

HERONTWERP VAN EEN MULTIFUNCTIONEEL RELATIEGESCHENK

David The

April 2017

Bachelor Eindopdracht
Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

In opdracht van:

TOLHUIJS
UNIVERSITEIT TWENTE.

HERONTWERP VAN EEN MULTIFUNCTIONEEL RELATIEGESCHENK

Auteur: David Philip The
Student nr.: s1256998
Opleiding: Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente

Examinator: Dr. ir. M.B. de Rooij
Begeleider UT: Dr. ing. R.E. Wendrich
Begeleider bedrijf: Bastiaan Tolhuijs

Opdrachtgever: Tolhuijs
Nieuwpoortkade 2A
1055RX Amsterdam

Datum Bachelor tentamen: 10-04-2017

Datum publicatie: 03-04-2017
Oplage: 4

Aantal pagina's excl. bijlage: 49
Aantal pagina's incl. bijlage: 69
Aantal bijlagen: 10

VOORWOORD

Via de stagewebsite van de TU Delft kwam ik in aanraking met Tolhuijs. Hoewel er eigenlijk gezocht werd naar een stagiair voor een meeloopstage werd ik toch uitgenodigd voor een gesprek.

Na de eerste kennismaking met Bastiaan Tolhuijs en zijn collega Ananda van Doorn bleek al snel dat ze misschien toch een individuele opdracht hadden liggen.

Het leek mij een mooie uitdaging hier mee bezig te gaan en zodoende ben ik vier maanden lang bezig geweest met dit project. Het was erg uitdagend en daardoor erg leerzaam om mee te krijgen hoe een ontwerpopdracht in de praktijk in zijn werk gaat.

Ik heb het erg naar mijn zin gehad bij Tolhuijs dankzij de goede sfeer en hartelijke collega's. Ik wil Bastiaan Tolhuijs bedanken voor de prettige samenwerking en goede tips en tricks uit de praktijk. Maar ook de motiverende tips voor het schrijven en bijhouden van mijn verslag heb ik erg gewaardeerd.

Verder wil ik mijn begeleider vanuit de universiteit, Robert Wendrich, ook hartelijk bedanken. Dankzij de kritische feedback op het project en het verslag heb ik mijn kennis verder verbreed en ben ik dieper op de materie ingegaan dan voor welk ander vak of project dan ook. Ik ben ook dankbaar voor de prettige begeleiding waar het niet alleen ging om resultaten of het proces maar ook over persoonlijke ontwikkeling.

SAMENVATTING

Dit verslag beschrijft het ontwerpproces van het voor de Dienst Justitiële Inrichtingen ontworpen relatiegeschenk voor kerst 2017 in opdracht van ontwerpbureau Tolhuijs te Amsterdam.

Door middel van een analyse en herontwerp van het oorspronkelijke conceptidee van Tolhuijs is onderzocht of het relatiegeschenk in een bepaalde oplage geproduceerd kon worden binnen een vooraf vastgelegde bruto kostprijs.

Het ontwerpproces begon met een analyse van het conceptidee van Tolhuijs. Aan de hand van deze analyse is een programma van eisen opgesteld dat gebruikt is voor de verdere ontwikkeling en het herontwerpen van het ontwerp.

Vervolgens zijn er meerdere iteraties ontwikkeld op het bestaande conceptidee, van deze iteraties is een iteratie gekozen die verder is ontwikkeld tot een nieuw concept.

Dit nieuwe concept is vervolgens verder uitgewerkt tot een prototype en tekeningenpakket. Het prototype is getest en aan de hand van de testresultaten en overige bevindingen van het ontwerpproces zijn aanbevelingen opgesteld voor de verdere ontwikkeling van het ontwerp.

Als laatste is de bruto kostprijs van het herontwerp berekend en aan de hand van deze kostenberekening is geconcludeerd dat het haalbaar is het relatiegeschenk binnen de gestelde marges te produceren.

SUMMARY

This report describes the design process of a business gift designed for the Dutch Custodial Institutions Agency for christmas 2017 and carried out at the request of the Amsterdam based design studio Tolhuijs.

Through an analysis and redesign of Tolhuijs' original concept idea it was analysed if the business gifts could be produced for a certain gross cost price in a certain quantity.

The design process started with an analysis of the original concept idea by Tolhuijs. This analysis was then used to define a list of requirements that was used for further development and for redesigning the design.

Next, multiple iterations based on the original concept were created, one was chosen and further developed into a concept.

This new concept was developed into a prototype and multiple technical drawings. The prototype had been tested. The results of these tests have been used together with other findings from the design process to define recommendations for further development of the product.

Lastly, the gross cost price of the redesign was calculated. This calculation confirmed that the redesign of the business gift can be produced within the predefined margins.

INHOUDSOPGAVE

Titelpagina	3
Voorwoord	5
Samenvatting	6
Summary	6
Inhoudsopgave	7
Hoofdstuk 1 - Introductie	8
1.1 Tolhuijs	8
1.2 De opdracht	8
1.3 Actoren	8
1.4 Hoofdvraag	9
Hoofdstuk 2 - Oriënterende fase	11
2.1 Het concept van Tolhuijs	11
2.2 Analyse Chill & Grill	14
2.3. Functieanalyse	14
2.4 Afmetingen van het product	15
2.5 Gewicht van het product	16
2.6 Programma van eisen	16
Hoofdstuk 3 - Ideefase herontwerp	21
3.1 Iteraties	21
Hoofdstuk 4 - Conceptfase	25
4.1 Conceptuitwerking	25
4.2 Problemen met functionaliteit	25
4.3 Materiaal	25
4.4 Problemen bij productie	25
4.5 Mock-Up	26
4.6 Conceptkeuze	26
Hoofdstuk 5 - Executieve fase	29
5.1 De totale samenstelling	29
5.2 Prototype	35
5.3 Tests	35
5.4 Verpakking en transport	36
5.5 Gebruik als consumentenproduct	38
5.6 Technische specificaties per onderdeel	39
5.7 Kosten	39
5.8 Toetsing aan PvE	39
Hoofdstuk 6 - Aanbevelingen	41
6.1 Reflectie begin- en eindproduct	41
6.2 Aanbevelingen	41
6.3 Gebruikerstest	42
6.4 Verpakking en logistiek	42
6.5 Werkvoorbereiding	43
6.7 Het product aangepast aan de aanbevelingen	43
Hoofdstuk 7 - Conclusie	44
Appendix	46

Hoofdstuk 1

INTRODUCTIE

In dit hoofdstuk worden de opdrachtgever en overige actoren geïntroduceerd. De opdracht wordt omschreven en de hoofdvraag gedefinieerd.

1.1 TOLHUIJS

Tolhuijs is een in Amsterdam gevestigd ontwerpbureau opgericht in 2013. De hoofdtaken van Tolhuijs bestaan uit het ontwerpen en vervaardigen van interieurproducten van afval- en restmaterialen. Deze materialen worden vanuit het hele land verzameld bij grote bedrijven die een vaste hoeveelheid restmateriaal produceren. “Design with a story” is de slogan van Tolhuijs en dit slaat op het uitstralen van duurzaamheid in hoogwaardige designproducten gemaakt door laagwaardig materiaal te upcyclen.

Voor de productie van de producten maakt Tolhuijs gebruik van sociale werkplaatsen en In-Made, het penitentiaire productiebedrijf van de Dienst Justitiële Inrichtingen (DJI).

1.2 DE OPDRACHT

De DJI wil voor kerst 2017 een relatiegeschenk laten ontwikkelen voor haar medewerkers. De afgelopen jaren was dit relatiegeschenk een kist met daarin producten, oftewel een “klassiek” kerstpakket. Voor het relatiegeschenk van 2017 wil DJI een mooi en handzaam geschenk wat gerelateerd is aan een actueel thema.

Een programma van eisen vanuit de DJI is te vinden in confidentiële bijlage 1. In dezelfde bijlage is te vinden in welke oplage het geschenk geproduceerd moet worden en wat de maximale bruto kostprijs is per geschenk.

Daarnaast moet het geschenk geproduceerd en geassembleerd worden door In-Made.

1.3 ACTOREN

DIENT JUSTITIËLE INRICHTINGEN

DJI is de opdrachtgever voor deze opdracht. DJI wil haar medewerkers een origineel kerstgeschenk schenken als blijk van waardering voor het werk dat ze afgelopen jaar hebben gedaan. Voor de DJI is het daarom van belang dat het kerstgeschenk waardering uitstraalt en door zoveel mogelijk medewerkers met plezier gebruikt gaat worden.

IN-MADE

In-Made fungeert als contactpersoon tussen ontwerper en opdrachtgever. Verder wil In-Made door middel van het kerstpakket laten zien waar zij toe in staat zijn. Indien mogelijk moeten daarom zoveel mogelijk productiemethodes die bij In-Made beschikbaar zijn gebruikt worden.

TOLHUIJS

Tolhuijs wil met deze opdracht omzet genereren. Tolhuijs heeft het afgelopen jaar ook de kerstpakketten ontwikkeld voor DJI en zou deze trend willen voortzetten.

1.4 HOOFDVRAAG

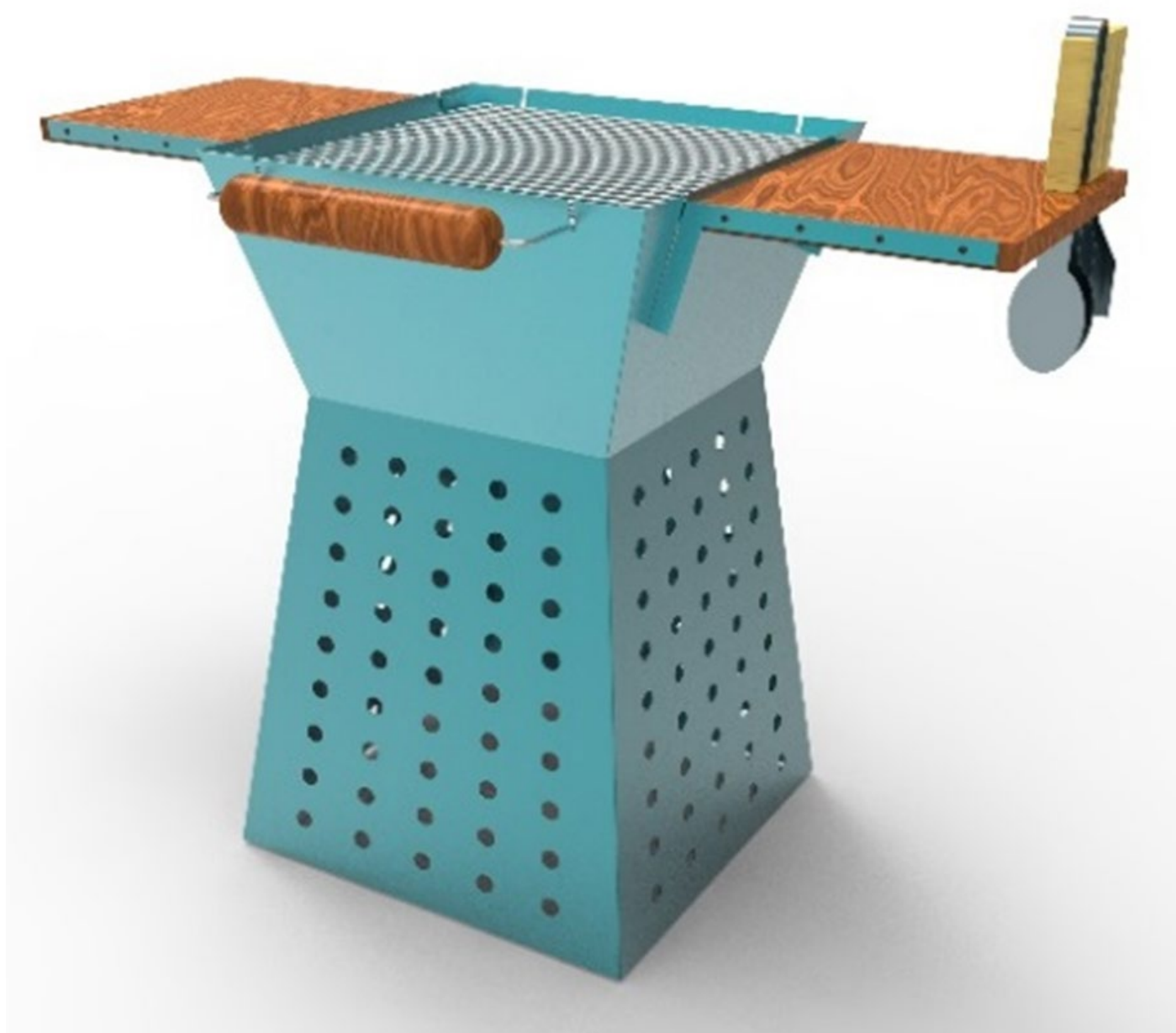
De opdracht uitgevoerd voor Tolhuijs is de product ontwikkeling van een relatiegeschenk voor de DJI.

De vraagstelling is:

In hoeverre is het haalbaar om het initiële conceptidee van Tolhuijs te vertalen naar een produceerbaar/maakbaar product (relatiegeschenk) met een vooraf vastgestelde oplage en maximum bruto kostprijs?

Deze vraag zal beantwoord worden door middel van een haalbaarheidsonderzoek en herontwerp van de Tolhuijs “Chill en Grill”.

Het resultaat van deze opdracht is een prototype, een tekeningenpakket en aanbevelingen voor verdere ontwikkeling van het relatiegeschenk.



FIGUUR 1. - DE CHILL & GRILL ALS BARBECUE

Hoofdstuk 2

ORIËNTERENDE FASE

Tijdens de oriënterende fase wordt het concept van Tolhuijs geïntroduceerd en geanalyseerd. Vervolgens wordt er door middel van een functieanalyse een programma van eisen opgesteld.

2.1 HET CONCEPT VAN TOLHUIJS

Gebaseerd op het PvE van DJI is door Tolhuijs de “Chill & Grill” bedacht. Deze multifunctionele barbecue is gebaseerd op het thema “Naar buiten” en kan gebruikt worden als barbecue, plantenbak, compostbak of vuurkorf. Deze functies komen tot uiting door de barbecue 180 graden te draaien. Ook zitten er enkele accessoires bij voor de barbecue zoals werkplankjes, kookgerei en een sauzenbakje. Tevens kan de “Chill & Grill” gevuld worden met voedsel en items gerelateerd aan barbecueën of het thema.



FIGUUR 2. - DE CHILL & GRILL ALS COMPOSTBAK (A), VUURKORF (B) OF PLANTENBAK (C)

De “Chill en Grill” is 600 mm hoog en 350 mm breed en diep. De versmalling is op 400 mm hoogte en hier is de barbecue 250 mm breed en diep (fig. 3).

De barbecue is opgebouwd uit vier platen (fig. 4) met de vorm van een zandloper. Deze platen zijn op het smalle gedeelte gebogen en in de onderkant zijn gaten geponst. De vier platen worden bij de naden aan elkaar gelast.

Er is een los kolenrooster (fig. 5) dat in de bovenkant of onderkant gestopt kan worden zodat de “Chill en Grill” als barbecue of als vuurkorf dienst kan doen (fig. 6).

Verder zijn er twee werkplankjes van hout (fig. 7) die met metalen beugels

aan de bovenkant gehaakt kunnen worden (fig. 10). In een van de plankjes zijn gleuven gemaakt waardoor een vork, spatel en tang (fig. 8) aan het plankje gehangen kunnen worden.

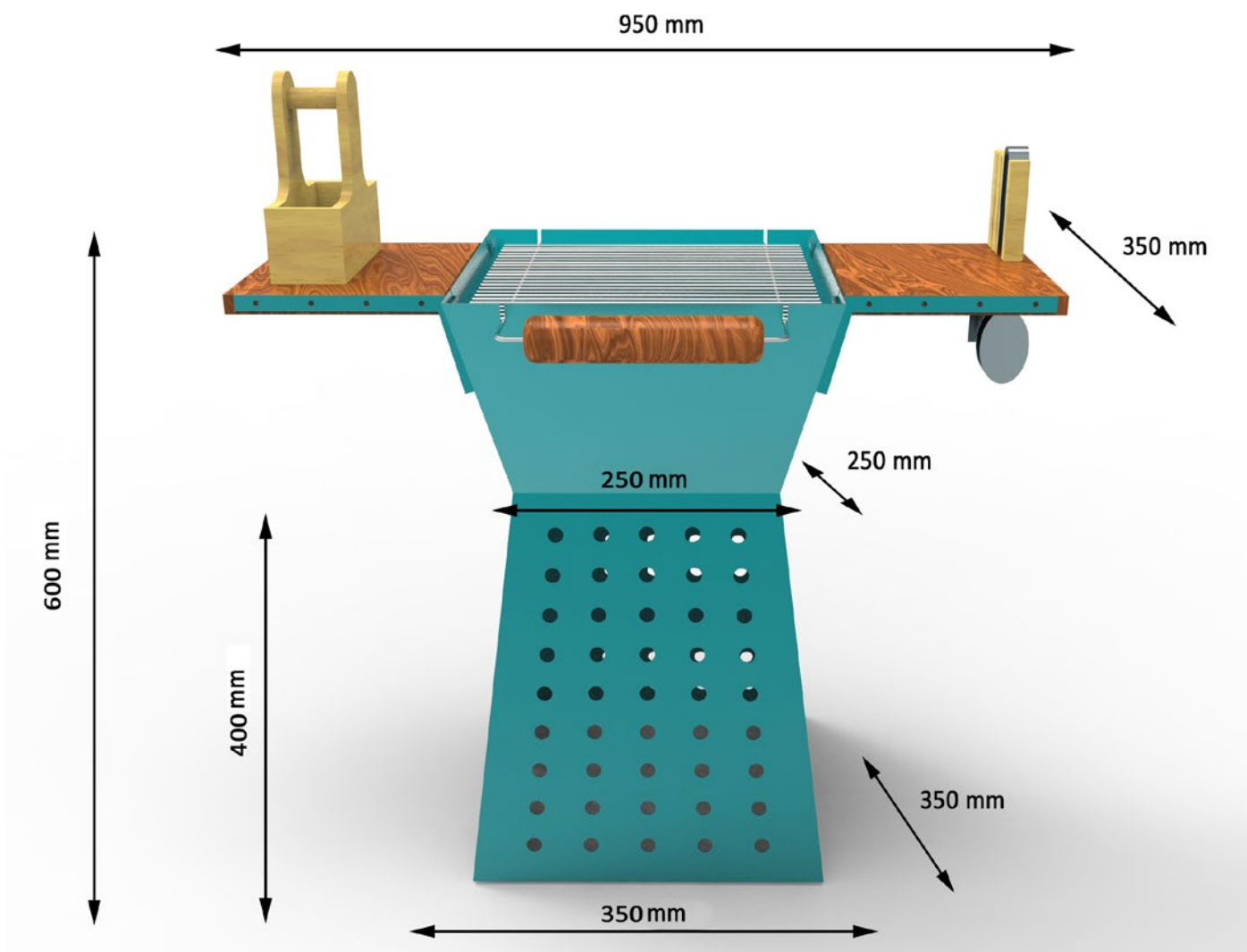
Het grillrooster (fig. 9) is gemaakt van gelast rond stafmateriaal en heeft een houten handvat. Dit rooster valt in gleuven in de bovenkant van de barbecue (fig. 10) waardoor hij stevig vast zit.

Een afdekdoek en draagkoord (fig. 11) zorgen ervoor dat de barbecue afgesloten en vervoerd kan worden.

Als laatste kan een simpel houten sauzenbakje (fig. 12) worden meegeleverd.



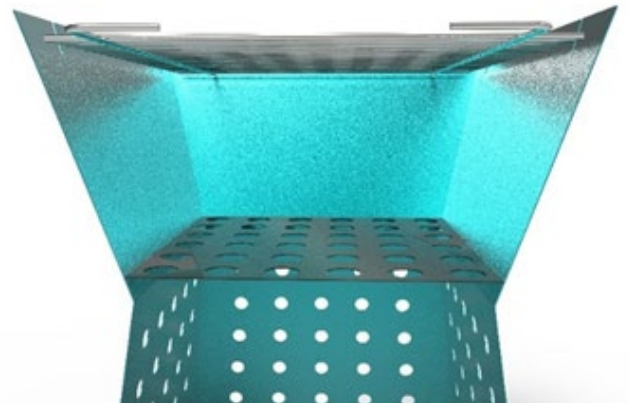
FIGUUR 4. - LOSSE PLAAT



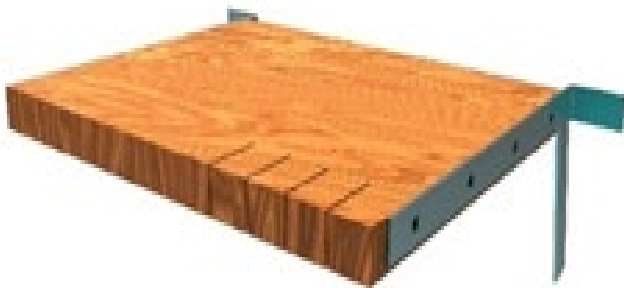
FIGUUR 3. - DE AFMETINGEN VAN DE CHILL & GRILL



FIGUUR 5. - KOLENROOSTER



FIGUUR 6. - PLAATSING VAN HET KOLENROOSTER



FIGUUR 7. - WERKPLANKJE



FIGUUR 8. - VORK, SPATEL EN TANG



FIGUUR 9. - GRILLROOSTER



FIGUUR 10. - GLEUVEN IN BARBECUE



FIGUUR 11. - AFDEKDOEK EN DRAAGKOORD



FIGUUR 12. - SAUZENBAKJE



FIGUUR 13. - BARBECUES

2.2 ANALYSE CHILL & GRILL

De “Chill & Grill” is een multifunctioneel product met de achterliggende gedachte dat het mensen naar buiten brengt. Het product moet dus bestand zijn tegen buitengebruik. Het product heeft vier verschillende functionaliteiten om ervoor te zorgen dat het product aansluiting vindt bij de brede diversiteit aan medewerkers van de DJI. Het product moet zoveel mogelijk gemaakt worden door In-Made wat betekent dat het van metaal en hout gemaakt moet worden aangezien In-Made niet met kunststoffen werkt [1].

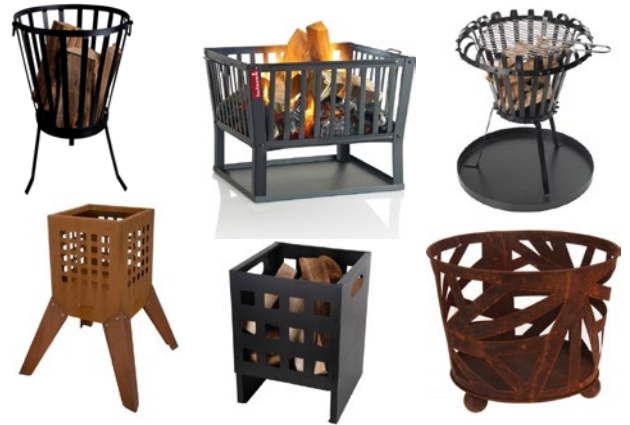
2.3. FUNCTIEANALYSE

Omdat de Chill en Grill vier functionaliteiten bevat moet het per functionaliteit aan verscheidene eisen voldoen. Om te ontdekken wat deze eisen zijn, zijn alle functionaliteiten onderzocht.

2.3.1 BARBECUE FUNCTIONALITEIT

Wat is precies de definitie van een barbecue? Volgens de Van Dale is een barbecue een “openluchtpartij waarbij op een rooster gebraden vlees wordt gegeten” en is de barbecue “het hierbij gebruikte apparaat” [2]. Er moet dus een apparaat worden ontworpen dat in ieder geval vlees en eventueel ander voedsel kan bereiden.

Er is een grote verscheidenheid aan barbecues op de markt (fig. 13). Van weggooibarbrecues voor een paar euro tot complete buitenkeukens van duizenden euro's. Al deze barbecues hebben de volgende onderdelen:



FIGUUR 14. - VUURKORVEN

- Grillrooster
- Kolenrooster
- Asbak
- Ventilatiegaten

En soms de volgende onderdelen:

- Handvatten
- Deksel

Het kerstgeschenk moet dus sowieso de eerste vier onderdelen bevatten en eventueel de laatste twee.

Verder moet het materiaal hittebestendig zijn vanwege de hoge temperaturen die kolen kunnen bereiken (700°C) [3] en weersbestendig zijn omdat het product buiten moet kunnen blijven staan.

2.3.2. VUURKORF

Een vuurkorf is een “ijzeren korf om een (hout) vuur in te maken” [4]. Door gebruik te maken van een vuurkorf kan een vuur gemaakt worden zonder de ondergrond te verbranden. Een ander voordeel van de vuurkorf is dat de as die vrijkomt wordt opgevangen in de korf en dus niet op de grond beland. Vuurkorven zijn in de meest uiteenlopende vormen en maten te krijgen (fig. 14). Wel hebben alle vuurkorven een open structuur zodat er genoeg zuurstof bij de brandstof kan komen en worden enkele vuurkorven met een bodemplaat geleverd die de as die door de spijlen van de vuurkorf heen valt kan opvangen.



FIGUUR 15. - PLANTENBAKKEN

2.3.3 PLANTENBAK

Voor een plantenbak (fig. 15) zijn slechts enkele productfuncties van belang, een plantenbak moet:

- Grond kunnen bevatten
- Afwatering hebben
- Corrosie bestendig zijn

Zeker voor een plantenbak die buiten staat is het van belang dat er voldoende afwatering is om te voorkomen dat de planten na een regenbui verzuipen of gaan rotten.

2.3.4 COMPOSTBAK

Compost is een “meststof uit plantaardig afval” [5]. Composteren van plantaardig afval is een complex proces dat afhangt van de samenstelling van het afvalmateriaal, de temperatuur, de vochtigheid van het mengsel en de aanwezigheid van zuurstof. Een warme, vochtige en zuurstofrijke omgeving zorgt ervoor dat micro-organismen het mengsel van plantaardig afval kunnen omzetten in compost [6].

Voor grote volumes compost is een bak met een open structuur voldoende. Door het grote volume blijft het namelijk warm genoeg binnen in de hoop om goed te composteren. Voor kleinere volumes compost zijn er verschillende compostvaten en -bakken in uiteenlopende maten op de markt (fig. 16). Omdat wormen helpen het composteerproces te versnellen, staat een compostvat- of bak in het ideale geval in direct contact met de grond [7]. De productfuncties van een compostbak- /vat zijn daarom:

- Het compostmengsel warm kunnen houden
- Ventilatie mogelijkheid hebben
- In direct contact staan met de grond



FIGUUR 16. - COMPOSTBAKKEN

Omdat de het kerstgeschenk maar een klein volume aan compost kan produceren moet het dus aan bovenstaande productfuncties voldoen.

2.4 AFMETINGEN VAN HET PRODUCT

Het product moet meegenomen kunnen worden in het openbaar vervoer en op een prettige manier te gebruiken zijn. Het is daarom van belang dat het product de juiste afmetingen heeft in verpakte vorm en geassembleerd. Er is onderzocht wat deze afmetingen moeten zijn. Het uitgebreide onderzoek is te vinden in bijlage 1, de conclusies van dit onderzoek zijn hieronder beschreven.

2.4.1 AFMETINGEN VERPAKT PRODUCT

Voor de maximale afmetingen van het verpakte product is gefocust op medewerkers die met de fiets naar het werk gaan. Hier is voor gekozen omdat zij het product met 1 hand moeten vervoeren aangezien ze hun andere hand nodig hebben om de fiets te besturen.

De maximale afmeting die het product aan de buitenzijde van de verpakking mag hebben is bepaald op: 100x65x35 cm.

2.4.2 AFMETINGEN GEASSEMBLEERD PRODUCT

Het geassembleerde product moet 180° gedraaid kunnen worden om verschillende functionaliteiten tot uiting te brengen. Ook moet het geassembleerde product verplaatst kunnen worden. Hiervoor kan de gebruiker beide handen gebruiken. De maximale afmeting hiervoor is bepaald op: 800x350x650 mm.

2.4.3 AFMETINGEN PER FUNCTIONALITEIT

Als prettige werkhoogte voor de verschillende functionaliteiten is gekozen te focussen op de barbecue functionaliteit. Deze keus is gemaakt omdat een prettige werkhoogte van de barbecue ook een prettige werkhoogte is voor de overige functionaliteiten.

Voor elke soort barbecue is er een verschillende werkhoogte. Wegwerp barbecues en meeneembarbecues hebben lage werkhoogtes en dienen dus zittend of hurkend bediend te worden. De grotere luxere modellen hebben een werkhoogte waarmee ze staand bediend kunnen worden.

Het is van belang dat het kerstgeschenk staand of zittend prettig gebruikt kan worden. De prettige werkhoogte voor zittend barbecueën is 604 mm en voor staand barbecueën 914 mm.

De opdrachtgever heeft te kennen gegeven dat de maten van het in elkaar gezette product niet te veel mogen afwijken van de maten van de Chill & Grill. De hoogtemaat van de Chill & Grill komt overeen met de prettige werkhoogte om de barbecue zittend te bedienen. Ook is het product met een werkhoogte van 900 mm niet prettig meer te draaien of te verplaatsen. Daarom wordt ontworpen op een zittende werkhoogte van 600 mm.

2.5 GEWICHT VAN HET PRODUCT

Omdat het product prettig meegenomen moet kunnen worden heeft de DJI een maximum gewicht aangegeven van 10 kg.

2.6 PROGRAMMA VAN EISEN

De hierboven beschreven onderzoeken leveren de onderbouwing voor het programma van eisen. Het programma van eisen bestaat uit eisen voor het verpakte product (transport) het geassembleerde product en eisen voor de losse functionaliteiten. Per functionaliteit zijn ook de bijbehorende accessoires uitgesplitst en de daarbij behorende eisen opgesteld.

Het volledige programma van eisen is op de volgende pagina's weergegeven.

PROGRAMMA VAN EISEN

HET RELATIEGESCHENK MOET:

1. Inclusief accessoires en verpakking niet meer dan 10 kg wegen
2. Verpakt niet groter zijn dan 1000x350x650 mm (lxbxh)
3. Geassembleerd 600x350x350 mm
4. Door 1 persoon, zonder handleiding, in elkaar gezet kunnen worden
5. Blijven functioneren tot temperaturen van 700° Celsius
6. Weersbestendig zijn voor minimaal 5 jaar (gebaseerd op het PvE van deDJI)
7. Geen giftige stoffen afgeven voor, tijdens en na gebruik
8. Schoon te maken delen dienen zonder moeite los te maken te zijn van het product
9. Voor 80% geproduceerd worden bij In-Made
10. De maximale productieprijis zoals gesteld door de DJI niet overschrijden
11. Verschillende functies tot uiting laten komen door het product 180° te draaien
12. Tenminste de functionaliteiten: barbecue, vuurkorf, compostbak en plantenbak bevatten
13. Ingepakt op pallets te vervoeren zijn
14. Geen kleur afgeven
15. De gebruiker niet kunnen verwonden

WENSEN:

17. Weersbestendigheid van minimaal 10 jaar

SUBEISEN PER FUNCTIONALITEIT

De barbecue moet:

1. Vlees kunnen grillen
2. Brandstof kunnen bevatten
3. As kunnen opvangen
4. Beluchting hebben

De vuurkorf moet:

1. Brandstof kunnen bevatten
2. Beluchting hebben
3. As kunnen opvangen

De plantenbak moet:

1. Grond kunnen bevatten
2. Afwatering hebben

De compostbak moet:

1. Plantaardig afval kunnen bevatten
2. Het compostmengsel isoleren zodat het warm kan worden
3. Voldoende beluchtingsmogelijkheid hebben

Wens:

4. In direct contact staan met de grond

PROGRAMMA VAN EISEN ACCESSOIRES

Er is gekeken per functionaliteit wat bijpassende accessoires zouden zijn. Dit overzicht is te vinden in bijlage 2. Er is onderscheid gemaakt tussen accessoires die onmisbaar zijn voor de functionaliteit (groen omrand) en accessoires die mocht dit financieel mogelijk zijn, een toegevoegde waarde hebben om er bij te leveren (oranje omrand).

Er is uiteindelijk gekozen alleen de essentiële accessoires mee te gaan leveren.

In combinatie met de eerdergenoemde productfuncties zijn PvE's opgesteld per accessoire.

GRILLROOSTER:

1. Minimum opp. hebben van 961 cm² (oppervlakte Weber® Smokey Joe)
2. Met 1 hand te bedienen zijn
3. Bestand zijn tegen een last van 2 kg
4. Geen giftige stoffen afgeven aan het voedsel.
5. Los te nemen zijn van de barbecue ook tijdens het barbecueën

KOLENROOSTER:

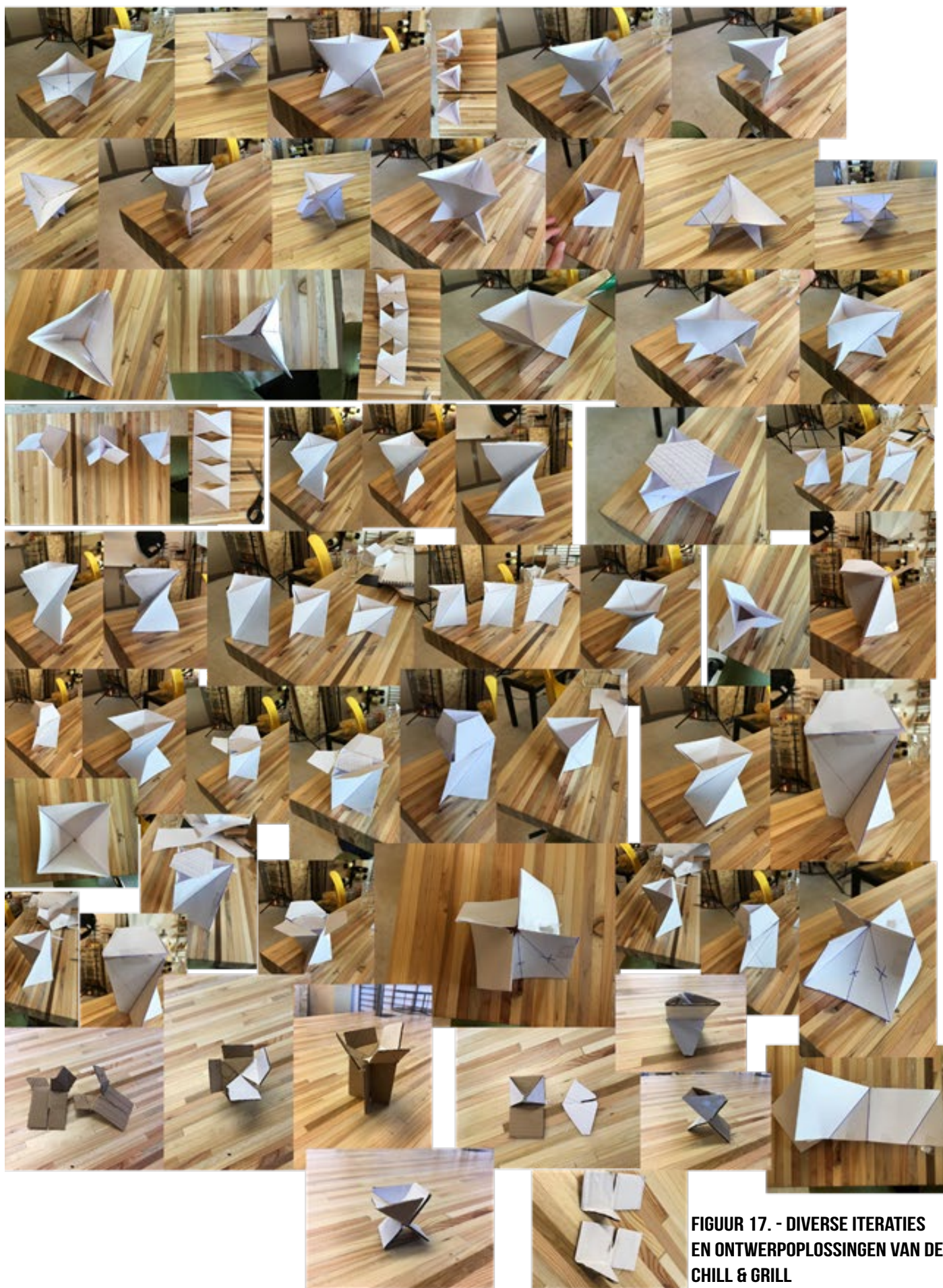
1. 1 kg brandstof kunnen bevatten
2. Lucht doorlaten
3. As doorlaten
4. Op een afstand van minimaal 120 mm van het grillrooster verwijderd zijn

ASBAK:

1. As kunnen opvangen
2. Losneembaar zijn (wens: ook tijdens het barbecueën)

WERKPLANKJE:

1. Minimaal 3 kg gewicht kunnen houden zonder de barbecue te laten kantelen.
2. Ruimte bieden aan een groot bord met diameter 200mm.
3. Gebruikt kunnen worden als deksel voor de compostbak.
4. Zonder bevestigingsmaterialen aan de barbecue bevestigd kunnen worden.



**FIGUUR 17. - DIVERSE ITERATIES
EN ONTWERPOPLOSSINGEN VAN DE
CHILL & GRILL**

Hoofdstuk 3

IDEEFASE HERONTWERP

In de ideefase is gekeken naar een alternatieve vorm voor de Chill & Grill met behoud van de vier functionaliteiten.

3.1 ITERATIES

Door middel van papieren modellen zijn verschillende iteraties gemaakt (fig. 17). Hieruit kwamen drie iteraties naar voren (fig. 18).

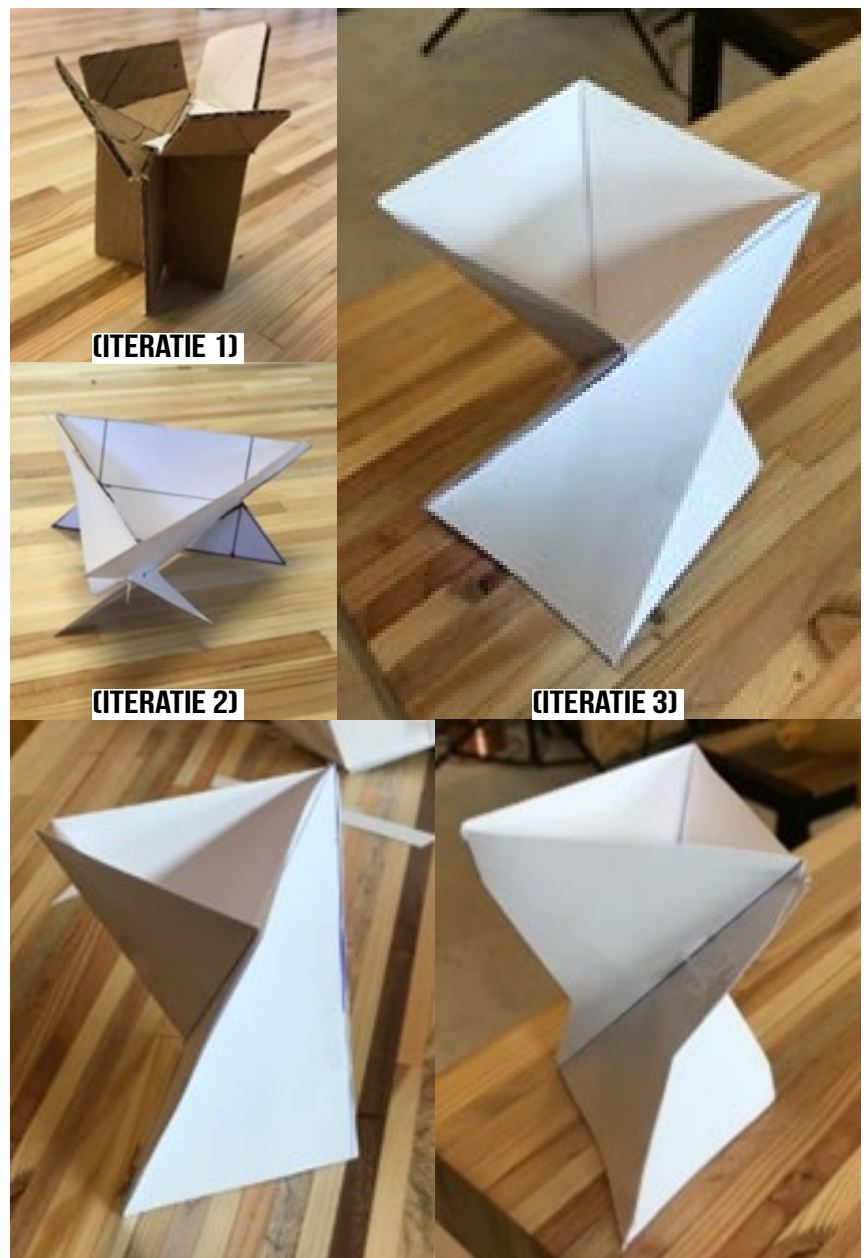
Iteratie 1 en 2 zijn ontstaan door te kijken naar flatpack design. De derde iteratie is gecreëerd door de basale vorm van de “Chill & Grill” te twisten.

In overleg met de opdrachtgever is besloten om niet te veel af te wijken van de vorm van de Chill & Grill en daarom is gekozen om alleen door te itereren met iteratie 3.

Een volgende iteratie was het omzetten van een vierkante vorm naar een driehoekige vorm. Een driehoekige vorm is statisch bepaald en zal dus stabiel staan. Voordelen van een driehoekige vorm zijn dat het minder materiaal kost en daardoor goedkoper is en een lichtere constructie heeft. Een nadeel van de driehoekige vorm is dat het grilloppervlak van de barbecue kleiner is.

Een volgende iteratie was door middel van inkepingen aan de zijanten de vorm van de Chill & Grill meer te benaderen. Ook zullen deze inkepingen gewicht besparen. Helaas deed deze aanpassing af aan de vorm van het concept, daarom is hier niet voor gekozen.

Als laatste is er gekeken naar een afgekorte versie van iteratie 3 (fig. 21). Met deze asymmetrische vorm heeft de bovenkant een groter volume dan



FIGUUR 18. - ONTWERP ITERATIES VAN MOGELIJKE DRIEHOEKSOPLOSSINGEN EN SAMENSTELLINGEN VAN DE CHILL & GRILL

de onderkant. Echter neemt het volume van het kleinere deel zover af dat alleen de grote kant nog gebruikt kan worden. De opdrachtgever vond het belangrijk dat de verschillende functionaliteiten tot uiting konden komen door het product 180° te draaien. Daarom is ervoor gekozen vast te houden aan twee kanten met hetzelfde volume.

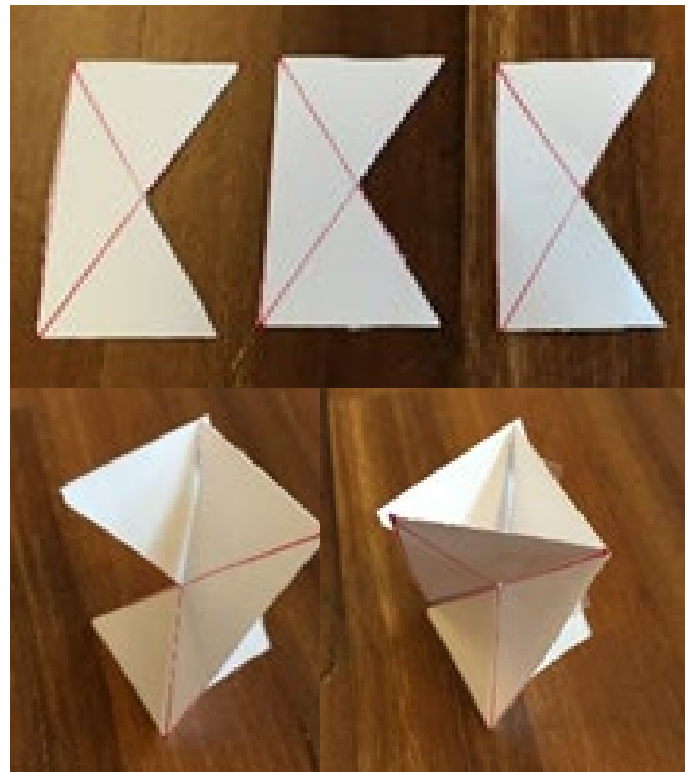
Verder is er gekeken hoe de iteratie gemaakt zou kunnen worden. Het model kan uit meerdere metalen platen gemaakt worden die in elkaar geschoven worden (fig. 19) of uit meerdere rechthoekige metalen platen die diagonaal gezet zijn en tegen elkaar aan bevestigd worden (fig. 20). Bij beide methodes blijft de vorm hetzelfde.

Bij de gezette variant kunnen de afzonderlijke platen van dunner materiaal gemaakt worden omdat eenmaal bevestigd twee platen elkaar overlappen.

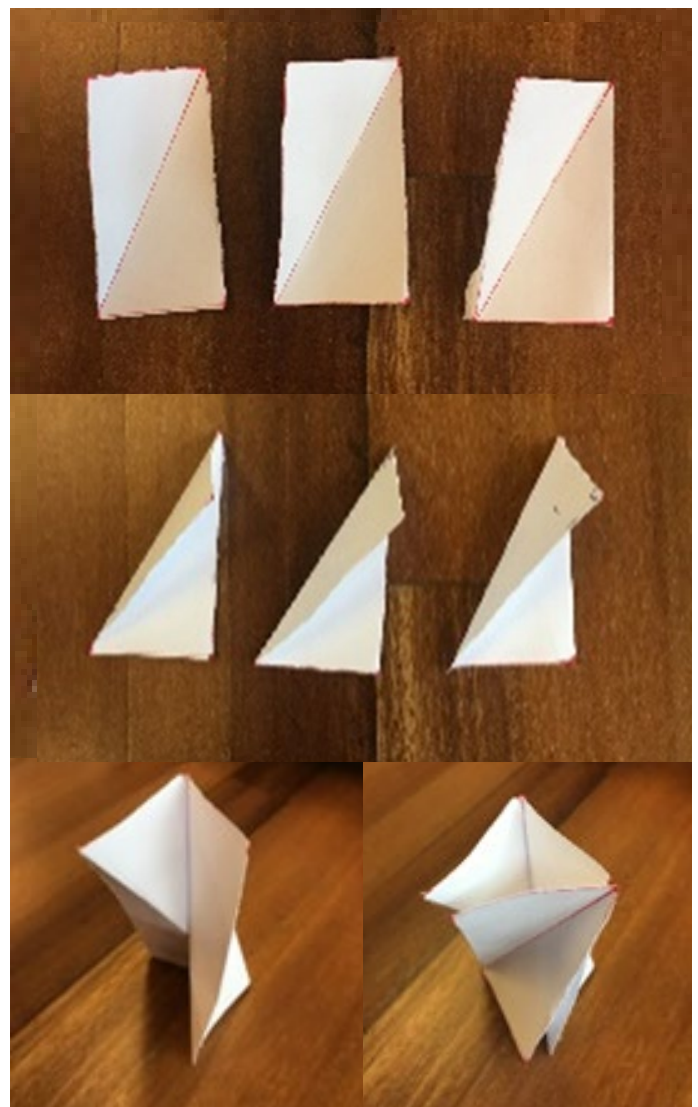
Alle iteraties zijn voorgelegd aan de opdrachtgever. Echter vond de opdrachtgever het driehoekige ontwerp te ver af liggen van de oorspronkelijke vorm. Daarom is ervoor gekozen weer terug te gaan naar de vierkante vorm.

Hier is nog een laatste iteratie op losgelaten om de vorm zoveel mogelijk aan te laten sluiten bij de "Chill & Grill". Een extra knik in alle vier de platen zorgt ervoor dat de vorm weer de oorspronkelijke asymmetrie krijgt (fig. 22a). Een nadeel van deze knik is het de vormtaal van de iteratie verzwakt, daarom is deze iteratie ook losgelaten.

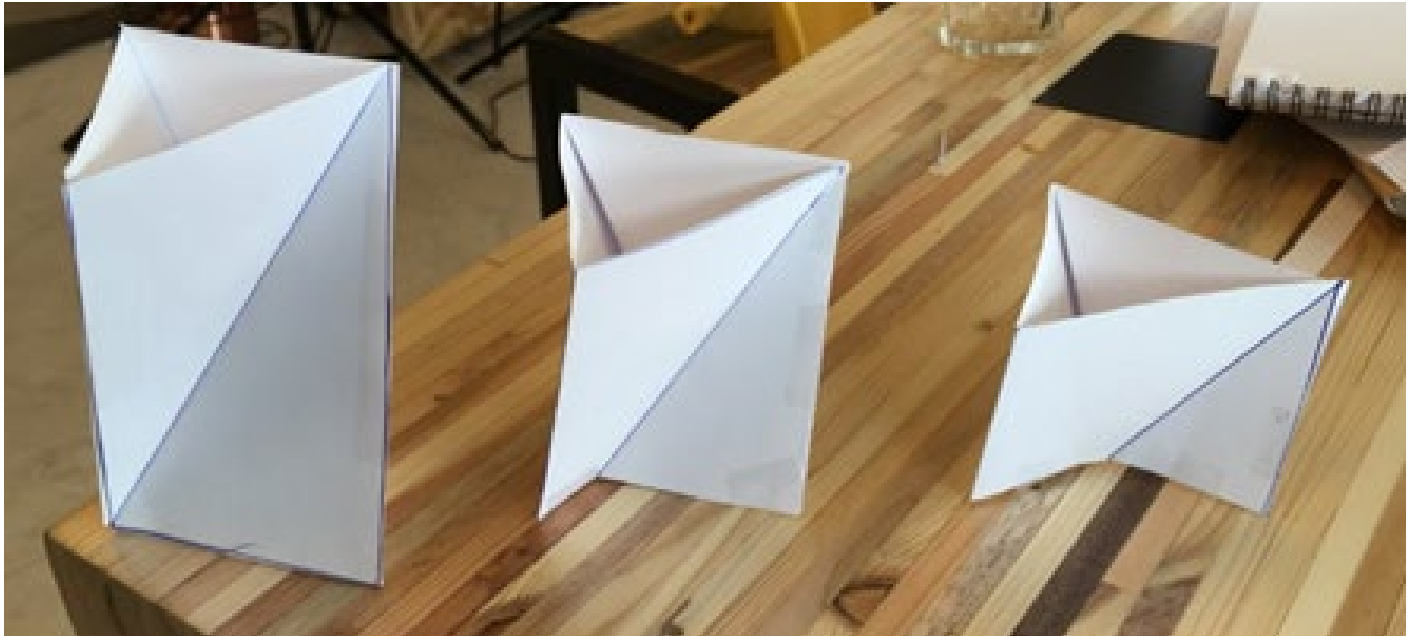
Er is uiteindelijk de keuze gemaakt de versie met de platte platen verder te gaan ontwikkelen omdat deze een platter pakket oplevert bij transport dan de gezette platen.



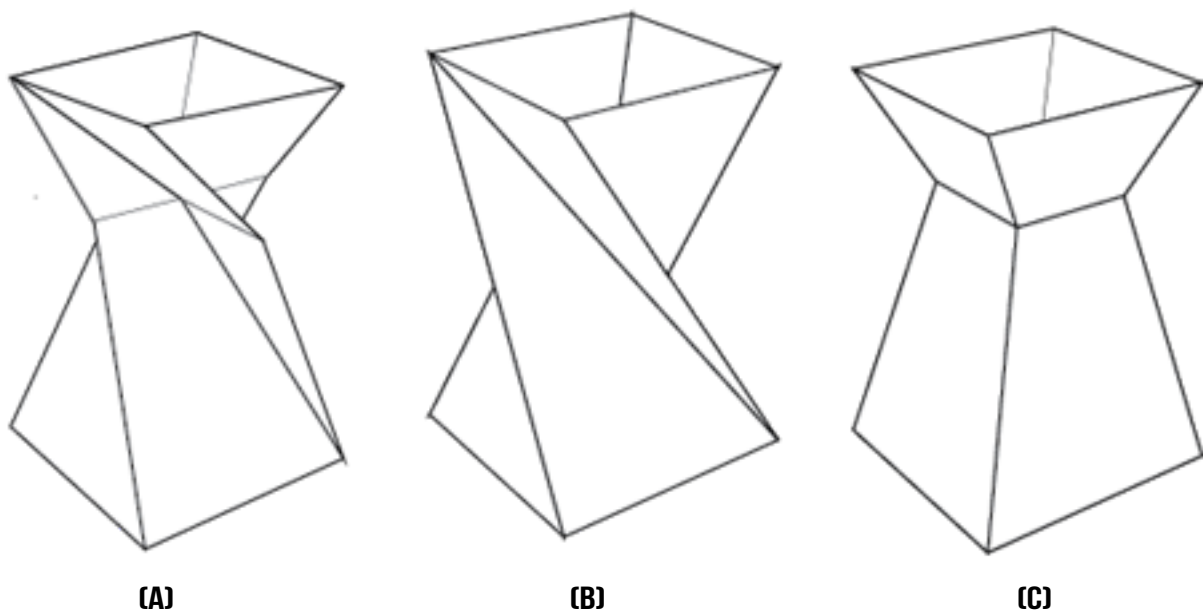
FIGUUR 19. - DRIE PLATTE PLATEN



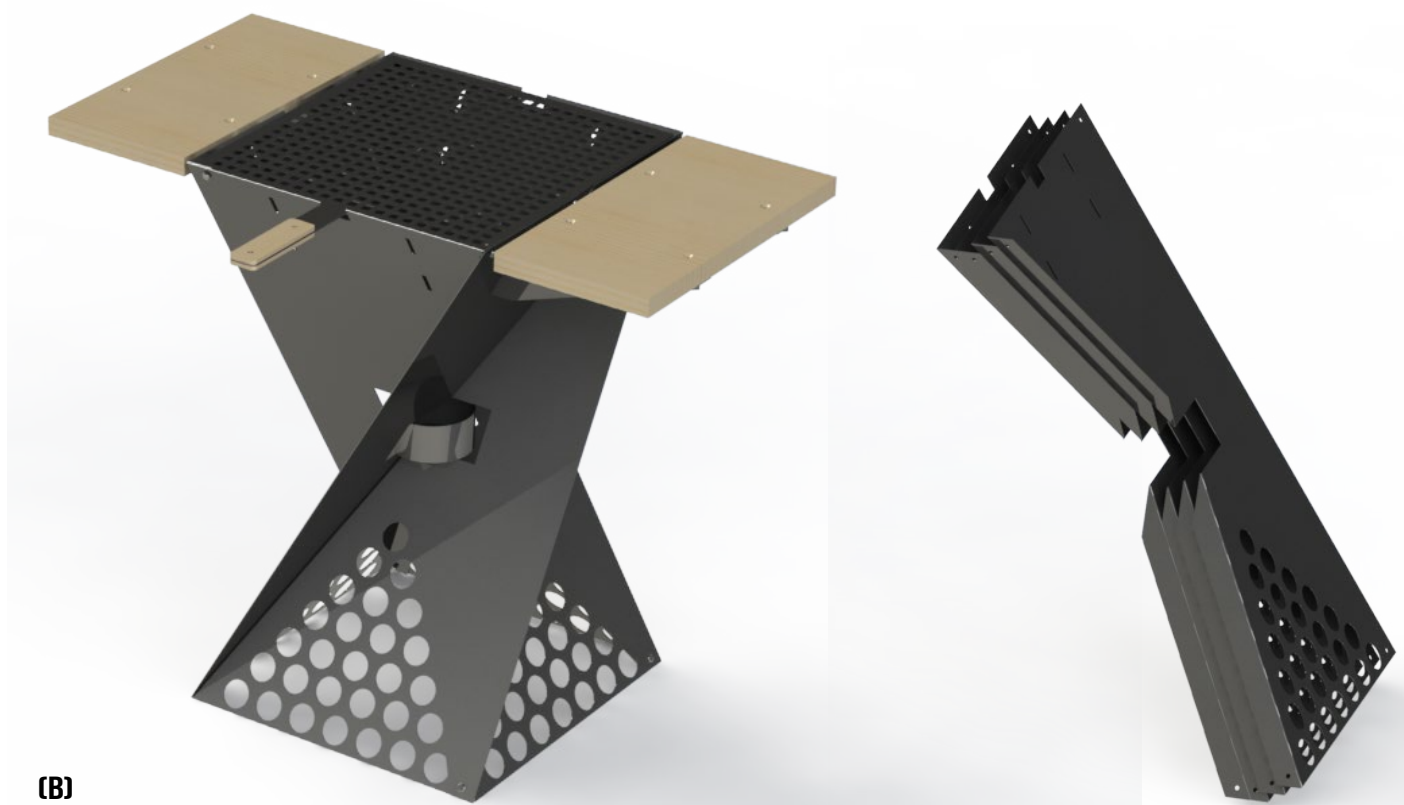
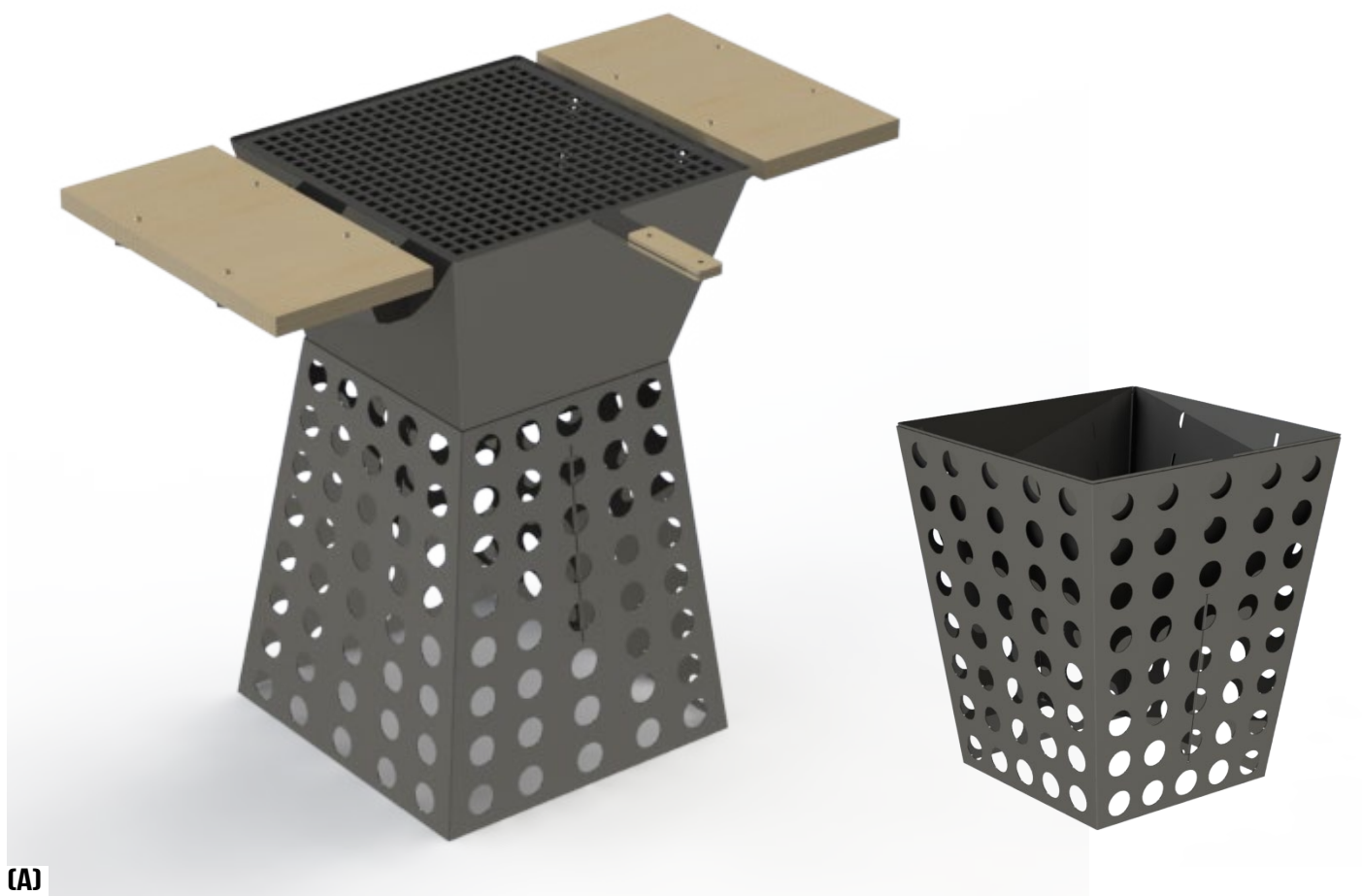
FIGUUR 20. - DRIE GEZETTE PLATEN



FIGUUR 21. - AFGEKORTE VERSIE ITERATIE 3



FIGUUR 22. - ITERATIE MET KNIK (A), GETWIST (B) EN DE ORIGINELE VORM VAN DE CHILL & GRILL (C)



FIGUUR 23. - DE ORIGINAL (A) & TWISTED (B) GEASSEMBLEERD EN VERPAKT

Hoofdstuk 4

CONCEPTFASE

In de conceptfase zijn twee concepten uitgewerkt. Het aangepaste concept van Tolhuijs, vanaf nu de “Original” genaamd, en iteratie 3 genaamd “Twisted”. Aan het einde van het hoofdstuk zijn de concepten vergeleken en is er een keuze gemaakt voor een concept.

4.1 CONCEPTUITWERKING

Beide concepten hebben dezelfde hoogte breedte en diepte als de “Chill & Grill”.

DE ORIGINAL

De Original bestaat uit een vuurkorf- en een barbecue-deel. Deze delen kunnen in elkaar gezet worden doordat het barbecue deel taps toeloopt. Twee werkplankjes kunnen aan de zijkant van het barbecue deel worden gehaakt. Er zit een los kolenrooster en grillrooster bij. Voor transport kan het barbecue deel in het vuurkorf deel worden gezet en een draagkoord aan het geheel worden bevestigd.

DE TWISTED

De Twisted bestaat vier losse platen die tegen elkaar aangezet worden. Twee werkplankjes kunnen op dezelfde manier als bij de Original aan de zijkant worden gehaakt. Er zit een los kolenrooster en grillrooster bij en ook een asbakje wat in het midden van de barbecue gezet kan worden. Voor transport kunnen de vier losse platen als een plat pakket in een doos vervoerd worden.

4.2 PROBLEMEN MET FUNCTIONALITEIT

Bij beide concepten zal de compostbak functionaliteit problemen opleveren. De grote gaten in het vuurkorf gedeelte zorgen voor te veel ventilatie waardoor het compostafval zal uitdrogen en niet zal composteren. Ook zal voor een goede compostering het compostmengsel afgesloten moeten zijn.

OPLOSSINGEN

Een oplossing voor het compostprobleem is het gebruik maken van het barbecue gedeelte als compostbak omdat hier geen gaten in zitten. Ook

kunnen de werkplankjes omgedraaid als deksel fungeren van de compostbak.

Een andere oplossing voor het ventilatieprobleem is het bijleveren van anti-worteldoek om de gaten mee af te dichten en zo een betere ventilatie te creëren.

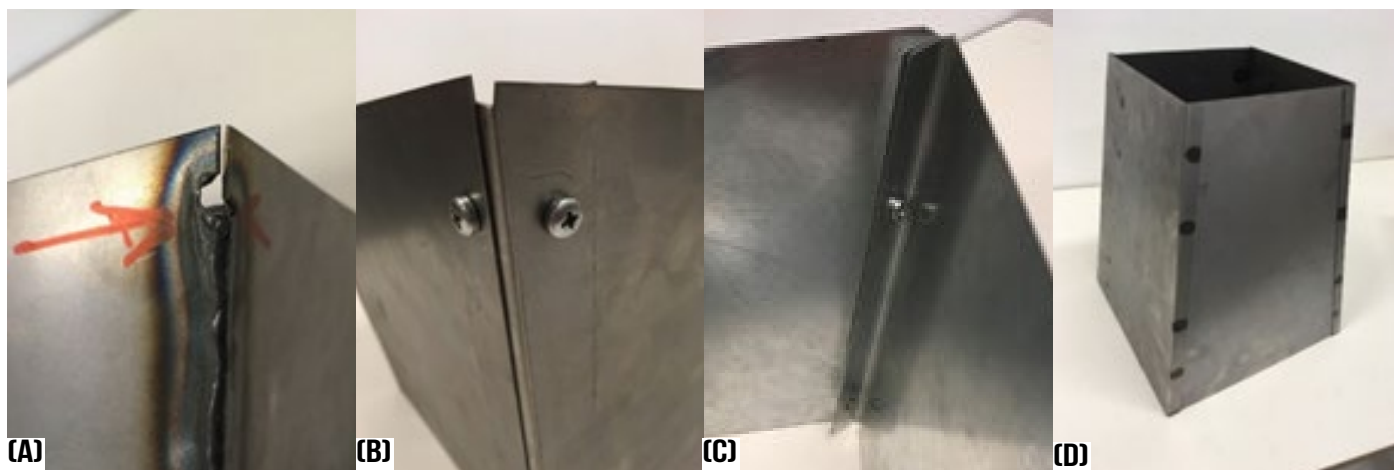
Een wens voor de compostbak is het in direct contact staan met de grond zodat wormen in het compostmengsel kunnen komen. Bij de Original kan dit door het barbecue deel direct op de grond te zetten en het vuurkorfgedeelte weg te laten. Bij de Twisted is dit niet mogelijk.

4.3 MATERIAAL

Voor beide concepten kan (roestvrij)staal en aluminium gebruikt worden als materiaal. Het voordeel van roestvrijstaal en aluminium is dat het weersbestendige materialen zijn die geen oppervlaktebehandeling nodig hebben tegen roestvorming. Een nadeel van deze materialen is dat ze circa 3x zo duur zijn dan blank staal. Het nadeel van blank staal is dat het een oppervlaktebehandeling nodig heeft om weersbestendig te zijn. Een alternatief voor bovengenoemde metalen is COR-TEN® staal. Deze staalsoort zal wel gaan roesten maar roest niet door.

Omdat het product uit plaatmateriaal gemaakt gaat worden en lichtgewicht moet zijn zal er gewerkt gaan worden met kleine plaatdiktes van 1-2 mm.

De keuze van het beste materiaal wordt behandeld in bijlage 3 en zal in hoofdstuk 5 verder worden behandeld.



FIGUUR 24. - BESCHADIGING VAN MATERIAAL DOOR BOOGLASSEN (A) , MACHINESCHROEF + MOER VERBINDING (B&C), PUNTLASSEN (D)

4.4 PROBLEMEN BIJ PRODUCTIE

Het lassen van de naden bij de Original levert problemen op. Omdat er gewerkt wordt met een kleine plaatdikte wordt er erg snel door het materiaal heen gebrand (fig. 24a) en zal het materiaal sterk vervormen.

OPLOSSING

De oplossing hiervoor is het gebruik maken van flenzen en deze aan elkaar maken door een machineschroef + moer verbinding (fig. 24b&c) of puntlassen (fig. 24d). Nadeel van puntlassen is dat het vlekken geeft op het materiaal en dat het materiaal dus een oppervlaktebehandeling nodig zal hebben. Een nadeel van het vastschroeven van flenzen is dat het arbeidsintensief werk is.

Meerdere bevestigingsmethodes voor de Original zijn op de volgende pagina weergegeven (fig. 26).

4.5 MOCK-UP

Door middel van mock-ups (fig. 25) met schaal 1:1 is gekeken hoe makkelijk de concepten verpakt (fig. 27) mee te nemen zijn. Beide mockups zijn meegenomen op de fiets (fig. 28) en in de trein tijdens spits. De Twisted was prettiger om mee te nemen aangezien het pakket in de trein in de bagagerekken, net naast of onder de stoel paste terwijl de Original hiervoor te groot was.

4.6 CONCEPTKEUZE

Beide concepten zijn in meerdere varianten onder elkaar gezet en voorgelegd aan de opdrachtgever (bijlage 4). Verder zijn de concepten door middel van een puntensysteem vergeleken (tab. 1).

De weegfactor geeft aan hoe belangrijk de opdrachtgever deze eis vindt. 3 staat voor heel belangrijk, 2 staat voor gemiddeld belangrijk en 1 staat voor niet zo belangrijk.

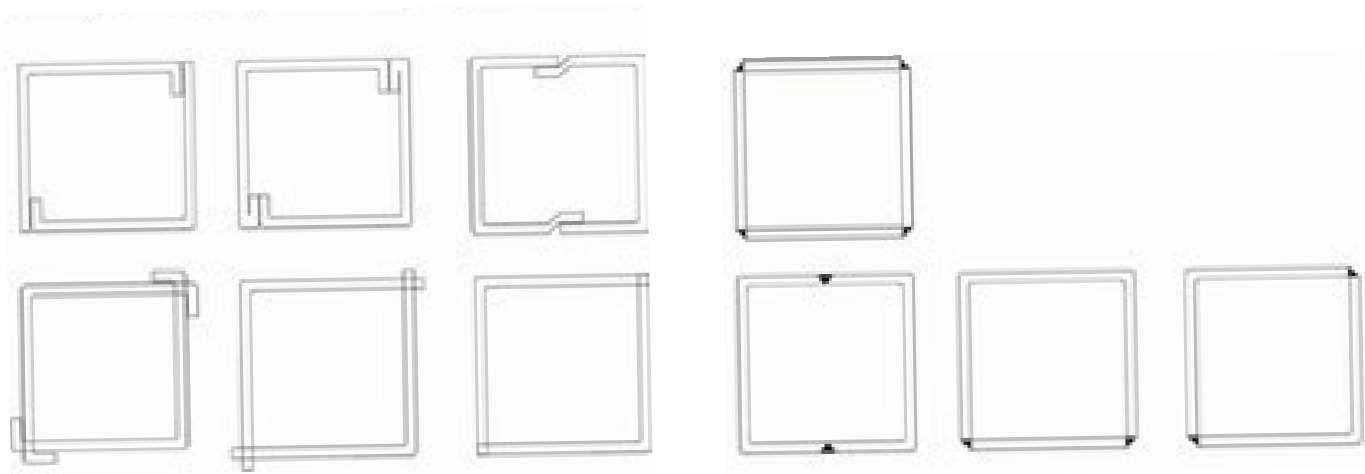
De scores die de concepten kunnen krijgen zijn 3 erg goed, 2 gemiddeld, 1 voldoet, 0 voldoet niet.

Zoals te zien is scoort de Twisted net iets beter dan de Original maar het verschil is wel minimaal.

Uiteindelijk heeft de Twisted de voorkeur gekregen van de opdrachtgever vanwege het lagere gewicht, de kleinere hoeveelheid materiaal en de daarbij horende lagere materialprijs. Ook de manier van transport en het door de mensen zelf in elkaar laten zetten sprak de opdrachtgever aan en was een reden om te kiezen voor de Twisted.



FIGUUR 25. - MOCK-UP VAN ORIGINAL EN TWISTED



FIGUUR 26. - VERSCHILLENDE VERBDINGINGSMETHODES SCHEMATISCH WEERGEGEVEN

EIS	WEEGFACTOR	ORIGINAL	TWISTED
Gewicht	3	2	3
Compactheid verpakt	3	1	3
Productie	2	1	2
Multifunctionaliteit	2	3	1
Inhoud	1	3	2
Interne productie	3	3	2
Kosten	3	1	2
Assemblage	2	3	1
Esthetisch	1	1	3
Totaal		39	43

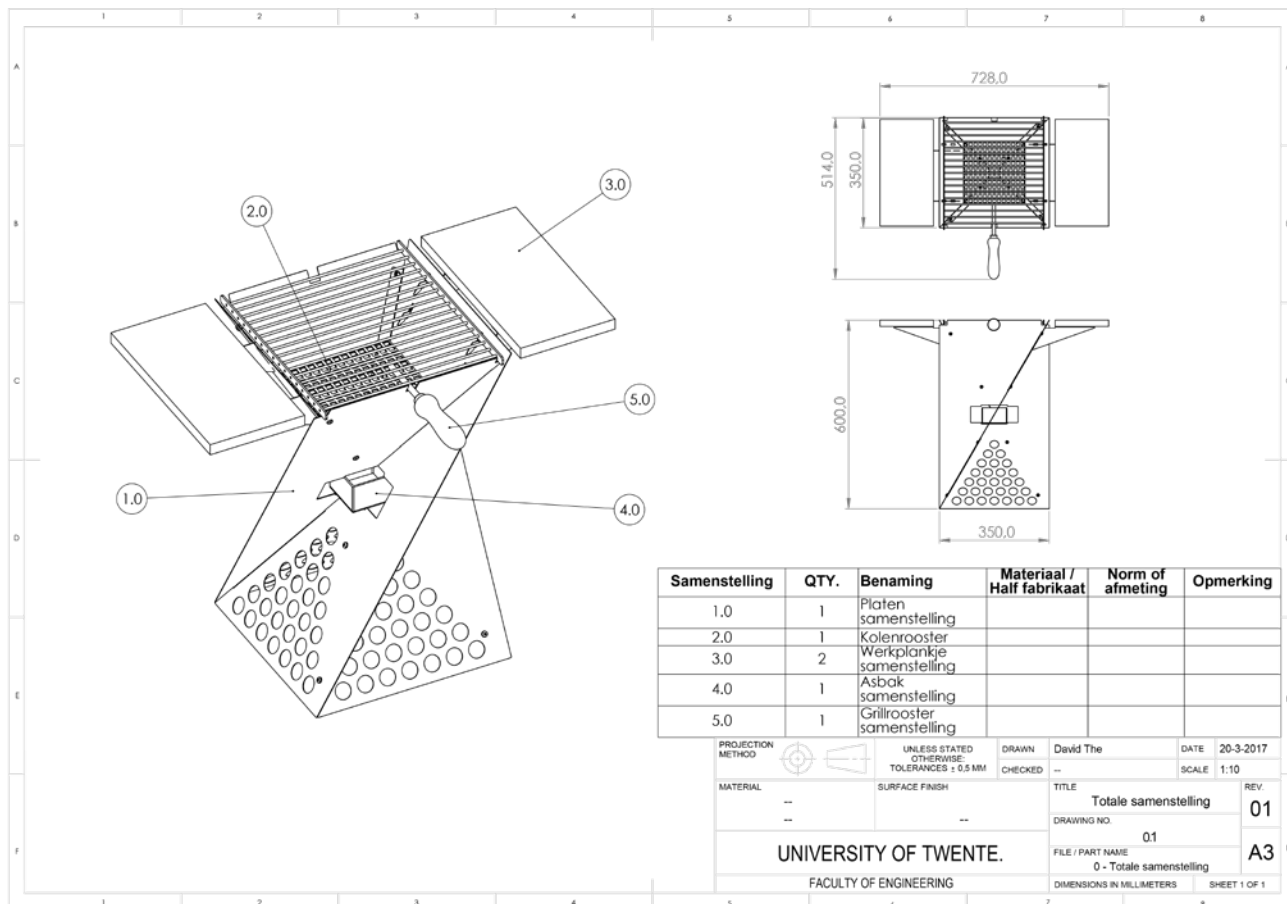
TABEL 1. - CONCEPTKEUZE



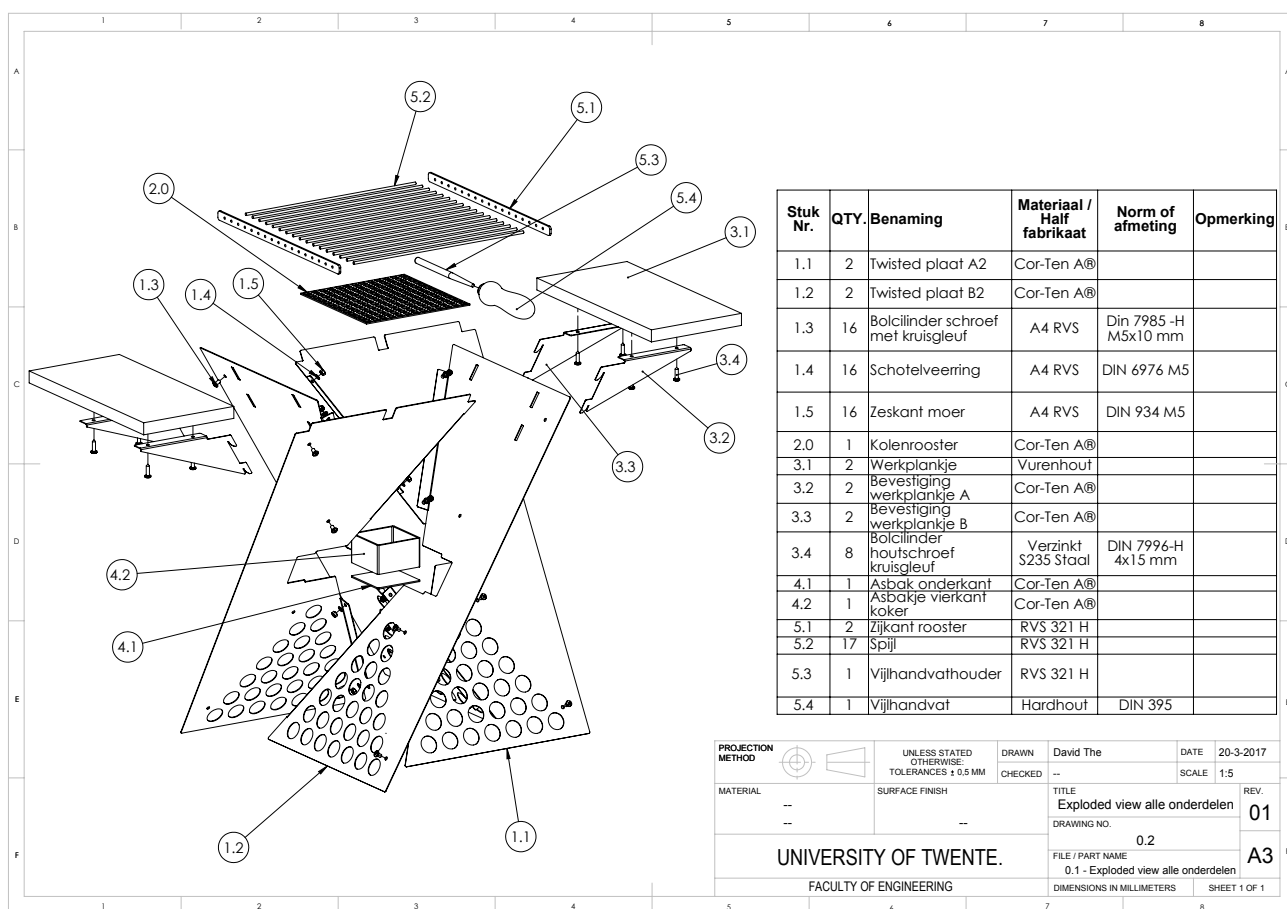
FIGUUR 27. - LOSSE ONDERDELEN VAN DE MOCK-UPS VERPAKT



FIGUUR 28. - MOCK-UP VAN DE TWISTED TIJDENS HET FIETSEN



FIGUUR 29. - SUBSAMENSTELLINGEN EN ONDERDELEN VAN DE TWISTED



FIGUUR 30. - EXPLODED VIEW VAN TWISTED

Hoofdstuk 5

EXECUTIEVE FASE

In dit hoofdstuk wordt het concept verder uitgewerkt tot een functioneel prototype. Elke subsamenstelling wordt apart besproken met het daarbij behorende ontwerpproces en ontwerpkeuzes.

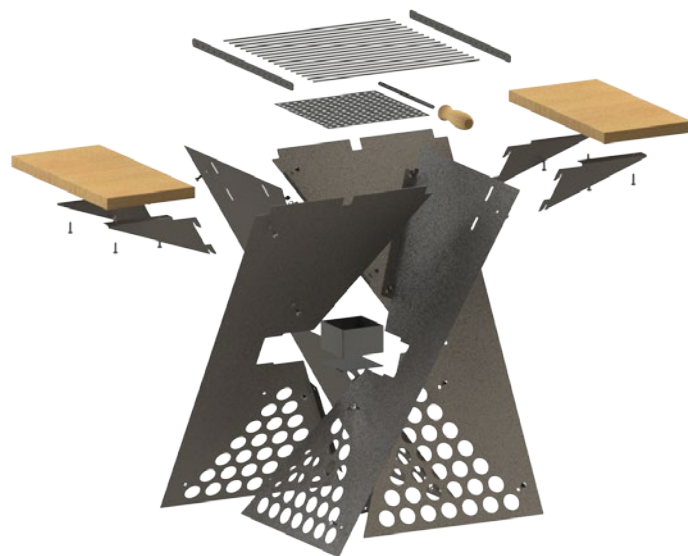
5.1 DE TOTALE SAMENSTELLING

De totale samenstelling van de Twisted bestaat uit 16 verschillende onderdelen verdeeld in vier subsamenstellingen.

- Platen samenstelling
- Werkplankjes
- Grillrooster
- Asbak

Per onderdeel is gekeken wat het beste ontwerp is door middel van iteraties en prototypes.

De platen samenstelling is de hoofdsamenstelling van de Twisted. Hier kunnen accessoires voor de vier functionaliteiten opgelegd of aan vastgemaakt worden.



FIGUUR 31. - EXPLODED VIEW VAN DE TWISTED



FIGUUR 33. - DOORSNEDE VAN DE TWISTED



FIGUUR 32. - DE TWISTED

5.1.1 PLATEN SAMENSTELLING

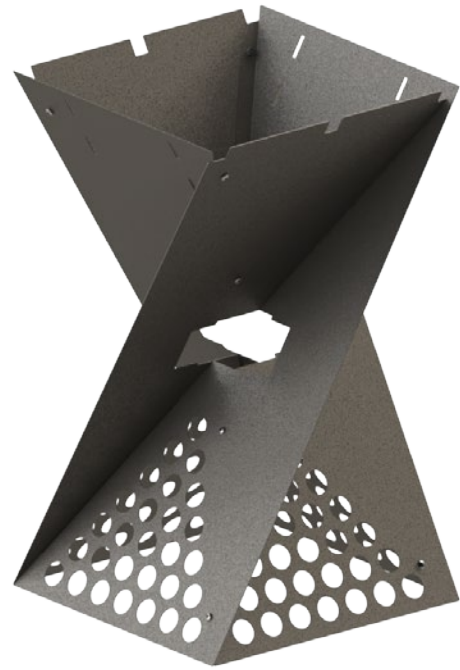
De platen samenstelling (fig. 34) bestaat uit twee sets van twee identieke platen die met elkaar verbonden aan de ene kant het barbecue, plantenbak, compostbak gedeelte vormen en aan de andere kant het vuurkorf gedeelte vormen.

GEOMETRIE

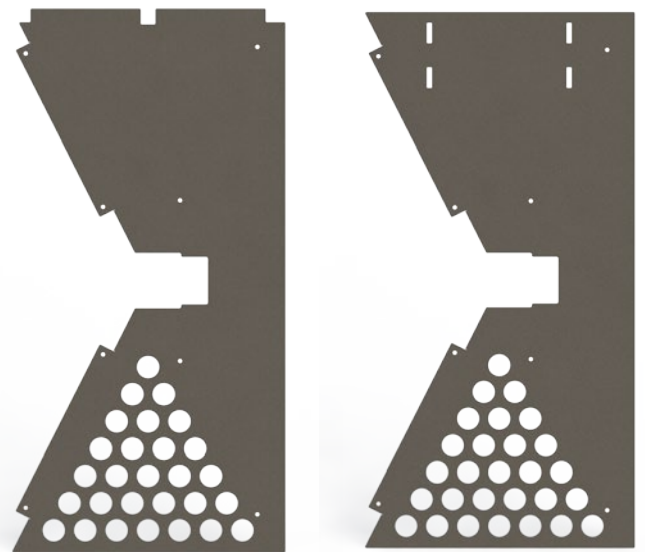
De vier platen worden door een lasersnijder gesneden, dit wordt uitbesteed aan een externe partij aangezien In-Made geen lasersnijmachine bezit. Er is overwogen de geometrie van de platen aan te passen zodat In-Made deze wel zelf kon fabriceren maar na overleg is er besloten dat het qua kosten en tijd beter is het snijwerk van de platen en de bevestigingen van de werkplankjes (paragraaf 5.1.2) uit te besteden.

De vier platen zijn onderverdeeld in twee platen A en twee platen B (fig. 35). Het verschil tussen plaat A en plaat B zijn de uitsparingen in het barbecue gedeelte. Bij plaat A zijn uitsparingen gemaakt voor het grillrooster, bij plaat B zijn uitsparingen gemaakt voor de werkplankjes. De keuze voor twee sets van twee platen in plaats van vier identieke platen is gemaakt omdat op deze manier minder overbodig snijwerk wordt gedaan en er geen ongebruikte gaten zichtbaar zijn wanneer de barbecue in gebruik is.

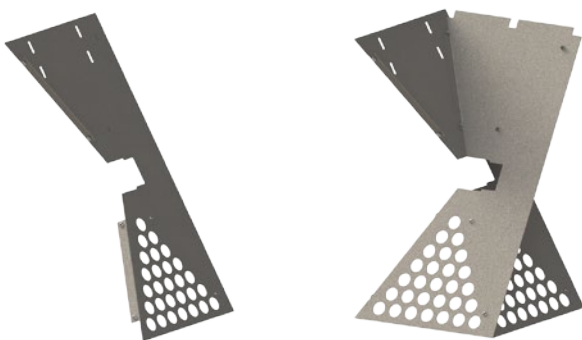
In de onderkant van alle vier de platen worden 28 ronde gaten geponst met een diameter van 30 mm (fig. 37). Deze gaten dienen als ventilatiegaten voor het vuurkorf gedeelte. Er is gekozen voor ronde gaten omdat deze gaten overeenkomen met de gaten uit het oorspronkelijke ontwerp van Tolhuys en de opdrachtgever hier liever niet van wilde afwijken. Om beklemming van kindervingers te voorkomen is een diameter groter dan 25 mm



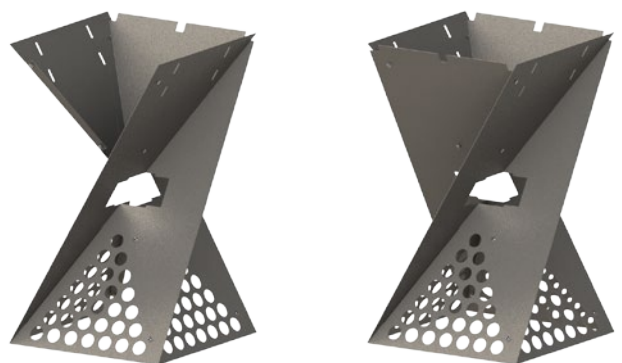
FIGUUR 34. - PLATEN SAMENSTELLING



FIGUUR 35. - PLAAT A & PLAAT B



FIGUUR 36. - IN ELKAAR ZETTEN VAN DE PLATEN SAMENSTELLING



vereist [8]. Er is gekozen voor een diameter van 30 mm omdat volwassen vingers deze diameter niet halen [9] en de gaten dus voor kinderen en volwassenen veilig zijn.

In het midden van de vier platen wordt een uitsparing gesneden waar de asbak in gezet kan worden (fig. 38). In deze uitsparing zit een verdieping waardoor de asbak, eenmaal geïnstalleerd, niet per ongeluk verschuift of uit het product valt.

Alle scherpe hoeken zijn afgerond, hiermee wordt voorkomen dat de gebruiker zich verwond aan de hoeken.

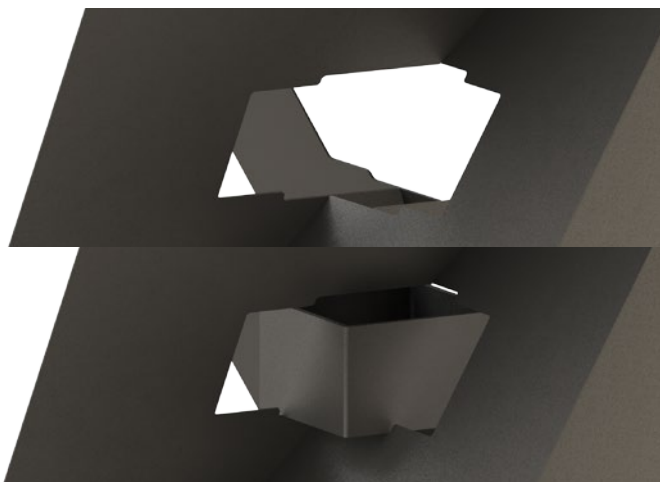
VERBINDINGSMETHODE

Voor de verbindingmethode tussen de vier platen zijn drie opties onderzocht:

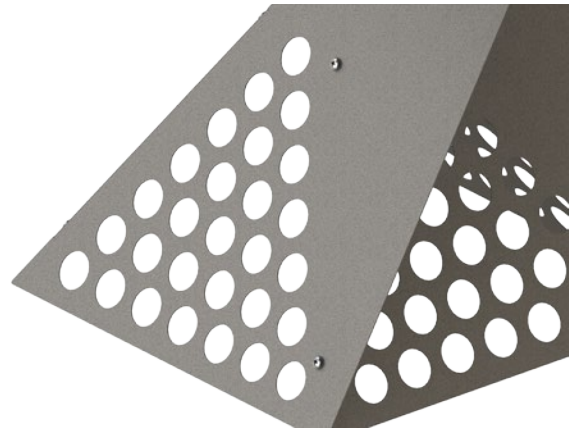
- Verbinding door middel van een machineschroef + moer verbinding
- Verbinding door middel van scharnieren tussen de platen
- Verbinding door middel van pen-en-gat verbinding tussen de platen

Elke methode heeft zijn voor- en nadelen, een uitgebreide vergelijking en overzicht van deze voor- en nadelen is te vinden in bijlage 5.

Er is gekozen voor een machineschroef + moer verbinding. Bij deze methode worden de platen zo gesneden dat er flenzen gezet kunnen worden aan de plaat. Per flens zijn twee gaten gesneden met een diameter van 5 mm waar een RVS DIN



FIGUUR 38. - PLAATSIJNG VAN DE ASBAK



FIGUUR 37. - DETAIL VAN DE VENTILATIEGATEN VAN DE VUURKORF

7985-H A4 - M5x10mm bolcilinderkop schroef met kruisgleuf doorheen gestoken kan worden (fig. 39a). Als de platen tegen elkaar aangezet worden lijnen de verschillende gaten uit en kunnen de platen door middel van de schroef in combinatie met een RVS schotelveerring DIN 6796 A4 M5 en een RVS DIN 934 A4 moer (fig. 39b) vastgezet worden. Er is gekozen de moer te borgen door middel van een schotelveerring zodat de moer niet lostrilt bij het verplaatsen of draaien van het product.

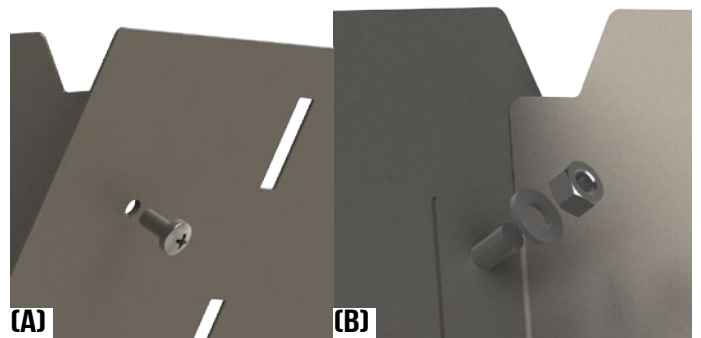
MATERIAAL

De platen worden gemaakt van COR-TEN A® staal. Hiervoor is gekozen omdat dit materiaal goedkoper is dan gecoat blank staal of RVS en toch hitte- en corrosiebestendig is. Ook geeft het geen giftige stoffen af bij verhitting. Het nadeel van dit materiaal is dat de roest die op den duur op het materiaal ontstaat licht afgeeft.

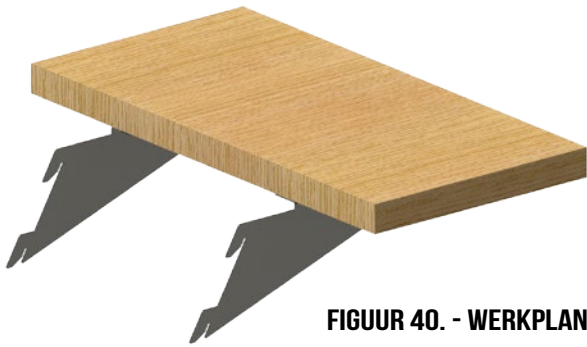
De platen worden vanwege de dikte koudgewalst en verder onbehandeld gebruikt.

PRODUCTIEMETHODE

De platen worden extern met een lasersnijmachine gesneden. Hier worden de contouren, de uitsparingen en de gaten in de flenzen gesneden. Bij In-Made kunnen de platen worden gezet en de gaten voor het vuurkorf gedeelte worden geponst.



FIGUUR 39. - SCHROEF (A), SCHOTELVEER EN MOER (B)



FIGUUR 40. - WERKPLANKJE

5.1.2 WERKPLANKJES

De werkplankjes (fig. 40) bestaan uit een vurenhouten plank met afmeting 170x340x20 mm met daaronder twee steunen van COR-TEN A® staal. Voor de bevestiging van de werkplankjes aan de platen samenstelling zijn meerdere opties overwogen (zie bijlage 6). Uit deze opties is de bevestiging gekozen met twee haakjes die in de zijkant van het barbecue deel kunnen haken. Dit is een oplossing die in de praktijk al veel wordt gebruikt zoals bijvoorbeeld bij plankdragers (fig. 41) en daarom een bewezen sterke oplossing is.

Er is gekozen voor vurenhout omdat dit een goedkope, lichte en redelijk weersbestendige houtsoort is. De planken moeten op maat gezaagd worden en op twee plekken worden voorgeboord zodat de steunen met een houtschroef vastgemaakt kunnen worden aan de plank (fig. 42).

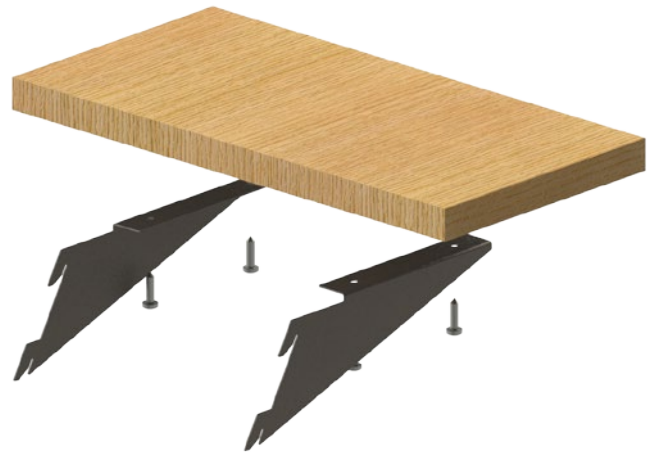
De steunen worden extern gesneden en vervolgens gezet. Er is een A-versie en een B-versie waarbij bij de verschillende versies de flens een andere kant op is gezet. In de flenzen zijn twee gaten gesneden met een diameter van 5 mm. De plank wordt aan de steun bevestigd door twee elektrolytisch verzinkte DIN 7996-H 4x15mm houtschroeven. Er is gekozen voor verzinkte



FIGUUR 41. - HANDSON© PLANKDRAGER

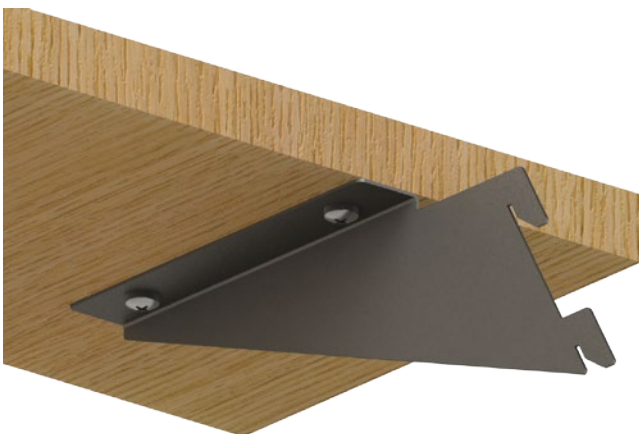
schroeven aangezien deze schroeven een stuk goedkoper zijn dan roestvrijstalen schroeven maar wel corrosiebestendig zijn. En aangezien de schroeven niet heet worden zullen er geen giftige stoffen afgeven worden.

Er is gekozen voor een diameter van 4 mm zodat er nog een beetje speling zit tussen de schroef en het gat. Op deze manier kunnen de steunen nog een beetje verschoven worden indien ze net niet goed in de gleuven van de barbecue vallen.



FIGUUR 43. - EXPLODED VIEW WERKPLANKJE

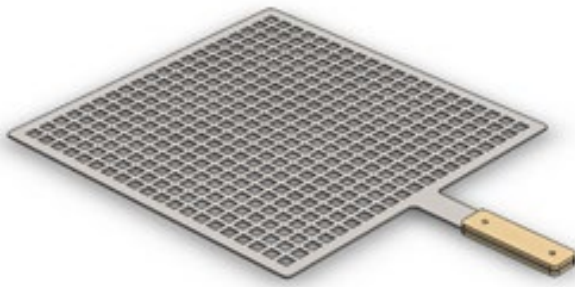
Een bijkomende functie van de werkplankjes is dat ze door hun afmeting (170x340 mm) ook gebruikt kunnen worden als deksel van de Twisted. Op deze manier kan de compostbak afgesloten worden en de Twisted gebruikt worden als bijzettafeltje of krukje.



FIGUUR 42. - BEVESTIGING STEUN AAN PLANKJE



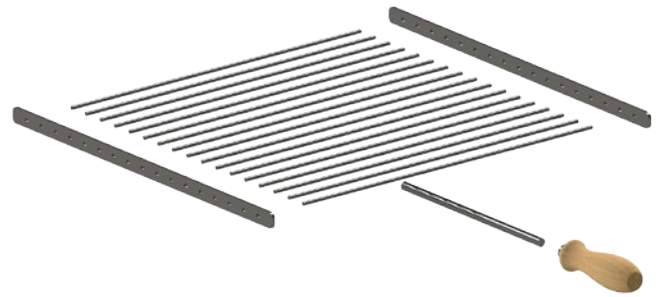
FIGUUR 44. - BEVESTIGING WERKPLANKJE AAN BARBECUE



FIGUUR 45. - EERSTE VERSIE GRILLROOSTER

5.1.3 GRILLROOSTER

Meerdere iteraties zijn gemaakt om het ideale grillrooster te ontwerpen (bijlage 7). De eerste versie van het grillrooster (fig. 45) bestond uit een stuk geperforeerde RVS plaat met daaraan een handvat gelast. Omdat een dergelijk stuk geperforeerd plaat erg duur bleek om te gebruiken is er een alternatief bedacht. Dit alternatief bestaat uit twee staanders van AISI 321H RVS platstaal met daarin 17 geboorde gaten waar 17 stukken AISI 321 H RVS rond stafmateriaal in vast gelast worden. Een anders stuk staf materiaal wordt vast gelast als handvat en bevestigd aan een hardhouten vijlhandvat DIN 395 [10] (fig 46&47). De keuze voor AISI 321H RVS is gemaakt aangezien deze staalsoort goed tegen temperaturen boven de 550° C bestand is [11] corrosiebestendig is en geen giftige stoffen afgeeft aan het voedsel. De keuze voor het vijlhandvat DIN 395 (140 mm lang) is gemaakt na een opmerking van In-Made dat het goedkoper



FIGUUR 46. - EXPLODED VIEW GRILLROOSTER



FIGUUR 47. - GRILLROOSTER

was deze in te kopen dan zelf een handvat te fabriceren. Er is gekozen voor de lengte van 140 mm zodat een $P_{97.5}$ man het handvat nog prettig kan vasthouden [9] en vanwege de grootte van het gat waar normaalgesproken de vijl in gemonteerd wordt. Bij de lengtes onder de 140 mm heeft dit gat een te kleine diameter of een stevige bevestiging aan het rooster te garanderen. Bij een lengte van 140 mm is dit gat 9mm groot en kan er dus een stuk rond staf met diameter 9 mm gebruikt worden om het vijlhandvat aan het rooster te bevestigen.



FIGUUR 48. - PLAATSIING VAN GRILLROOSTER IN DE BARBECUE

De afmetingen van het rooster zijn 340x340 mm waarmee het een oppervlakte heeft van 1156 cm². Het rooster wordt bovenop het barbecue deel van de platen samenstelling gelegd in de daarvoor uitgesneden uitsparingen (fig. 48).

De zijanten van het rooster en de spijlen van het rooster worden geslepen tot een oppervlakteruwheid van 0.5 µm. Dit is een oppervlakteruwheid die vaak gebruikt wordt in toepassingen voor de voedingsmiddelenindustrie [12] aangezien vuil met deze oppervlakteruwheid makkelijk te verwijderen is van het materiaal.

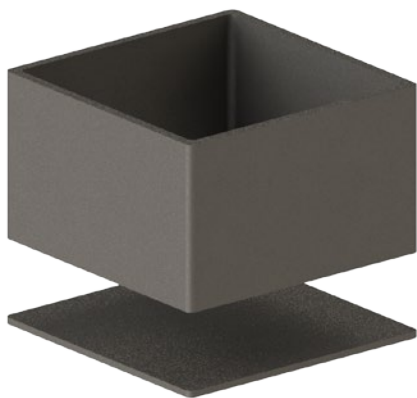
5.1.4 ASBAK

De eerste versie van de asbak bestond uit een ronde stalen koker (fig. 49) waar aan de onderkant een uitgesneden stalen plaatje werd vast gelast.

In overleg met In-Made is er besloten de asbak vierkant te maken, zo kan In-Made de bak intern produceren en zijn de kosten lager omdat er geen snijwerk aan te pas komt. Deze vierkante versie bestaat uit een koker met buitenmaten 80x80 mm en een materiaaldikte van 2 mm. Hierop wordt een plaatje met dezelfde afmetingen en dikte vast gelast (fig. 50). Het materiaal van beide onderdelen is COR-TEN A®.



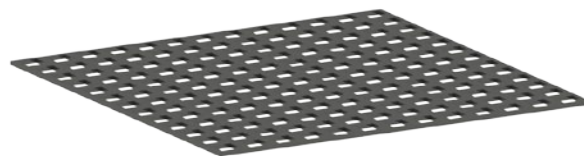
FIGUUR 49. - EERSTE EN LAATSTE VERSIE ASBAK



FIGUUR 50. - EXPLODED VIEW ASBAK

5.1.5 KOLENROOSTER

Voor het kolenrooster (fig. 51) is een C10 U15 geperforeerde COR-TEN A® plaat van 2 mm dik gekozen. Er is gekozen voor geperforeerde plaat omdat dit de meest simpele oplossing is voor het kolenrooster, de plaat hoeft namelijk alleen maar op de juiste afmetingen te worden geknipt.



FIGUUR 51. - KOLENROOSTER

De hoogte en breedte van het gat van 10 mm in combinatie van een gatafstand van 15 mm zorgt ervoor dat er genoeg lucht door het rooster kan stromen maar de kolen of briketten niet zo snel door het rooster heen zullen vallen. De grootte van het rooster zorgt ervoor dat het een afstand van 12 cm heeft tot het grillrooster. Dit is in de meeste barbecues de gebruikelijke afstand tussen kolen- en grillrooster.

5.1.6 BEVESTIGINGSMATERIALEN

Zoals eerder genoemd worden de volgende bevestigingsmaterialen gebruikt:

DIN 7985-H A4 M5x10mm bolcilinder schroef met kruissleuf [13]

DIN 6796 A4 M5 schotelveerring [14]

DIN 934 A4 zeskant moer [15]

DIN 7996-H 4x15mm bolcilinder houtschroef met kruissleuf [16]

De bevestigingsmaterialen van de platen samenstelling zijn van RVS om corrosie tegen te gaan zonder giftige stoffen af te geven bij verhitting. Er is gekozen de A4 RVS kwaliteit omdat dit de meest corrosiebestendige kwaliteit is en deze kwaliteit ook bestand is tegen zuren die het voedsel op de barbecue zou kunnen afgeven. De verbeterde duurzaamheid weegt hier op tegen de 1,5x duurdere kostprijs van A4 RVS ten opzichte van A2 RVS.



FIGUUR 52. - DEFINITIEF PROTOTYPE

5.2 PROTOTYPE

Om te kunnen testen of de Twisted voldoet aan het programma van eisen zijn er prototypes gemaakt van de platen samenstelling en de werkplankjes (fig. 52). Deze prototypes zijn op schaal 1:1 gemaakt om een realistische interpretatie te krijgen van afmetingen en gewicht en om te kunnen testen of de constructie sterk en stijf genoeg is. De werktekeningen van alle onderdelen van de Twisted zijn te vinden in confidentiële bijlage 4.

Verder is er in een eerder stadium van het ontwerpproces door In-Made een prototype gemaakt van de Original (fig. 53). Dit prototype is gebruikt om te testen hoe het materiaal reageert op een hoge temperatuur (fig. 54).



FIGUUR 54. - ENKELE TESTS

FIGUUR 53. - PROTOTYPE DOOR IN-MADE

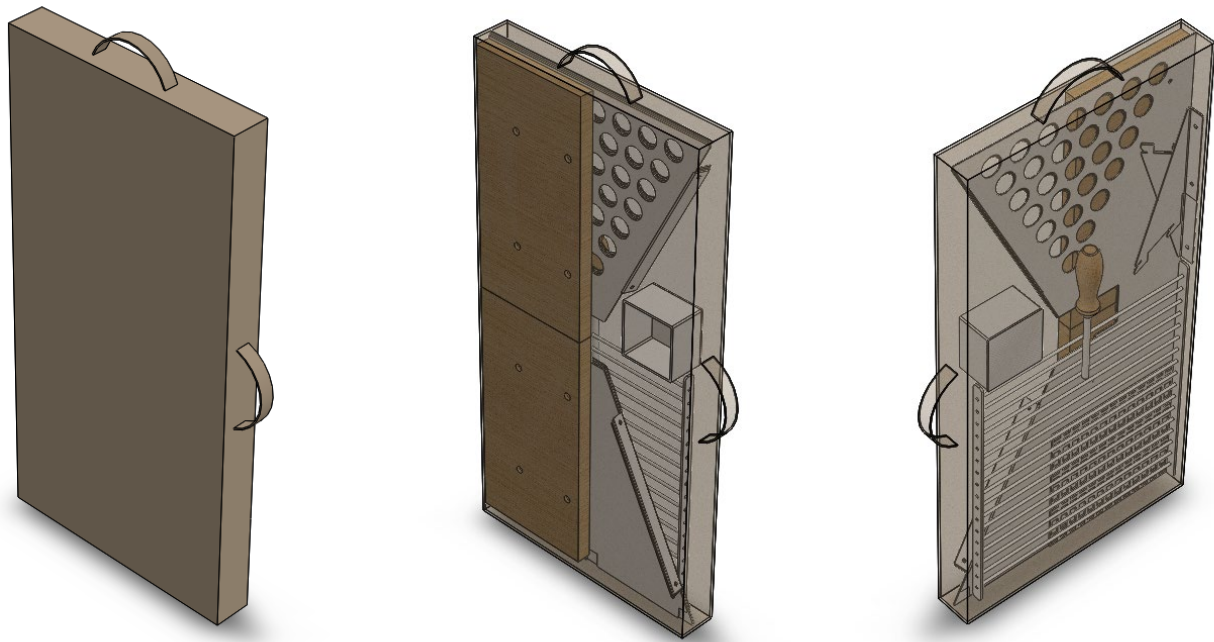
5.3 TESTS

Enkele eisen vanuit het programma van eisen zijn getest aan de hand van de prototypes. Een uitgebreid verslag van de tests is te vinden in bijlage 9.

Conclusies van de tests zijn dat het product binnen de gestelde afmetingen valt, zowel verpakt als geassembleerd. Het product heeft een prettige werkhoogte om zittend bediend te worden. Verder valt het product binnen het gewicht van 10 kg, kan het product door 1 persoon in elkaar gezet worden en kan het product met 1 hand getild worden. Ook gaat het materiaal niet kapot onder hoge temperatuur. Wel vervormt het materiaal dusdanig dat er aanpassingen moeten worden gedaan aan het ontwerp. Er bestaat anders de kans dat bepaalde accessoires niet goed meer in het product passen.

Ook moet de kanttekening worden geplaatst dat de gebruiksvriendelijkheid van het product nu alleen door de ontwerper is getest. Om te voorkomen dat "de slager zijn eigen vlees keurt" zal er nog een uitgebreid gebruiksonderzoek met verschillende mensen uit de doelgroep moeten plaatsvinden. Pas dan kan er met zekerheid worden gezegd dat het product gebruiksvriendelijk is.

Ook zijn afgezien van de werkplankjes de overige accessoires niet getest. Deze accessoires zouden nog getoetst moeten worden aan de bijbehorende PvE's.



FIGUUR 55. - DE TWISTED HANDZAAM VERPAKT

5.4 VERPAKKING EN TRANSPORT

Als verpakking voor de Twisted wordt een 1,5 mm dikke E-golf kartonnen doos gebruikt. Deze doos is sterk genoeg om de Twisted met alle accessoires en bevestigingsmaterialen te vervoeren (fig. 55). Idealiter zitten er twee kunststof handvatten op de doos, net zoals bij monitor of tv dozen (fig. 56&57) zodat de Twisted op twee manieren gedragen kan worden. Als het niet mogelijk of te duur is een doos met twee handvatten te gebruiken voldoet één handvat aan de lange zijde van de doos. De doos kan dan als een grote koffer gedragen worden. Als de Twisted op de meest efficiënte manier is verpakt heeft het geheel een buitenmaat van 700x350x50 mm. Rekening houdend met een speling van 6mm zodat de onderdelen nog goed uit de doos gehaald kunnen worden komt de doos op een binnenmaat van 706x356x56 mm en een buitenmaat van

709x359x59 mm, afgerond 71x36x60 cm. Van deze dozen kunnen er maximaal 129 op een Europallet met afmetingen 120x80 cm worden gestapeld, dit kan in drie verschillende configuraties (fig. 58). Met de afmeting 118x78x213 cm valt dit geheel binnen de maximumlaadhoogte van 220 cm [17]. Ook het laadgewicht van 1045 kg valt binnen het maximumlaadgewicht dat een Europallet kan hebben [18].

Er kunnen 33 pallets vervoerd worden per vrachtwagenlading (fig. 59). De totale hoeveelheid pallets en vrachtwagenladingen zijn te vinden in confidentiële bijlage 2.

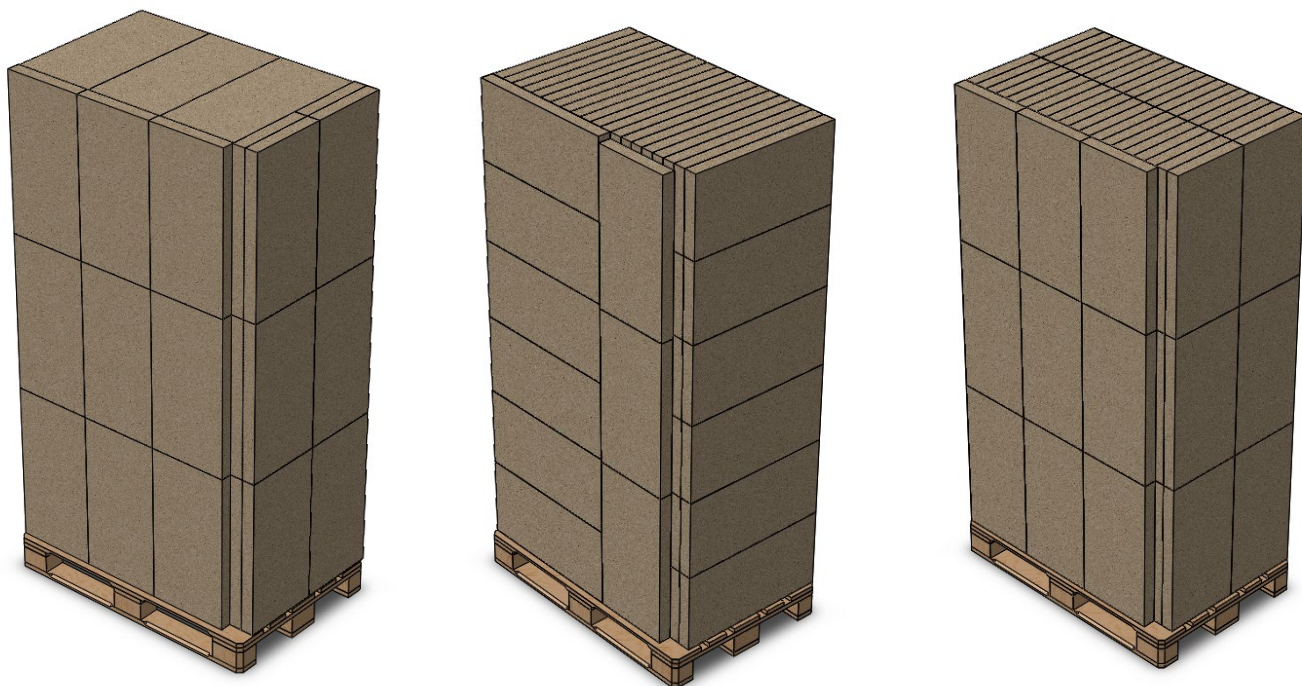
Er kan uiteraard voor worden gekozen minder lagen te stapelen per pallet zodat de pallets handelbaarder worden, er zullen dan in totaal wel meer vrachtwagenladingen nodig zijn.



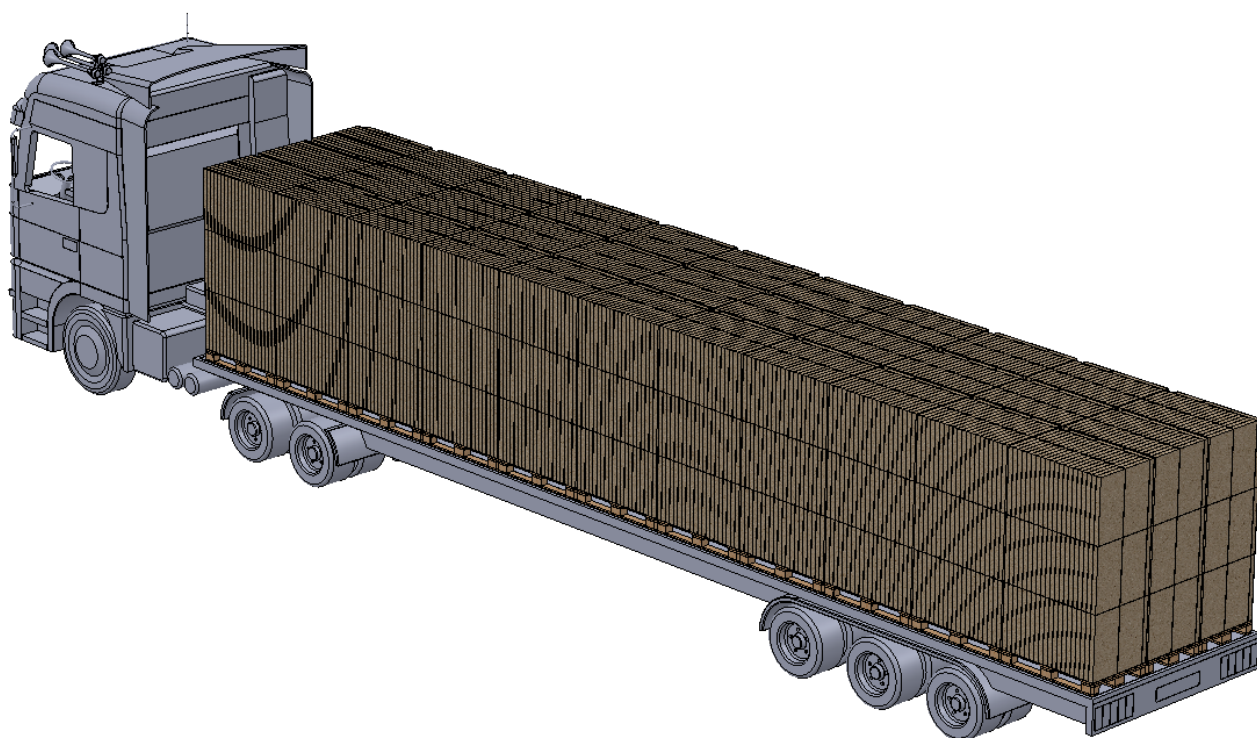
FIGUUR 56. - TV DOOS MET KUNSTSTOF HANDVAT



FIGUUR 57. - KUNSTSTOF HANDVAT



FIGUUR 58. - BELADEN PALLETS IN VERSCHILLENDE CONFIGURATIES



FIGUUR 59. - BELADEN PALLETS OP OPLEGGER

5.5 GEBRUIK ALS CONSUMENTENPRODUCT

In onderstaande visuals is weergegeven hoe het product gebruikt zou kunnen worden. Hierbij zijn de verschillende functionaliteiten uitgelicht.



FIGUUR 60. - DE TWISTED ALS PLANTENBAK (A), VUURKORF (B), COMPOSTBAK (C), EN BARBECUE (D)

5.6 TECHNISCHE SPECIFICATIES EN GEWICHT PER ONDERDEEL

In onderstaand schema zijn de technische specificaties en het gewicht per onderdeel weergegeven. Het totale product bestaat uit 90 onderdelen en weegt 8,237 kg.

ONDERDEEL NR.	NAAM	AANTAL	MATERIAAL	GEWICHT IN GRAM P/S	GEWICHT KG P/S	GEWICHT KG TOTAAL
1	Twisted plaat A	2	COR-TEN A®	1302,0	1,302	2,604
2	Twisted plaat B	2	COR-TEN A®	1307,0	1,307	2,614
3	DIN 7985-H A4 M5x 10 mm	16	A4-RVS	2,8	0,003	0,045
4	DIN 6796 A4 M5	16	A4-RVS	1,5	0,002	0,024
5	DIN 934 A4 M5	16	A4-RVS	0,4	0,000	0,006
6	Kolenrooster	1	COR-TEN A®	360,0	0,360	0,360
7	Werkplankje	2	Vuren hout	392,4	0,392	0,785
8	Bevestiging werkplankje A	2	COR-TEN A®	69,7	0,070	0,139
9	Bevestiging werkplankje B	2	COR-TEN A®	69,7	0,070	0,139
10	DIN 7996-H 4x15mm	8	Verzinkt staal	4,2	0,004	0,034
11	Zijkant rooster	2	RVS 321 H	39,4	0,039	0,079
12	Spijl	17	RVS 321 H	49,0	0,049	0,833
13	Handvat	1	RVS 321 H	30,2	0,030	0,030
14	Vijlhandvat DIN 395 120mm	1	Hardhout	48,5	0,049	0,049
15	Asbakje onderkant	1	COR-TEN A®	149,7	0,150	0,150
16	Asbakje ring	1	COR-TEN A®	346,0	0,346	0,346
TOTAAL		90				8,237

TABEL 2. - ONDERDELEN

5.7 KOSTEN

Om te berekenen of de Twisted binnen de gestelde productiekostprijs zou vallen is een kostenberekening gedaan. Deze kostenberekening is te vinden in condifentiële bijlage 3. Het materiaalgebruik en de arbeidskosten zijn in deze berekening berekend. Deze kosten vallen ruim binnen het budget. Verder is er met een btw tarfief gerekend van 21% wat dus een negatieve schatting oplevert. De btw zou namelijk afgetrokken kunnen worden als deze uitgave nog binnen het drempelbedrag giften valt [19].

De machinekosten zijn in dit overzicht nog niet meegenomen omdat ze slecht te berekenen zijn, maar deze kosten passen nog binnen het budget. Ook zou er voor het totaalplaatje de logistieke kosten en verpakkingskosten nog meegenomen moeten worden, maar omdat deze kosten niet tot de productiekosten horen zijn ze hier niet berekend. Een kostenberekening door In-Made heeft bevestigd dat de productiekostprijs binnen de limiet valt.

5.8 TOETSING AAN PVE

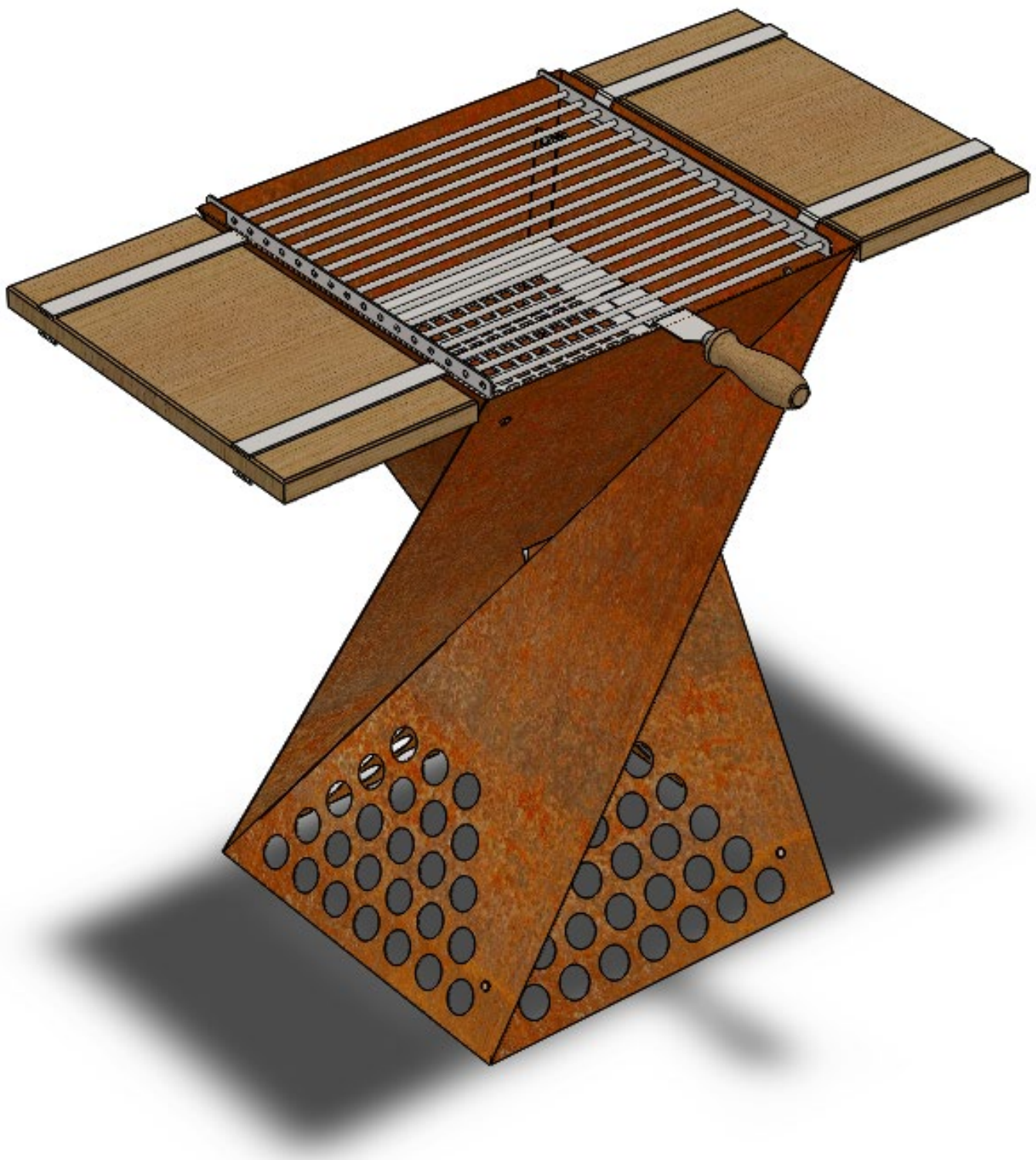
Terugblikkend op het PVE zijn bijna alle eisen getest en is aan bijna alle eisen voldaan.

Dingen die nog verder onderzocht moeten worden zijn:

- Of het product door 1 persoon, zonder handleiding, in elkaar gezet kan worden
- Of het product blijft functioneren tot temperaturen van 700° Celsius
- Of het product weersbestendig is voor minimaal 5 jaar
- Of de roestlaag van het COR-TEN® staal afgeeft

Verder moet bij de accessoires alleen nog getest worden of:

- Het grillrooster bestand is tegen een last van 2kg.
- Het grillrooster goed schoon te maken is.



FIGUUR 61. - AANPASSINGEN AAN DE TWISTED NA AANBEVELINGEN

Hoofdstuk 6

AANBEVELINGEN

6.1 REFLECTIE BEGIN- EN EINDPRODUCT

Deze opdracht begon met de aanbesteding van Tolhuijs en de daaruit voortgekomen Chill & Grill (fig. 63a). Dit idee is verder uitgewerkt tot een volwaardig concept. Verder is een tweede concept ontwikkeld en uitgewerkt, gebaseerd op het idee van Tolhuijs. Dit nieuwe idee, de Twisted, bevat dezelfde vier functionaliteiten als de Chill & Grill alleen is de primaire vorm anders (fig. 63b). Deze aanpassing van de vorm heeft meerdere voordelen ten opzichte van het originele ontwerp. Ten eerste sluit de vorm beter aan bij de huidige trends. Het is een dynamischer vorm dan het originele ontwerp. Verder heeft de Twisted een lager gewicht en betere transporteerbaarheid, dit komt door de knock-down structuur. De gebruiker kan het product thuis zelf in elkaar zetten waardoor het ingepakte product een stuk kleiner is dan het originele ontwerp van Tolhuijs. Wel kunnen er nog dingen verbeterd worden aan het ontwerp en zullen er nog enkele dingen onderzocht moeten worden eer het product in productie genomen kan worden.

6.2 AANBEVELINGEN

Hieronder staan enkele aanbevelingen voor de verdere ontwikkeling van het product.

1. Aanpassing as opvangsysteem

Het huidige as opvangsysteem bestaat uit een kolenrooster, een grote inkeping in het midden van de vier platen en de daarin gezette asbak. Aan deze manier van as opvangen kleven voordelen en nadelen. Ook zijn er alternatieve manieren voor het opvangen van as bedacht, deze zijn in bijlage 10 weergegeven.

Voor de meest esthetische oplossing kom je uit bij de oplossing “Ronde binnenbak” voor de meest praktische oplossing blijf je toch bij de originele oplossing.

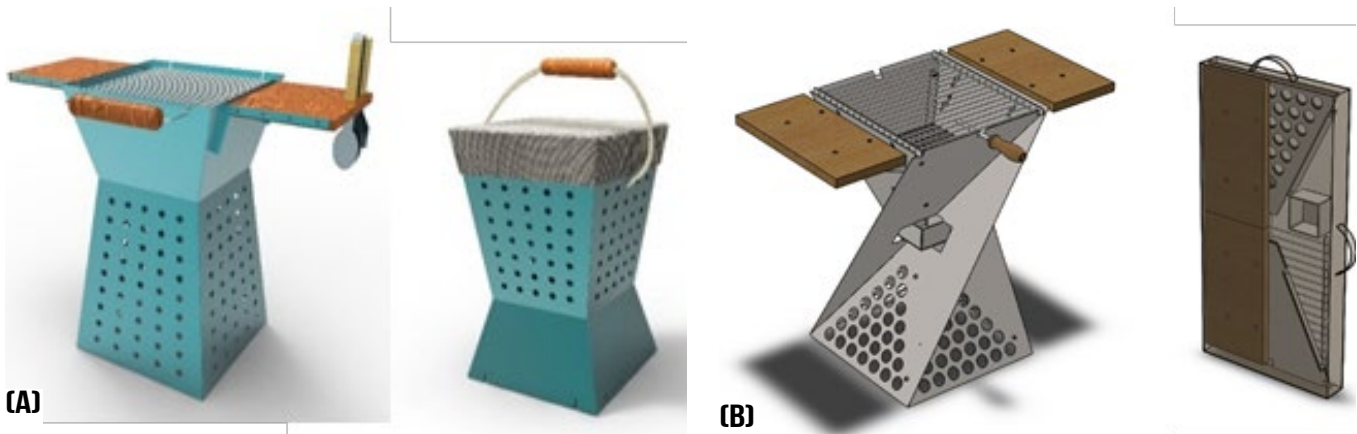
Verder zouden de bovenste drie gaten van het vuurkorfgedeelte weggelaten kunnen worden zodat er meer as in de bak en niet door de gaten heen valt.

2. Aanpassing ophanging werkplankjes

De barbecue zal vervormen door de warmteontwikkeling. Hierdoor bestaat de kans dat de ophanging van de werkplankjes niet goed meer in de uitsparingen aan de zijkant van de barbecue past. Verder zorgt de huidige manier van bevestiging voor een 4-tal gleuven in de zijkant die er, wanneer niet in gebruik door de werkplankjes, erg rommelig ogen en het strakke uiterlijk van de barbecue te niet doen. Daarom is er een herontwerp gemaakt van de ophanging. Door de plankjes aan de rand op te hangen door twee stalen profielen die aan de rand klemmen (fig. 64) zijn er geen uitsparingen meer nodig in de zijkant van de barbecue. Dit oogt prettiger en tevens zal bij vervorming van de zijkant deze ophangmethode nog steeds toepasbaar zijn. Het principe is met een simpel testje getest (fig. 65&66) en werkt. De stijfheid en sterkte zal nog nader onderzocht moeten worden. Overigens kan ervoor gekozen



FIGUUR 62. - PROTOTYPES VAN NIEUWE EN OORSPRONKELIJKE CONCEPT



FIGUUR 63. - HET OORSPRONKELIJKE (A) EN NIEUWE CONCEPT (B) IN ELKAAR GEZET EN INGEPAKT

worden de gleuven en de daarbij behorende bevestigingsmethode te behouden, de gleuven dienden dan wel groter gemaakt te worden zodat ze na vervorming nog steeds gebruikt kunnen worden.

3. Aanpassing ophanging rooster

Voor het rooster geldt hetzelfde probleem als met de ophanging van de werkplankjes, namelijk dat de uitsparingen waar het rooster invalt door vervorming van de plaat niet meer te gebruiken zijn en verder niet prettig ogen. De oplossing hiervoor is het rooster zo te ontwerpen dat het op de bovenkant van de barbecue ligt en ook een beetje kan schuiven over de bovenkant zodat vervormingen geen invloed hebben op het rooster.

Er kan ook gekozen worden de uitsparingen groter te maken zodat vervorming van het materiaal geen invloed meer heeft op het rooster.

4. Aanpassing assemblagemethode

Om het in elkaar zetten van de barbecue te vergemakkelijken kan in plaats van een losse schroef en moer gekozen worden voor persbouten en vleugelmoeren. Doordat de persbouten in de platen zijn geperst is er geen gereedschap meer nodig om deze vast te houden bij montage, ook het gebruik van vleugelmoeren maakt het gebruik van

gereedschap overbodig en vergemakkelijk het in elkaar zetten van het product.

6.3 GEBRUIKERSTEST

Om er zeker van te zijn dat gebruikers snappen hoe het product in elkaar gezet moet worden is het aan te raden een handleiding bij te voegen. Ook zou er een gebruiksonderzoek moeten plaatsvinden met meerdere personen uit de doelgroep om te testen of het product goed in elkaar gezet kan worden.

6.4 VERPAKKING EN LOGISTIEK

Tijdens deze opdracht is slechts in beperkte mate aandacht besteed aan de verpakking van het product. Voordat het product daadwerkelijk gemaakt kan worden moet er gekeken worden naar het ontwerp van de doos. Deze doos zal op maat gemaakt moeten worden en het liefst twee kunststof handvatten bevatten. Hoe dit het best ontworpen kan worden moet verder worden onderzocht.

Naar de logistiek van de onderdelen en de producten is in deze opdracht geen aandacht aan besteed. Deze keuze is gemaakt omdat In-Made zijn eigen logistieke kanalen en methodes heeft en dit dus het beste zelf kan uitzoeken.



FIGUUR 64. - ALTERNATIEVE OPHANGING WERKPLANKJES



FIGUUR 65. - ALTERNATIEVE OPHANGING IN DE PRAKTIJK

6.5 WERKVOORBEREIDING

Tijdens deze opdracht is er, afgezien van een globaal overzicht van de bewerkingen per onderdeel, geen uitgebreide werkvoorbereiding gemaakt. Hiervoor is gekozen omdat bij In-Made verschillende werkvoorbereiders zijn die het het beste weten hoe de onderdelen bij In-Made gemaakt kunnen worden.

6.7 HET PRODUCT Aangepast aan de Aanbevelingen

Indien de aanpassingen zoals genoemd in de aanbevelingen worden toegepast zal het product worden als in figuur 61. Hier zijn alle gaten en uitsparingen weggelaten en is het grote gat van de asbak vervangen door een klein beluchtings- en afwateringsgat. Dit geeft het geheel een strakker uiterlijk. De asbak is naar binnen geplaatst en het kolenrooster is hierop aangepast. De werkplankjes haken niet meer aan de bak maar klemmen bovenop de bak. Het grillrooster is zo gemaakt dat het in het barbecue gedeelte valt maar wel kan schuiven mocht de bak door hitte vervormen.



FIGUUR 66. - SIMPELE TEST MET NIEUWE OPHANING

Hoofdstuk 7

CONCLUSIE

Toen ik begon aan deze opdracht was ik bang dat deze mij niet genoeg diepgang zou bieden. Het tegendeel is gelukkig bewezen. Ik heb aan den lijve ondervonden hoe complex, uitdagend en extensief het uitwerken van een concept tot een productie klaar product is. En zelfs nu, aan het einde van de opdracht, is er nog genoeg uit te werken, te testen en aan te passen.

Ik heb geleerd om de diepte in te gaan en naar details te kijken. Onderzoek te doen naar facetten van het industrieel ontwerpen die ikzelf nog niet genoeg had belicht tijdens mij bachelor. Waar je tijdens “gewone” vakken en projecten tijdens de bachelor nog oppervlakkig kan blijven over bepaalde zaken moet je als je eenmaal voor een bedrijf werk echt elk detail tot in de puntjes hebben uitgezocht.

Dit was voor mij een erg leerzame ervaring aangezien ik van nature beter ben om in grote lijnen oplossingen te vinden voor een probleem dan iets heel gedetailleerd uit te werken.

Als ontwerper stond ik tussen verschillende partijen met verschillende belangen. Aan de ene kant de universiteit met haar leerdoelen en wetenschappelijke onderbouwing van elke keuze die je maakt en aan de andere kant het bedrijf dat snel oplossingen wil voor problemen en

waar keuzes gebaseerd op ervaring en gezond verstand vaker de overhand hebben. Deze twee werelden waren nogal eens in conflict maar juist de combinatie tussen praktijkervaring vanuit het bedrijf en de theorie die je meekrijgt vanuit de opleiding zorgde voor een leerzame ervaring.

Het samenwerken met In-Made was niet altijd makkelijk. Omdat veel verschillende personen betrokken waren bij het project was het soms lastig om bepaalde ideeën en verbeteringen er doorheen te krijgen. Het was frustrerend om te horen dat een ontwerp oplossing die je had bedacht niet geaccepteerd werd omdat het nou eenmaal niet exact het plaatje was dat zij in gedachten hadden. En ook qua communicatie kon het soms nog wat langs elkaar heen lopen. De ene dag horen dat het nieuwe ontwerp prima is om vervolgens een week later te horen dat ze toch liever een ander ontwerp hadden.

Het was een mooie ervaring mee te krijgen hoe het leven als Industrieel Ontwerper er in de praktijk uit ziet en het is heel gaaf dat het ontwerp waar ik de afgelopen maanden mee bezig ben geweest wordt meegenomen door In-Made om verder te worden ontwikkeld. Ik ben blij met het eindresultaat en kijk met een goed gevoel terug op deze bachelor eindopdracht.

APPENDIX

INHOUDSOPGAVE

Bijlage 1 - Onderzoek afmetingen	47
Bijlage 2 - Accessoires	49
Bijlage 3 - Materiaalvergelijking	50
Bijlage 4 - Conceptvergelijking	54
Bijlage 5 - Verbindingsmethodes platen	55
Bijlage 6 - Iteraties werkplankje	57
Bijlage 7 - Iteraties grillrooster	58
Bijlage 8 - Materiaallijst	59
Bijlage 9 - Prototype tests	60
Bijlage 10 - Alternatieven voor de asbak	65
Bronnen verslag	66
Bronnen appendix	67
Figuren verslag	68
Figuren appendix	69

ONDERZOEK AFMETINGEN

Medewerkers van de DJI zullen lopend, met de fiets, met het openbaar vervoer of met de auto naar het werk reizen. Voor alle medewerkers is het van belang dat het product niet te zwaar en te groot is. De DJI heeft rekening gehouden met het gewicht door een maximumgewicht van 10 kg op te nemen in hun PvE. Geschikte afmetingen van het product zullen in dit onderzoek onderzocht worden.

Fietsende medewerkers zullen de meeste problemen ondervinden met het kerstgeschenk omdat ze altijd 1 hand vrij moeten kunnen houden om te sturen. Daarom zal het product zo ontworpen moeten worden dat het met 1 hand te vervoeren is.

Geschikte afmetingen voor het vervoer met 1 hand zijn bepaald aan de hand van onderzoeksgegevens van fysieke ergonomie. Onderzoek naar handvatten wijst uit dat de maximale hoogte dat een product mag hebben om comfortabel met 1 hand gedragen te kunnen worden 650 mm is voor vrouwen en 725 mm voor mannen [A1]. Ergonomische data van vrouwen van 20-60 jaar op het 2,5 percentiel (om een populatie van P95 te krijgen) geeft een vuisthoogte van 675 mm [A2]. Met schoeisel zal deze afstand ongeveer op 700 mm liggen [A3]. Een maximale producthoogte van 650 mm zorgt dus voor een prettige speling van 50 mm en bevestigt het onderzoek van Drury.

Voor de dieptemaat van het product is de dieptemaat van de Chill & Grill als uitgangswaarde genomen. Een kleinere dieptemaat is echter gewenst aangezien dat voor meer draagcomfort zorgt [A1]. Voor de breedtemaat van het product is een afmeting van 1000 mm genomen zodat het product niet te ver vooruit of achteruit steekt.

Om het pakket prettig vast te kunnen houden is een handvatdiameter van 25-38 mm, een breedte van 115 mm en een 30-50 mm ruimte om het handvat gewenst [A1].

Om het geassembleerde product te kunnen optillen en draaien moet het ergonomisch verantwoorde afmetingen hebben. Volgens het onderzoek van



FIGUUR A1. - FIETSEN MET EEN KOFFER ACHTEROP

Drury zijn deze maten zoals in figuur A4. Hier is nog geen dieptemaat aangegeven. Voor een geschikte dieptemaat is gekeken naar de schouderbreedte van een P2,5 populatie vrouwen. Deze maat komt neer op 374 mm [A2]. De maximale afmetingen voor het geassembleerde product komen zo op 800x650x374 mm.

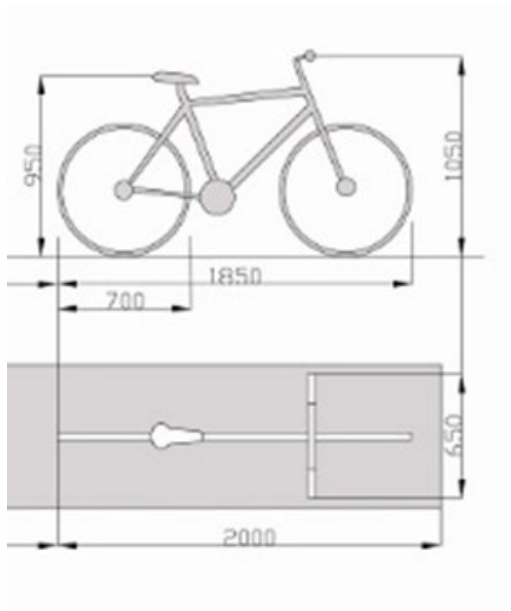
Voor een prettige werkhoogte voor barbecueën is gekeken naar de staande en zittende ellebooghoogte van een P2,5 vrouw. Er is voor deze maat gekozen omdat een iets te lage barbecue makkelijker te compenseren valt door je arm naar beneden te doen of iets in te buigen terwijl een te hoge barbecue minder prettig te compenseren is.

Van de ellebooghoogte 50 mm afgehaald als vuistregel voor een prettige werkhoogte [A2] bij de staande afmeting is er vervolgens 30 mm bij opgeteld als compensatie voor schoenzolen.

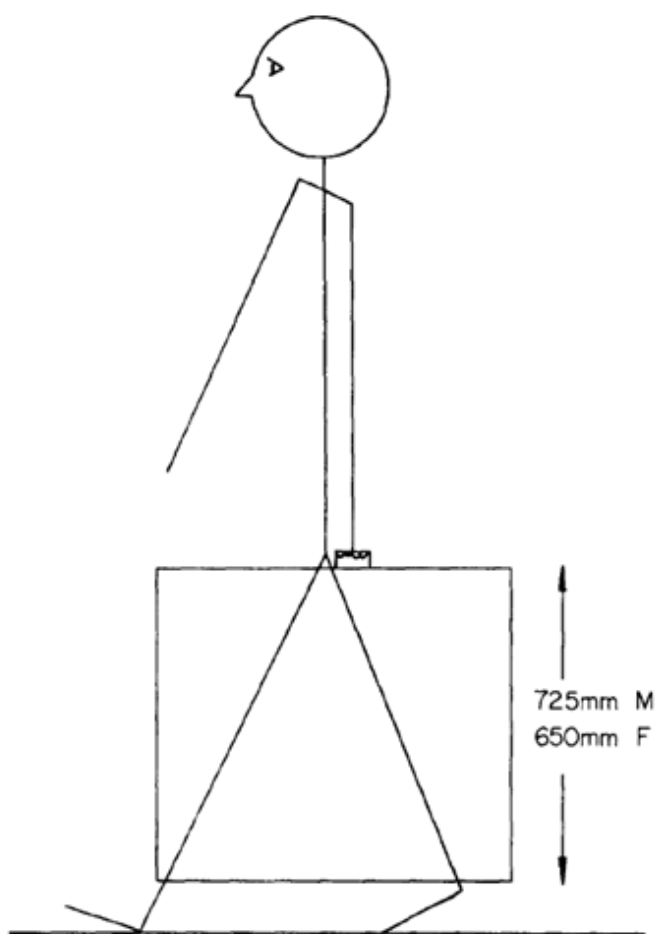
Bij de zittende afmeting is een zitting hoogte van 470 mm genomen.

Staand : $934 - 50 + 30 = 914$ mm

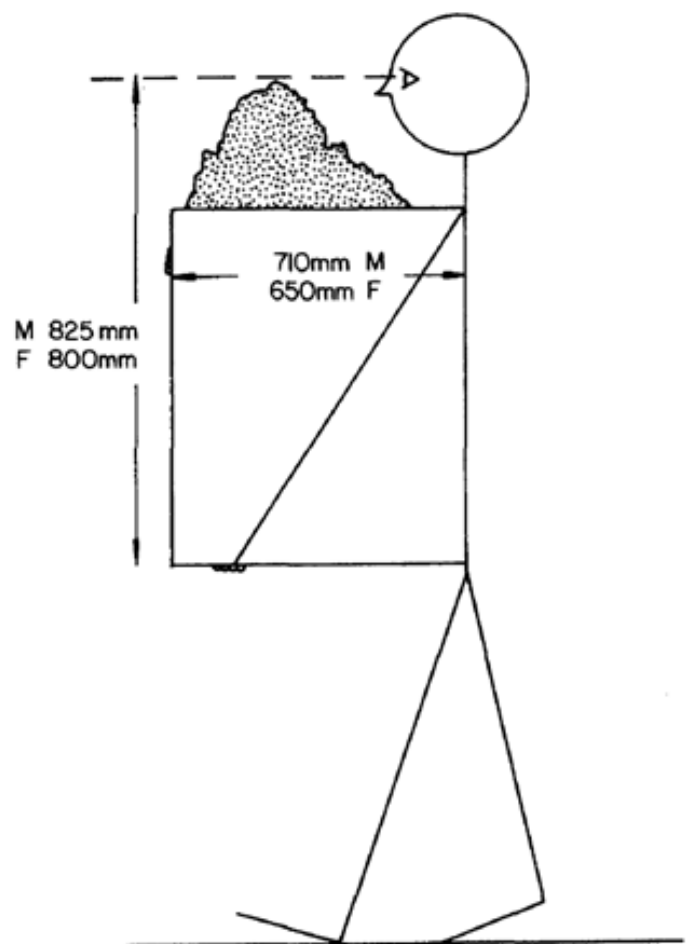
Zittend: $184 - 50 + 470 = 604$ mm



FIGUUR A2. - AFMETINGEN VAN EEN FIETS



FIGUUR A3. - MAXIMALE AFMETINGEN VOOR HET TILLEN MET ÉÉN HAND



FIGUUR A4. - MAXIMALE AFMETINGEN VOOR HET TILLEN MET TWEE HANDEN

Onderdeel	Materialen	Bewerking	Onderdeel	Materialen	Bewerking	Onderdeel	Materialen	Bewerking	Onderdeel	Materialen	Bewerking
Dook	Stof	Naaien	Koord	Touw	Afhakken	Hak	Stof	Enkpen Pugen	Hoes	Stof	Naaien
			Houtvat	Hout	Zagen Drukken						

Pook

Indoort	Materiaal	Bewerking
Leuk	Stuk	Gegeven Slijpen
Indoort	Hout	Zagen Draaien Lijmen/ Scherpen

Handschoenen

Indoort	Materiaal	Bewerking
Indoort	Dikke stof	Naaien

Rooster		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Rooster	Staal	Knagpen/Latten/Verchroomen
	RVS	Laatervrijden
Handvat	Hout	Zagen/Draaien/Lijmen/Scherpen
	Staal	Masknagpen/Moerslijden met moeter

Firestarter		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Rooster	Staal	Knagpen/Laatervrijden/Poetsen/Wilgen/buigen/Latten
Handvat	Hout	Zagen/Scherpen
	Staal	Knagpen/Laatervrijden/Latten

Deksel		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Deksel	Staal	Knagpen/Laatervrijden/Buigen/Latten
	Hout	Zagen/Scherpen
	Staal	Knagpen/Laatervrijden/Latten

Tang en Vork		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Vork	RVS	Verchroomen/Laatervrijden/Knagpen/Verchroomen
Tang	RVS	Verchroomen
Handvat	Hout	Laten/Lijmen/Scherpen

Werkplankje		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Werkplankje	Hout	Zagen
Verbindingselement	Staal	Laten/Lijmen/Knagpen/Buigen

Snijplank		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Snijplank	Hout	Zagen

Rookbakje		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Bakje	Staal	Laten/Lijmen/Knagpen/Latten
Rookknagpen	Hout	Inkopen

Rookplankje		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Rookplankje	Hout	Inkopen

Kolenrooster		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Rooster	Staal	Laten/Lijmen
	Staal	Knagpen/Latten

Asbakje		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Bakje	Staal	Laten/Lijmen/Knagpen/Latten

Sauzenbakje		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Bakje	Hout	Zagen/Scherpen/Lijmen
	Staal	Knagpen/Voetsen/Latten

Handschoenen		
Onderdeel	Materiaal	Bewerking
Handschoenen	Stof	Draaien

Handschoenen			Schepie			Harkje			Labels			Gieter			Worteldoek		
Onderdoel	Material	Uwering	Onderdoel	Material	Uwering	Onderdoel	Material	Uwering	Onderdoel	Material	Uwering	Onderdoel	Material	Uwering	Onderdoel	Material	Uwering
Handschon	Stof	Pluimen	Stiel	Stiel	Lozenwiel/ Knijpen Gaten	Stiel	Stiel	Lozenwiel/ Knijpen Gaten	Label	Staal	Lozenwiel	Gieter	Staal	Bewerking Knijpen Gaten Lozen	Dvok	Worteldoek	Naam
			Handst	Hout	Zagen Draaien Lijmen Leren	Handst	Hout	Zagen Draaien Schuren/ Leren				Gieter	Kanalen/ Laten	Indoepen			

MATERIAALVERGELIJKING

MATERIAALVERGELIJKING METAAL

Al tijdens de conceptfase is gekeken naar geschikt materiaal voor het kerstgeschenk.

Omdat het product bestand moet zijn tegen hoge temperaturen worden hout en kunststoffen uitgesloten en zal er dus gekeken moeten worden naar geschikte metalen. Er is gekeken naar vier goed verkrijgbare metalen: blank staal, roestvrijstaal, aluminium en COR-TEN® staal.

De voor en nadelen van elke materiaalsoort zijn hieronder weergegeven (tab. A1&A2). De prijsverhoudingen zijn gekozen na advies van een metaal toeleverancier.

Na overleg met de opdrachtgever bleef COR-TEN® staal over als geschikt materiaal. De overige opties vielen af vanwege onderstaande redenen:

- Vernikkelen, verchromen en emailleren omdat het te specialistische

oppervlaktebehandelingen zijn. In Nederland zijn deze oppervlaktebehandelingen maar beperkt mogelijk en zijn daarom erg duur.

- Spuiten en natlakken, is erg arbeidsintensief en daarom duur.
- Aluminium en RVS, omdat deze materialen te duur zijn.
- Poedercoat normaal, omdat deze poedercoat er af zal branden bij de temperaturen die de barbecue kan bereiken.
- Poedercoat hittebestendig, omdat het twijfelachtig is of deze poedercoat tegen de temperaturen van hete kolen bestand is, deze poedercoat een te lange oventijd heeft waardoor het productieproces een stuk duurder wordt en omdat de coating duurder is dan normale poedercoat.
- Verzinken, omdat de zinklaag bij hoge temperatuur smelt en giftige gasen afgeeft.

MATERIAAL	VOORDELEN	NADELEN
Blank staal	Goedkoop	Niet weersbestendig Oppervlaktebehandeling nodig
COR-TEN® staal	Goedkoop Sterker dan blank staal dus kleinere wanddikte Weersbestendig Geen opp. Behandeling nodig	Roestkleur Geeft een beetje af 1,5 x zo duur als blank staal
Roestvrijstaal	Sterker dan blank staal dus kleinere wanddikte Luxe uitstraling Weersbestendig	3,5 x zo duur als blank staal
Aluminium	Licht Weersbestendig Strakke uitstraling	Dikkere wanddikte nodig 3,5 x zo duur als staal

TABEL A1. VERSCHILLENDE MATERIALEN

Corrosiebestendig staal (COR-TEN®) is er in verschillende kwaliteiten: S355J0WP / S355J2WP / S355J0W / S355J2W volgens EN 10025-5 [A4] en ASTM A 242 "COR-TEN A ®" en ASTM A 588 "COR-TEN B®" [A5] die overeen komen met respectievelijk S355J2WP en S355J0WP[A6].

S355J2WP (COR-TEN A®) en S355J0WP (COR-TEN B®) zijn volgens de EN 10025-5 norm het meest geschikt voor plaatmateriaal en de keus zal dus liggen

tussen deze twee soorten. COR-TEN A® heeft van deze twee materiaalsoorten de voorkeur aangezien deze soort corrosiebestendiger is dan COR-TEN B® [A6].

De vloeigrens van de verschillende soorten corrosiebestendig staal ligt op 355 Mpa wat een stuk hoger is dan van "gewoon" S235 staal [A7]. Hierdoor kan met een kleinere wanddikte gewerkt worden dan bij S235 staal.

BEHANDELING	VOORDELEN	NADELEN
Poedercoat normaal	Weersbestendig Kleur	Brand er af bij hitte
Poedercoat hittebestendig	Weersbestendig Hittebestendig tot 600° C.	2x langere doorlooptijd dan normale poedercoat Duurder dan normale poedercoat Alleen in zwart verkrijgbaar
Emailleren	Weersbestendig Hittebestendig Duurzaam Kleur	Duur Kan maar beperkt in Nederland
Verchromen	Weersbestendig Hittebestendig	Duur Krasgevoelig
Vernikkelen	Weersbestendig Hittebestendig	Duur Krasgevoelig
Verzinken	Goedkoop	Giftige gassen bij verhitting
Natlakken	Weersbestendig Hittebestendig	Materiaal moet gestraald worden en dus dikker zijn dan 2,5 mm Alleen in zwart verkrijgbaar Arbeidsintensief en dus duur
Lakken	Weersbestendig Hittebestendig	Alleen in zwart verkrijgbaar Arbeidsintensief en dus duur

TABEL A2. VERSCHILLENDE OPPERVLAKTE BEHANDELINGEN

MATERIAALVERGELIJKING HOUT

Voor de werkplankjes/deksel is er onderzocht welk type hout geschikt zou zijn voor deze toepassing. Hout wordt ingedeeld in verschillende risico- (fig. A5) en duurzaamheidsklassen (fig. A6). Risicoklassen zijn gebaseerd op de toepassing van het hout, de duurzaamheidsklasse is bepaald naar de weerbaarheid van het hout tegen schimmels.

De plankjes moeten bestand zijn tegen constant buitenstaan in weer en wind. In dat geval zullen de plankjes onder invloed zijn van de weersomstandigheden maar niet in contact staan met de grond. Hierdoor vallen de plankjes in risicoklasse 3. In combinatie met een gewenste levensduur van 5 jaar, kom je in een duurzaamheidsklasse van I tot IV (fig. A7). Een

hogere klasse is is hierbij duurzamer maar tevens duurder. Er kan dus het beste gekeken worden naar de laagwaardigste klasse, klasse IV in dit geval.

Naaldhout is goedkoper en lichter dan loofhout. Er zal dus een keuze gemaakt worden tussen de verschillende soorten naaldhout.

Als er wordt gekeken naar goed beschikbare houtsoorten komen er vier geschikte houtsoorten naar voren:

Douglas, grenen, vuren en lariks. Qua prijs en beschikbaarheid is vuren het voordeligst. Daarom is er gekozen voor vurenhout. Als ervoor wordt gekozen de plankjes te lakken kunnen ze langer meegaan dan 5 jaar.

Tabel 1 Risicoklassen volgens NEN-EN 335-1

Risicoklasse	Toepassing	Vochtbelasting	Houtvochtgehalte	Voorbeelden:
1	geen grondcontact, beschut en droog	permanent droog	permanent < 20%	binnenshuis, balklagen, gordingen
2	geen grondcontact, beschut met geringe kans op nat worden	incidentele blootstelling aan vocht	incidenteel, kortdurend > 20% *	hellende daken, warm plat dak, hout-skelet-bouw
3	geen grondcontact, onbeschut (blootgesteld aan weer en wind)	regelmatige blootstelling aan vocht	regelmatig, kortdurend > 20% *	geveltimmerwerk, koud plat dak
4	in contact met zoet water of grond	permanente blootstelling aan vocht	permanent > 20%	(schutting)palen, speelwerk-tuigen, beschoei-ingen, damwanden
5	in contact met zout water	permanente blootstelling aan zout water	permanent > 20%	havenwerken, steigers, golfbrekers, kustverdediging

* met kortdurend wordt enkele dagen tot een week bedoeld

FIGUUR A5. - RISICOKLASSEN

Tabel 2 Duurzaamheidsklasse voor de gangbare houtsoorten volgens EN 350-2 (bron: www.houtinfo.nl)

Klasse	Duurzaamheid	Loofhout	Naaldhout
1	Zeer duurzaam	afzelia, azobé (in watercontact), bilinga, demerara groenhart, jarrah, mansonie, moabi, okan, padoek, pau amarelo, teak, walaba	
1-2	Duurzaam tot zeer duurzaam	afrormosia, iroko, kapur, merbau, robinia	
2	Duurzaam	azobé, bangkirai, basralocus, bossé, bubinga, cedrela, Europees eiken, karri, kastanje, kempas, louro vermelho, mahonie, sepetir, wengé	taxus, western red cedar
2-3	Gemiddeld duurzaam tot duurzaam	Amerikaans wit eiken, kosipo, purperhart, sipo, tola branca	
2-4	Beperkt duurzaam tot duurzaam	donkerrode meranti (dark red meranti)	
3	Gemiddeld duurzaam	cedrorana, danta, keruing, movingui, mutenye, niangon, noten, sapeli, tiama	douglas fir, pitch pine
3-4	Beperkt duurzaam tot gemiddeld duurzaam	dibétou, krappa, lichtrode meranti (light red meranti), red balau	agathis, grenen, lodgepole pine
4	Beperkt duurzaam	Amerikaans rood eiken, avodiré, eyong, hickory, iepen, limba, mengkulang, okoumé	Amerikaans grenen, Carolina pine, dennen, hemlock, southern pine, vuren, weymouth
4-5	Niet duurzaam tot beperkt duurzaam	ogea	parana pine, radiata pine, sitka spruce
5	Niet duurzaam	abachi, abura, baboen, berken, Europees beuken, essen, elzen, esdoorn, haagbeuken, fuma, ilomba, koto, linden, populieren, ramin	sugi

FIGUUR A6. - DUURZAAMHEIDSKLASSES

Tabel 3 Relatie tussen risicoklassen en duurzaamheidsklassen (NEN-EN 460) op twee verschillende manieren weergegeven.

Risicoklasse	Houtvochtgehalte	Gewenste levensduur 25 jaar	Gewenste levensduur 10 jaar
1	Permanent < 20%	I - II - III - IV - V	I - II - III - IV - V
2	Incidenteel, kortdurend > 20%	I - II - III	I - II - III - IV
3	Regelmatig, kortdurend > 20%	I - II - II tot III	I - II - III - IV
4	Permanent > 20%	I - II	I - II - III
4	Permanent > 20% + grondcontact	I	I - II - III
5	Permanent > 20% (zout water)	I	I - II

Risicoklasse	Duurzaamheidsklasse				
	1	2	3	4	5
1	O	O	O	O	O
2	O	O	O	(O)	(O)
3	O	O	(O)	(O)-(X)	(O)-(X)
4	O	(O)	(X)	X	X
5	O	X	(X)	X	X

- O : natuurlijke duurzaamheid voldoende
(O) : natuurlijke duurzaamheid in principe voldoende, maar onder bepaalde omstandigheden is verduurzaming aan te bevelen
(O)-(X) : natuurlijke duurzaamheid kan voldoende zijn, maar de houtsoortkeuze, de impregneerbaarheid en de toepassing bepalen de wenselijkheid van verduurzaming
(X) : verduurzaming aanbevolen, maar voor bepaalde toepassingen kan de natuurlijke duurzaamheid voldoende zijn
X : verduurzaming noodzakelijk

FIGUUR A7. - RELATIE TUSSEN RISICOKLASSEN EN DUURZAAMHEIDSKLASSEN

CONCEPTVERGELIJKING

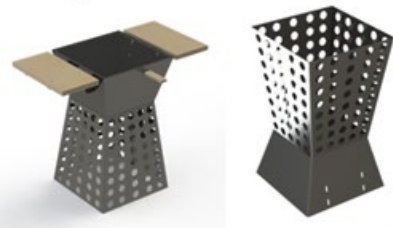
Twisted



Bevestigingsmethode	Bout en moer, door gebruiker zelf in elkaar te zetten
Voordelen	Makkelijk te produceren, licht maar sterk
Nadelen	Bouten zichtbaar aan buitenkant, gebruiker zet hem zelf in elkaar, doos nodig voor transport
Prijs	€
Gewicht	6,9 kg
Handzaamheid	Vier losse platen in een doos



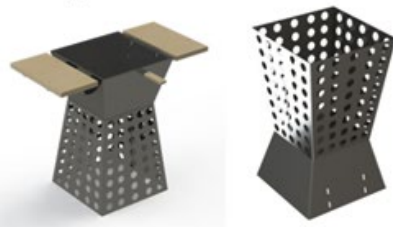
Original



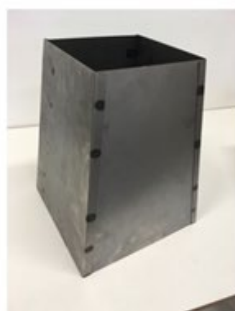
Bevestigingsmethode	Bouten en moeren aan gebogen flensen in de binnenkant
Voordelen	Mooi strak uiterlijk van buiten
Nadelen	Langere assemblagetijd ivm lassen
Prijs	€
Gewicht	7,4 kg
Handzaamheid	Twee bakken die in elkaar geschoven kunnen worden



Original



Bevestigingsmethode	Puntlassen
Voordelen	Makkelijk, door In-Made te produceren
Nadelen	Brandvlekken aan buitenkant
Prijs	€
Gewicht	7,4 kg
Handzaamheid	Twee bakken die in elkaar geschoven kunnen worden



VERBINDINGSMETHODES PLATEN

SCHROEF + MOER VERBINDING

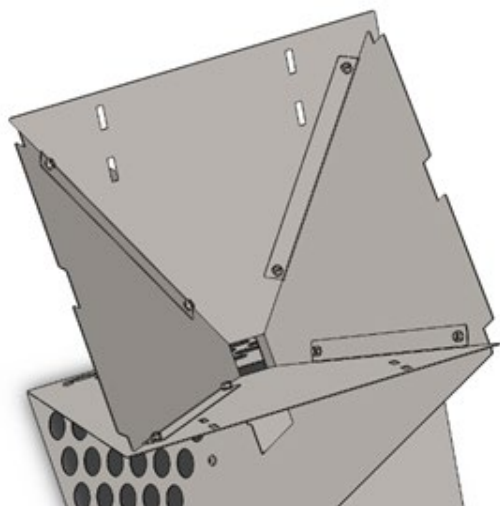
Bij deze methode worden de platen zo gesneden dat er flenzen gezet kunnen worden aan de plaat. In deze flenzen zijn gaten gesneden waar een bout doorheen gestoken kan worden. Als de platen tegen elkaar aangezet worden lijnen de verschillende gaten uit en kunnen de platen door middel van een bout, borgring, en moer aan elkaar verbonden worden.

VOORDELEN

- Door het zetten van de flenzen krijgt de plaat een hogere stijfheid.
- Het is voor de gebruiker redelijk simpel in elkaar te zetten omdat elke afzonderlijke plaat makkelijk in de juiste positie kan worden gezet.
- Productietechnisch is het een simpele constructie omdat er alleen gesneden en gezet hoeft te worden.
- Voor het transport is het een goede oplossing aangezien de vier platen op elkaar gelegd kunnen worden en zo een plat pakket vormen.

NADELEN

- De gebruiker moet de platen zelf in elkaar zetten en de bouten en moeren aandraaien.
- Hiervoor heeft de gebruiker gereedschap nodig



FIGUUR A8. - FLENZEN

SCHARNIERVERBINDING

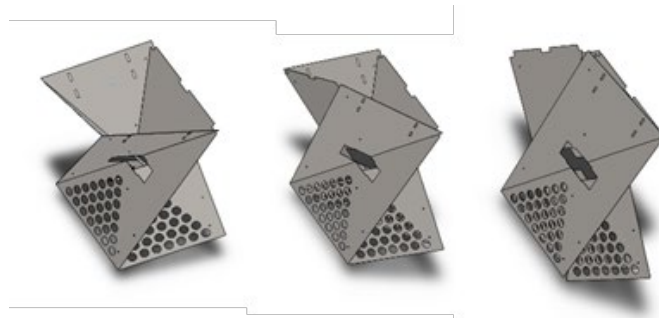
Met deze methode worden vier platen scharnierend aan elkaar verbonden. Op deze manier hoeft de gebruiker alleen de platen open te klappen (fig. A9) en hoeven er geen schroeven of moeren aangedraaid te worden.

VOORDELEN

- De gebruiker hoeft het product alleen open te klappen en het staat.

NADELEN

- Productietechnisch is het een arbeidsintensief proces om platen scharnierend te verbinden. Deze zullen namelijk vast gelast, geschroefd of geklonken moeten worden.
- Hierdoor is de scharnierverbinding een stuk duurder dan de schroef + moer verbinding.
- Ingepakt leveren vier scharnierende platen een grote pakket op dan vier platte platen.
- De losse platen zijn minder stijf dan de platen met flenzen.
- De constructie is -zolang deze niet vergrendeld is- een stuk minder stabiel, omdat de platen kunnen scharnieren.



FIGUUR A9. - UITKLAPPEN VAN SCHARNIEREN

PEN-EN-GAT VERBINDING

Het derde alternatief voor bovenstaande methodes is een pen-en-gat verbinding tussen de platen. Door bepaalde delen van de platen uit te laten steken en op andere plekken gaten uit te snijden kunnen de platen door middel van een pen-en-gat verbinding met elkaar worden verbonden.

VOORDELEN

- De platen zijn makkelijk te produceren, er hoeven alleen extra uitsteeksels en uitsparingen te worden gesneden.
- Er komen geen schroeven en moeren aan te pas. De gebruiker hoeft enkel de juiste “pennen” in de juiste gaten te steken en de constructie staat.
- Doordat de hoek tussen de vier platen kleiner is dan 90° zullen de platen onder spanning komen te staan waardoor de constructie eenmaal in elkaar gezet stevig en stabiel is.
- Ingepakt levert deze methode het meest compacte pakket op.

NADELEN

- Doordat de constructie onder spanning komt te staan is het voor de gebruiker lastig de laatste plaat te bevestigen.
- De platen zijn minder stijf dan bij het gebruik van flenzen.
- De “pennen” moeten voldoende lang zijn om te voorkomen dat ze los schieten. Hierdoor krijg je een product met uitsteeksels. Dit is esthetisch gezien minder mooi, kledingstukken kunnen aan de uitsteeksels blijven hangen en mensen kunnen zich aan de uitsteeksels bezeren of verwonden.

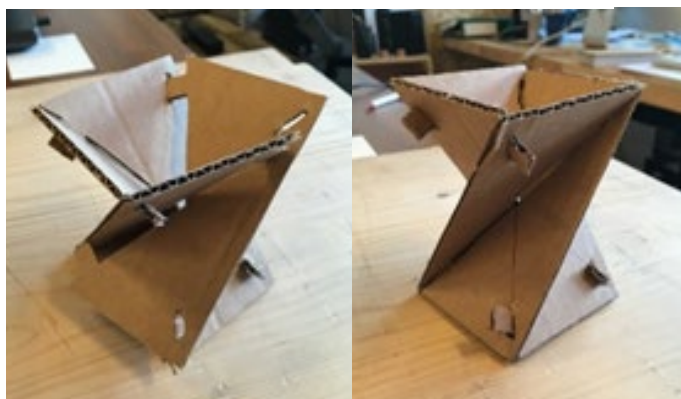
VERGELIJKING VERBINDINGSMETHODES

De voor- en nadelen van de drie verbindingsmethodes zijn met elkaar vergeleken in onderstaande tabel. Per categorie konden zes punten verdeeld worden over de drie methodes. Hoe meer punten, hoe beter de methode scoort in de desbetreffende categorie.

De schroef+moer verbinding komt het best uit de vergelijking. Ook de opdrachtgever was het meest te spreken over deze methode vanwege dat mensen het zelf in elkaar moeten zetten thuis en de hogere stijfheid van de losse platen. Er is daarom gekozen voor deze verbindingsmethode.



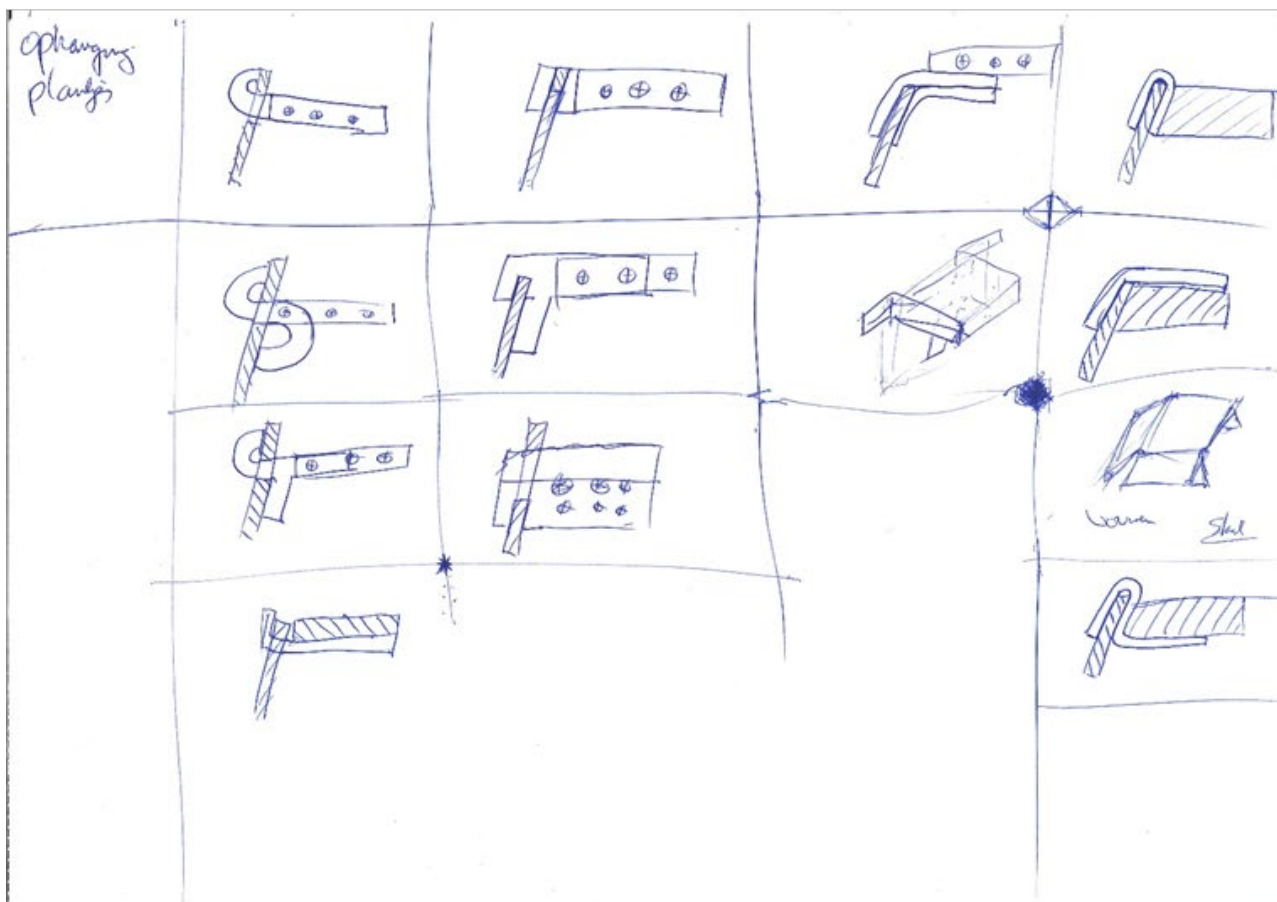
FIGUUR A10. - LOSSE PLATEN PEN-EN-GAT VERBINDING

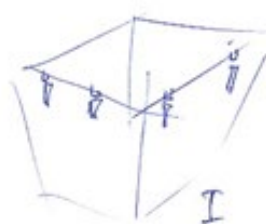


FIGUUR A11. - IN ELKAAR ZETTEN VAN DE PEN-EN -GAT VERBINDING

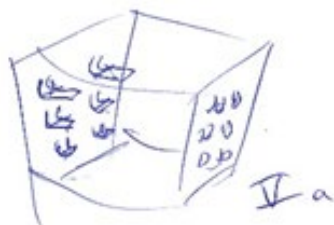
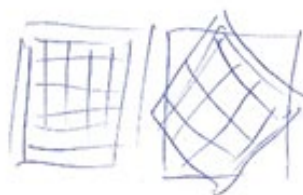
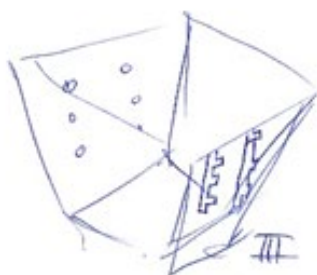
	SCHROEF+MOER	SCHARNIER	PEN-EN-GAT
Gebruiksvriendelijkheid	1.5	3	1.5
Productie	2	1	3
Stijfheid en sterkte losse plaat	3	1.5	1.5
Transport	2	1	3
Kosten	2	1	3
Stabiliteit constructie	3	1.5	1.5
Veiligheid	2.5	2.5	1
Totaal	16	11.5	14.5

TABEL A3. VERGELIJKINGSTABEL VERBINDINGSMETHODES





2 stadien playjs



Voorste	Ia	IIa	IIIa	IV	V	VI
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						
Te						

MATERIAALLIJST

ONDERDEEL NR.	NAAM	AANTAL	MATERIAAL
1	Platen assembly	1	
1.1	Twisted plaat A	2	COR-TEN A®
1.2	Twisted plaat B	2	COR-TEN A®
1.3	DIN 7985-H A2 M5	16	A4-RVS
1.4	DIN 6796 A2 M5	16	A4-RVS
1.5	DIN 934 A2 M5	16	A4-RVS
2	Kolenrooster	1	S235 staal
3	Werkplankje assembly	2	
3.1	Werkplankje	2	Vuren hout
3.2	Bevestiging werkplankje A	2	COR-TEN A®
3.3	Bevestiging werkplankje B	2	COR-TEN A®
3.4	DIN 7996-H 4x15mm	8	Verzinkt staal
4	Asbakje vierkant	1	
4.1	Asbakje onderkant	1	S235 staal
4.2	Asbakje ring	1	S235 staal
5	Grillrooster	1	
5.1	Zijkant rooster	2	RVS 321 H
5.2	Spijl	17	RVS 321 H
5.3	Handvat	1	RVS 321 H
5.4	Vijlhandvat DIN 395 120 mm	1	Hardhout

PROTOTYPE TESTS

1. HITTEBESTENDIGHEID TEST

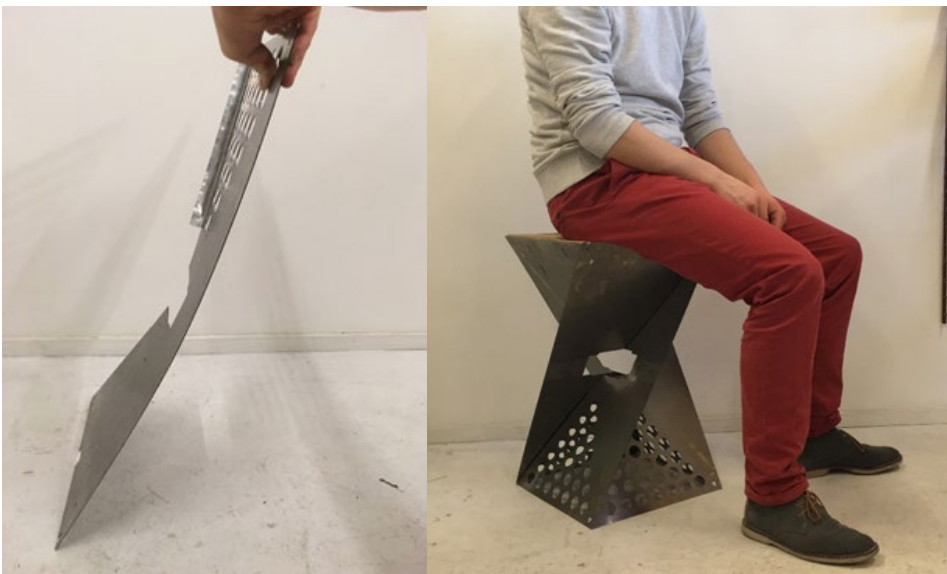
In het functioneel prototype is voor de duur van 1 uur een groot vuur gestookt (fig. A12). De bak is hierbij op een gegeven moment roodgloeiend heet geworden. Te zien is dat de bak vervormd is door de hitte maar niet kapot is gegaan.

2. STERKTE EN STIJFHEID VAN DE PLATEN EN CONSTRUCTIE

Zoals te zien is in fig. A13 kan een losse plaat redelijk makkelijk doorbuigen. Maar eenmaal in elkaar gezet is de constructie stijf genoeg om een persoon van 85 kg op de constructie te laten zitten (fig. A13), dit was zelfs mogelijk terwijl de flenzen maar met 8 schroeven en moeren bevestigd waren.



FIGUUR A12. - HITTEBESTENDIGHEIDS TEST



FIGUUR A13. - STIJFHEID EN STERKTE TEST

3. IN ELKAAR ZETTEN VAN HET PRODUCT.

In onderstaande collage is stap voor stap te zien hoe het product door 1 persoon in elkaar wordt gezet.



Twee platen pakken



Platen tegen elkaar aan
zetten



Platen vastschroeven



Platen omdraaien



Platen vastschroeven



Derde plaat pakken



Derde plaat vastschroeven



Platen omdraaien



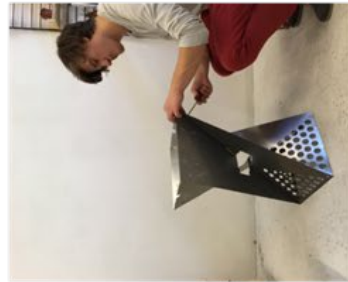
Vierde plaat pakken



Derde en vierde plaat
vastschroeven



Platen omdraaien



Laaste schroeven
vastmaken



Werkplankje insteken



Werkplankje bevestigen

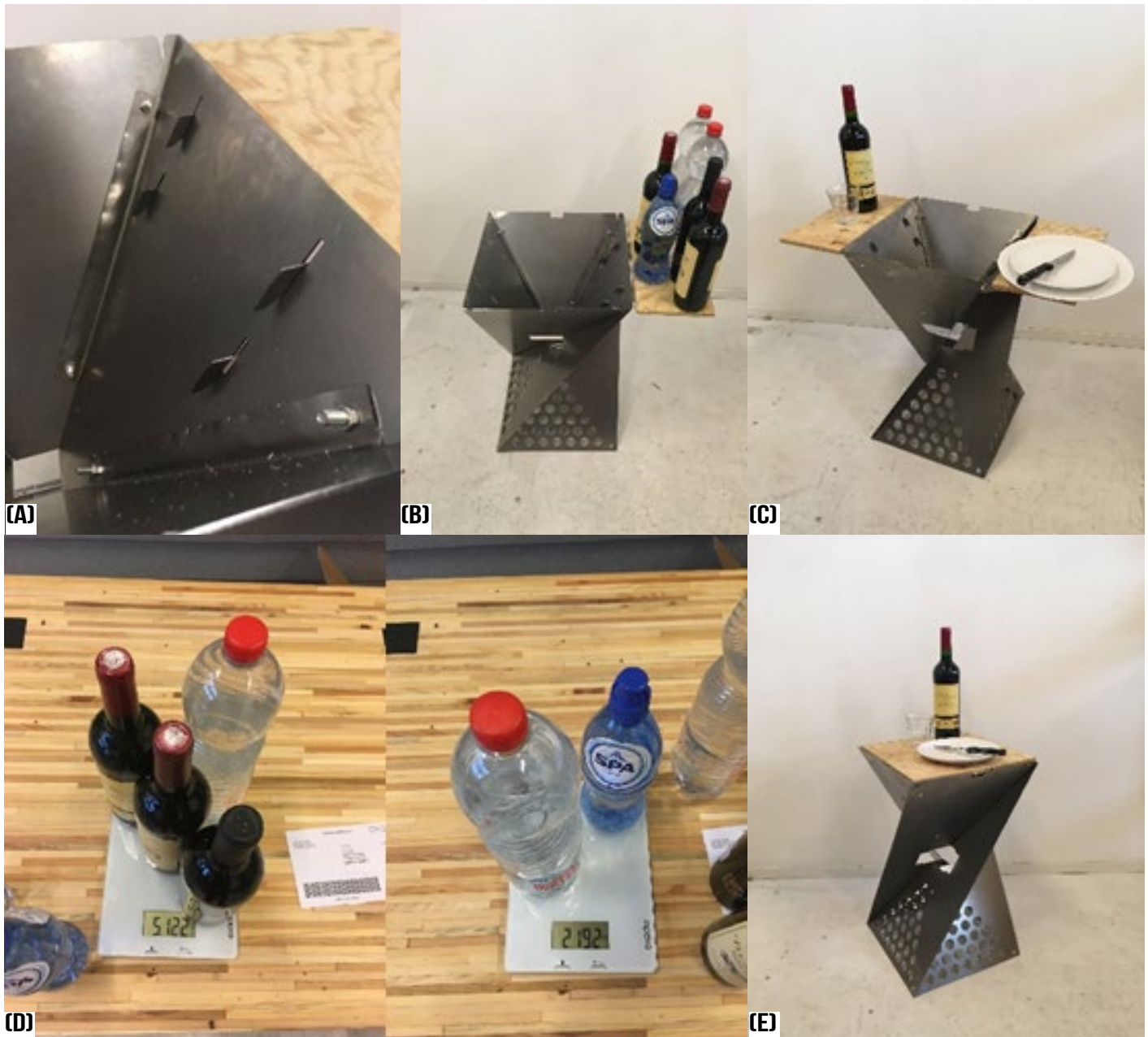


Andere werkplankje
bevestigen

4. WERKPLANKJES

Zoals te zien is in figuur A14a passen de werkplankjes in de zijkant van de barbecue. Er zou wel iets meer speling mogen zijn zodat de plankjes er makkelijker in bevestigd kunnen worden.

Zoals te zien is in figuur A14b & A14d zijn de werkplankjes bestand tegen een gewicht van 7,3 kg en staat de barbecue dan nog stabiel. Ook passen er borden met de minimale afmetingen op de werkplankjes (fig. A14c). Omgedraaid kunnen de plankjes dienstdoen als deksel, krukje of bijzettafeltje (fig. A13 & A14e).



FIGUUR A14. - BEVESTIGING VAN EEN WERKPLANKJE (A), TEST MET GEWICHT OP WERKPLANKJE (B), WERKPLANKJE IN GEBRUIK (C), HET GEWICHT WAARMEE DE WERKPLANKJES GETEST ZIJN (D), WERKPLANKJES ALS DEKSEL (E)

5. TRANSPORTEERBAARHEID

In fig. A15 is te zien hoe de platen meegenomen kunnen worden voor transport.



FIGUUR A15. - VERSCHILLENDE MANIEREN OM DE PLATEN TE TRANSPORTEREN

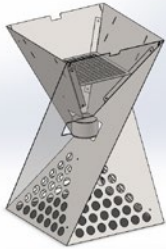
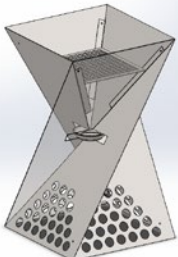
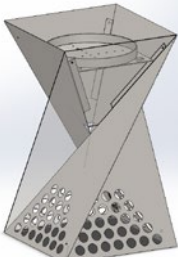
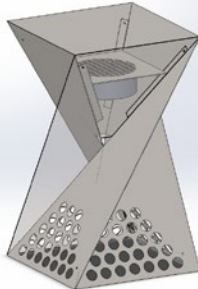
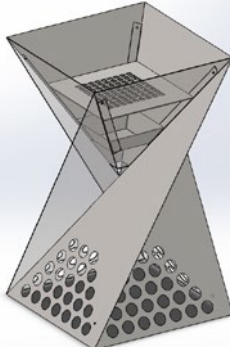
6. ZWAKKE PUNTEN

Zoals te zien is in fig. A16 zijn de gleuven voor het rooster op deze manier erg kwetsbaar en gevoelig voor ombuigen. Hier moet een alternatief voor bedacht worden. Ook zijn de platen in losse vorm niet zo stijf, zoals te zien is in fig. A13.



FIGUUR A16. - ZWAKKE PLEK IN DE TWISTED

ALTERNATIEVEN VOOR DE ASBAK

		VOORDELEN	NADELEN
ORIGINEEL		+ Grote asbak + As verwisselen tijdens barbecuen + Simpel	- Groot gat in het midden is lelijk - Groot gat in het midden zorgt voor lagere stijfheid
AS SCHAALTJE		+ As verwisselen tijdens barbecuen + Simpel	- Gat in het midden is lelijk - Kleine asbak dus vaker verwisselen
AS PLAAT		+ Klein luchtgat nodig + Grotere stijfheid plaat + Esthetisch gezien mooier + Simpel	- Valt alsnog as door het bakje - Slechte luchtdoorstroom
RONDE BINNENBAK		+ Klein luchtgat nodig + Grotere stijfheid plaat + Esthetisch gezien mooier + Grote asbak	- Ronde bak niet heel stabiel - Ingewikkeld kolenrooster - Geen as verwisselen tijdens barbecuen
VIERKANTE SCHUINE BAK		+ Klein luchtgat nodig + Grotere stijfheid plaat + Esthetisch gezien mooier + Grote asbak + Vangt veel as op	- Moeilijk uit barbecue te halen - Slechte luchtdoorstroom

BRONNEN VERSLAG

- [1] In-Made, (z.j.). *Diensten*. Geraadpleegd van <https://in-made.dji.nl/diensten/> [Geraadpleegd op: 7 februari 2017.]
- [2] Van Dale, (2017). *Barbecue*. Geraadpleegd van <http://www.vandale.nl/opzoeken?pattern=barbecue&lang=nn> [Geraadpleegd op: 7 februari 2017.]
- [3] RTLNiels, (2011, dec). *Houtskool of briketten?* Geraadpleegd van <http://www.rtlNiels.nl/bbq/brandstof/> [Geraadpleegd op: 7 februari 2017.]
- [4] Van Dale, (2017). *Vuurkorf*. Geraadpleegd van <http://www.vandale.nl/opzoeken?pattern=vuurkorf&lang=nn> [Geraadpleegd op: 7 februari 2017.]
- [5] Van Dale, (2017). *Compost*. Geraadpleegd van <http://www.vandale.nl/opzoeken?pattern=Compost&lang=nn> [Geraadpleegd op: 7 februari 2017.]
- [6] Wikipedia, (z.j.). *Compost*. Geraadpleegd van <https://nl.wikipedia.org/wiki/Compost> [Geraadpleegd op 6 februari 2017.]
- [7] Compostmeester.nl, (2017). *Compostvat*. Geraadpleegd van <https://compostmeester.nl/index.php/compostmethodes/compostvaten> [Geraadpleegd op: 2 maart 2017.]
- [8] *Veiligheid van speelterreinen*, 3e ed., Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, Brussel, 2011, p. 82.
- [9] DINED anthropometric database, *Dutch adults, dined 2004*. Geraadpleegd van <http://dined.io.tudelft.nl/en/database/tool> [Geraadpleegd op: 7 februari 2017.]
- [10] Hoffman Group®, *Hardhouten vijlhandvat 120 mm*. Geraadpleegd van <https://www.hoffmann-group.com/NL/nl/hnl/Slijp--en-snijtechniek/Werkplaatsvijlen/Hardhouten-vijlhandvat/p/519400-120> [Geraadpleegd op: 2 maart 2017.]
- [11] *Stainless steels*, EN10088-1:2005.
- [12] T. van Os, (z.j.). *Oppervlaktebehandeling van groot belang*. Geraadpleegd van http://www.vecom.nl/documentatie/Opp.beh._RVS_in_de_voedingsmiddelen-en_farmaceutische_industrie-Metallerie99-1106.pdf [Geraadpleegd op: 21 maart 2017.]
- [13] Fabory, *Bolcilinderschroef met Phillips kruisgleuf DIN 7985-H Roestvaststaal A4 M5X10*. Geraadpleegd van <https://www.fabory.com/nl/bevestigingsartikelen/schroeven/bolcilinderschroef-met-phillips-kruisgleuf-din-7985-h-roestvaststaal-a4-m5x10/p/55340050010> [Geraadpleegd op: 2 maart 2017.]
- [14] Fabory, *Schotelveerring voor schroefdraadverbindingen DIN 6796 Roestvaststaal A4 M5*. Geraadpleegd van <https://www.fabory.com/nl/nl/bevestigingsartikelen/ringen-o-ringen/schotelveerring-voor-schroefdraadverbindingen-din-6796-roestvaststaal-a4-m5/p/55447050001> [Geraadpleegd op: 2 maart 2017.]
- [15] Fabory, *Zeskantmoer DIN 934 (1987) Roestvaststaal A4 70 grootverpakking M5*. Geraadpleegd van <https://www.fabory.com/nl/bevestigingsartikelen/moeren-blindklinkmoeren-inserts/zeskantmoer-din-934-1987-roestvaststaal-a4-70-grootverpakking-m5/p/55100050001> [Geraadpleegd op: 2 maart 2017.]
- [16] Fabory, *Bolkop houtschroef met Phillips kruisgleuf DIN 7996-H Staal Elektrolytisch verzinkt 4X15MM*. Geraadpleegd van <http://www.fabory.com/nl/bevestigingsartikelen/schroeven/bolkop-houtschroef-met-phillips-kruisgleuf-din-76-h-staal-elektrolytisch-verzinkt-4x15mm/p/25710040015> [Geraadpleegd op: 11 maart 2017.]
- [17] Hoekstra BV Sneek, *Hoe groot is een Europallet?* Geraadpleegd van <http://www.hoekstrasneek.nl/detail/hoe-groot-is-een-europallet/4> [Geraadpleegd op: 2 maart 2017.]
- [18] Wikipedia, (z.j.). *Pallet*. Geraadpleegd van <https://nl.wikipedia.org/wiki/Pallet> [Geraadpleegd op: 6 februari 2017.]
- [19] Belastingdienst, *Drempelbedrag personeelsvoorzieningen, giften en relatiegeschenken*. Geraadpleegd van https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/btw/btw_aftrekken/personeelsvoorzieningen_en_relatiegeschenken/drempelbedrag_personeelsvoorzieningen_giften_en_relatiegeschenken [Geraadpleegd op: 6 februari 2017.]

BRONNEN APPENDIX

- [A1] C.G. Drury, "Handles for manual materials handling," *Applied Ergonomics*, vol. 11(1), pp. 35-42, maart 1980.
- [A2] DINED anthropometric database, *Dutch adults, dined 2004*. Geraadpleegd van <http://dined.io.tudelft.nl/en/database/tool> [Geraadpleegd op: 7 februari 2017.]
- [A3] DINBELG 2005, *Lichaamsafmetingen van de Belgische bevolking*. Geraadpleegd van <http://www.dinbelg.be/DINBelg%202005%20antropometrie%20tabel.PDF> [Geraadpleegd op: 6 februari 2017.]
- [A4] *Hot rolled products of structural steels*, EN 10025-5:2004.
- [A5] Wikipedia, *COR-TENstaal*. Geraadpleegd van <https://nl.wikipedia.org/wiki/COR-TENstaal> [Geraadpleegd op: 2 maart 2017.]
- [A6] cortenstaal.nl, *Verschillen tussen CORTEN A en CORTEN B*, Geraadpleegd van <https://www.cortenstaal.nl/de-verschillen-tussen-corten-a-en-corten-b/> [Geraadpleegd op: 2 maart 2017.]
- [A7] *Hot rolled products of structural steels*, 10025-2:2004.

FIGUREN VERSLAG

Figuur t/m 12. Tolhuijs

Figuur 13.

- Cobb, *Cobb Honey Compact*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.mijncobb.nl/cobb/modellen/cobb-honey-compact/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Big Green Egg, *Big Green Egg MINIMAX*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <http://www.biggreenegg.eu/nl/eggs/minimax1/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Fonq, *Weber Smokey Joe Original*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.fonq.nl/product/weber-smokey-joe-original/30778/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- d-sire, *Joy Charcoal Stove bbq gerecycled aluminium*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <http://www.keukensenlifestyle.nl/Joy-Charcoal-Stov> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Conrad, *Tepro Garten Wegwerp Barbecue Wegwerp BBQ "Beachwood" Zilver*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.conrad.nl/nl/tepro-garten-wegwerp-barbecue-wegwerp-bbq-beachwood-zilver-1404803.html> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Klarenbeek, *Barbecue kopen bij Klarenbeek Amsterdam*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <http://www.klarenbeek.eu/assortiment/bbq-kopen-amsterdam/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Vuurshopper.nl, *BBQ 3 pits op gas*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <http://www.vuurshopper.nl/barbecue/bbq-3-pits-gas-zwart> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

Figuur 14.

- Bol.com, *Vuurkorven*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.bol.com/nl/l/vuurkorven/N/13032/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Bol.com, *Barbecook Vuurkorf Classic Squadra - Zwart*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.bol.com/nl/p/barbecook-vuurkorf-classic-squadra-zwart/9200000025736484/?country=BE&suggestionType=browse> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Bol.com, *Vuurkorf met Asplaat - Ø 55 cm*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.bol.com/nl/p/vuurkorf-met-asplaat-o-55-cm/9200000040451499/?country=BE&suggestionType=browse> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Bol.com, *Fire Basket - Vuurkorf vierkant 42 cm hoog – modern, trendy design*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.bol.com/nl/p/fire-basket-vuurkorf-vierkant-42-cm-hoog-modern-trendy-design/9200000072626964/?country=BE&suggestionType=browse> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Bol.com, *4COM4 -Vuurkorf COR-TEN*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.bol.com/nl/p/4com4-vuurkorf-COR-TEN/9200000040510811/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Vuurshopper.nl, *Vuurkorf Geo COR-TENstaal 32cm Ø38cm*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <http://www.vuurshopper.nl/vuurkorf-geo-COR-TENstaal> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

Figuur 15.

- Tijd voor je tuin.nl, *Houten plantenbakken*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <http://tijdvoorjetuin.nl/houten-plantenbakken/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Tuinvoordeel.eu, *Stoere COR-TENstaal bloembakken*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.tuinvoordeel.eu/bloembakken/COR-TENstaal-bloembakken/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Plantenbak.com, *Plantebakken voor buiten*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.plantenbak.com/c-350959/plantenbakken-voor-buiten/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Plantenbak.com, *Plantenbakken van verzinkt staal*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.plantenbak.com/a-37759713/plantenbakken-van-verzinkt-staal/vadim-60x60x60cm/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

- Bol.com, *ARCA hoge plantenbak SHUTTLE vierkant, 80 cm hoog, MAT ANTRACIET, lichtgewicht*, 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.bol.com/nl/p/arca-hoge-plantenbak-shuttle-vierkant-80-cm-hoog-mat-antraciet-lichtgewicht/9200000026886934> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

Figuur 16.

- Haxo.nl, *Compostbak Eco King Groen 400 Liter*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://haxo.nl/compostbak-eco-groen/> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Tuinadvies.be, *Juni Compostmaand 2007 : Wriemelende diertjes in het compostvat*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: https://www.tuinadvies.be/artikels/composter_thuis [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]
- Amazon.co.uk, *Kilner Compost Bin 2L*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://www.amazon.co.uk/Kilner-Compost-Bin-2L-788433/dp/B00R0AOXKQ> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

Figuur 57. Ergonomiesite.be, *Beste plaats voor een handvat aan dozen*. 2016 [Online]. Geraadpleegd van: http://www.ergonomiesite.be/literatuur/handvat_doos.htm [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

Figuur 58. Alibaba.com, *14.4cm kunststof handvat voor papier kartonnen dozen van Shenzhen Tongxin*. 2017 [Online]. Geraadpleegd van: <https://dutch.alibaba.com/product-detail/14-4cm-plastic-handle-for-paper-carton-box-from-shenzhen-tongxin-1810058555.html> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

Figuur 61a. J. Guyon, *Gardening woman watering plant spring terrace*. 2011. [Stockfoto]. Geraadpleegd van: <http://stockfresh.com/image/908826> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

Figuur 61b. A. Stiop, *Bonfire*. 2013 [Stockfoto]. Geraadpleegd van: <http://stockfresh.com/image/3050614> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

Figuur 61d. S. Duda, *Two girls on grill, natural colorful tone*. 2015. [Stockfoto]. Geraadpleegd van: <http://stockfresh.com/image/5656778> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

De rest van het beeldmateriaal is gemaakt door de auteur van dit verslag.

FIGUREN APPENDIX

Figuur A1. Hermann Hartje KG, *Kan ook natuurlijk: #fietsen met 1 hand*. 2016 [Tweet]. Geraadpleegd van: <https://twitter.com/hermannhartje/status/754605395335864320> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

Figuur A2. Gids Duurzame Gebouwen, *Traditionele fiets*. [Online]. Geraadpleegd van: <http://www.gidsduurzamegebouwen.brussels.nl/3-afmetingen-van-de-fietsen.html?IDC=7732> [Geraadpleegd op: 14 maart 2017.]

Figuur A3. & A4. C.G. Drury, "Handles for manual materials handling," *Applied Ergonomics*, vol. 11(1), pp. 35-42, maart 1980.

Figuur A5. t/m A7. *Infoblad Houtsoortenkeuze en toepassingen*, Stichting Probos, Wageningen, 2009, pp. 2-4.

De rest van het beeldmateriaal is gemaakt door de auteur van dit verslag.