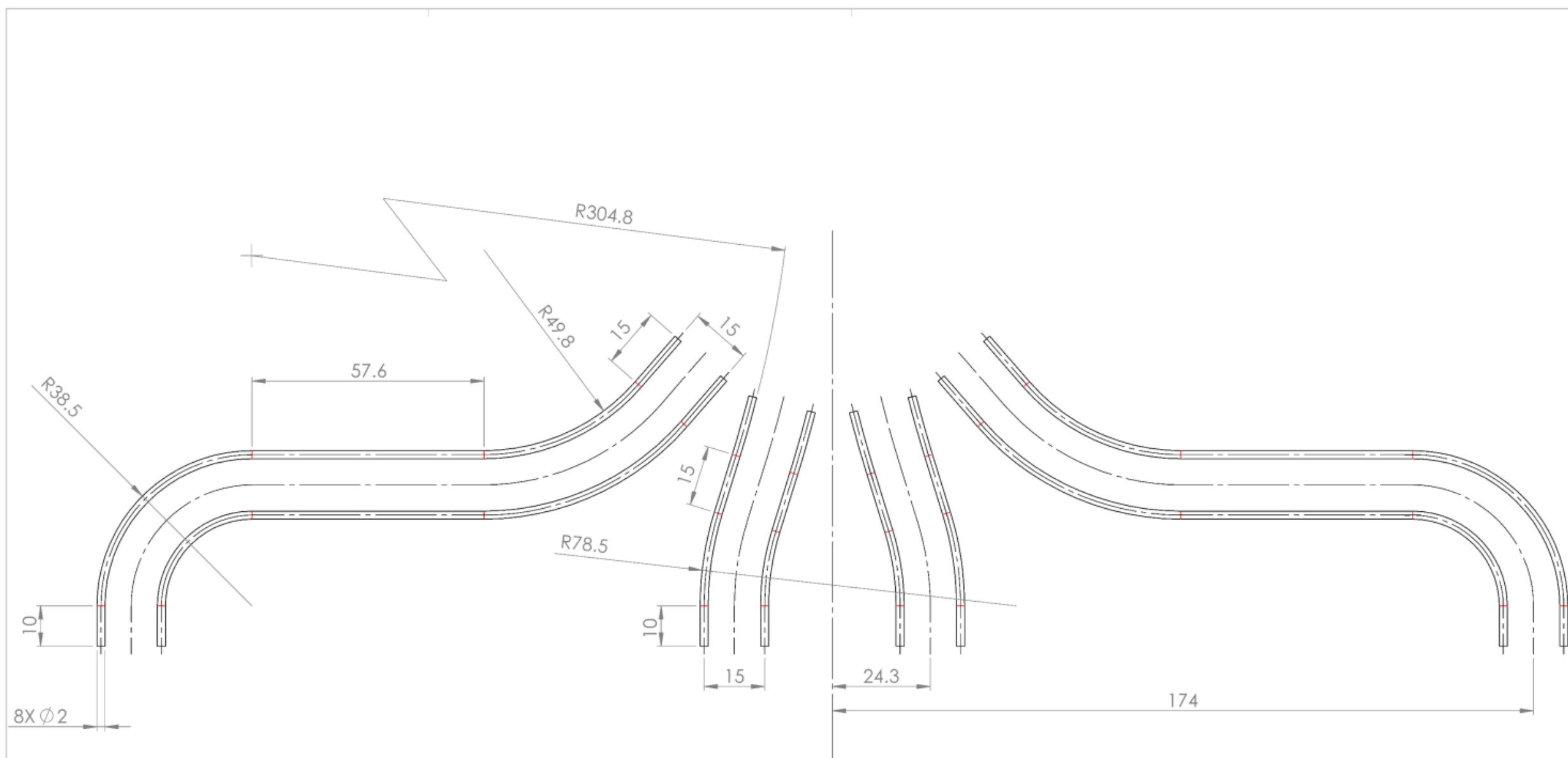


Maatschrijving/Tol. NEN-ISO 129-1/2768-1		Vorm- en plaatstoleranties NEN-ISO 1101		Opp.ruwh. NPR 3638 NEN-EN-ISO 1302		Stuknr.
Schaal 1:5	Projectie	Maateenheid mm	Gewicht 62 gram	Datum 06/05/2022		9
GETEKEND Naam: Lexmond O.E. St. Nr.: 20096143			GROEP Klas: Wh23 Groep: 1	GEZIEN	Mat.: Balsa Aant.: 1 Norm: Verv.: Opm.:	Ond.nr.: 9
Benaming plank 3					PROJECT: soorttermachine	
THE HAGUE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES				TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING WERKTUIGBOUWKUNDE		Formaat A4
					Tekeningnummer 1.9	



Maatschrijving/Tol. NEN-ISO 129-1/2768-1		Vorm- en plaatstoleranties NEN-ISO 1101		Opp. ruwh. NPR 3638 NEN-EN-ISO 1302		Stuknr.
Schaal 1:5	Projectie 	Maateenheid mm	Gewicht 25 gram	Datum 06/05/2022		10
GETEKEND Naam: Lexmond O.E. St. Nr.: 20096143			GROEP Klas: Wh23 Groep: 1		GEZIEN Mat.: Balsa Aant.: 1 Norm: Verv.: Opm.: Ond.nr.: 10	
Benaming plank brug						PROJECT: soorttermachine
THE HAGUE TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES WERKTUIGBOUWKUNDE						Formaat A4 Tekeningnummer 1.10





Maatinschrijving/Tol. NEN-ISO 129-1/2768-1		Vorm- en plaatstol. NEN-ISO 1101	Opp. ruwh. NPR 3638 NEN-EN-ISO 1302	Stuknummer
Schaal	1:1	Projectie	Datum	15
			06/05/2022	
Maateenheid	Gewicht	GEZIEN		
mm	24 gram			Mat. : Plain Carbon Steel
GETEKEND		GROEP		Aant.: 1
Naam: Lexmond O.E.		Klas: Wh23		Ond.nr.: 15
St. Nr.: 20096143		Groep: 1		Norm :
				Opm.:
				PROJECT: soortermachine
Benaming				
rails				
THE HAGUE		TECHNOLOGIE, INNOVATIE & SAMENLEVING		Formaat
UNIVERSITY OF				A3
APPLIED SCIENCES		WERKTUIGBOUWKUNDE		
				Tekeningnummer
				1.15