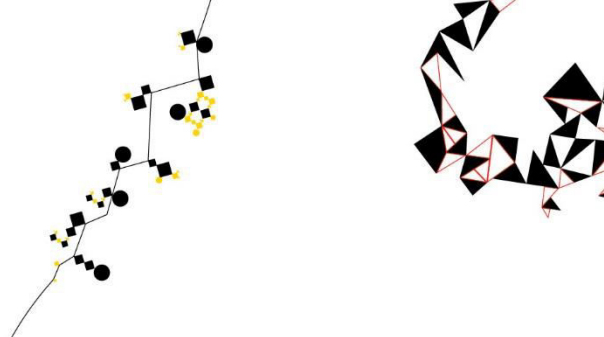
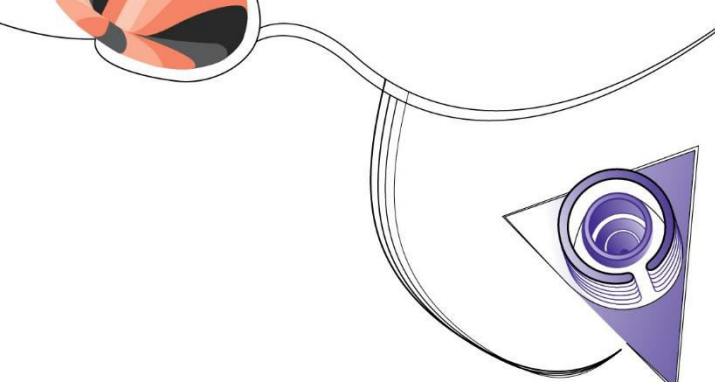


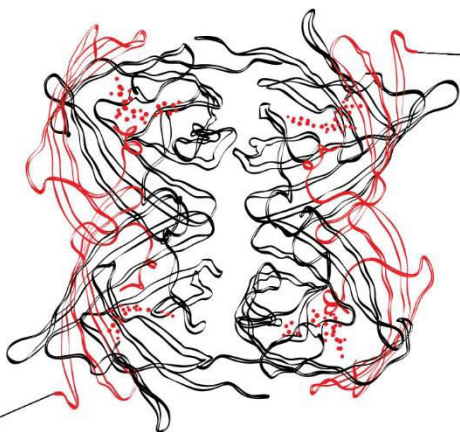
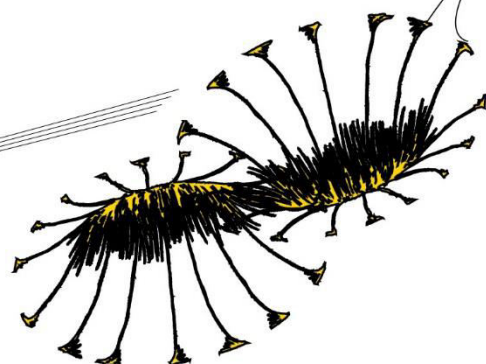


Bacheloropdracht – Industrieel ontwerpen

Het ontwerp van een houtgestookte hottub

Door: Ward van Hoeven

februari 2016



Bacheloropdracht Industrieel ontwerpen

Titel:	Het ontwerp van een houtgestookte hottub
Paginas:	48
Auteur:	Ward van Hoeven
Studentnummer:	1237233
Begeleidster:	ir. Hiske Schuurman-Hemmer
Startdatum opdracht:	19 oktober 2015
Einddatum opdracht:	19 januari 2015
Bijlagen:	1: Enquête 2: Alle verbeterpunten en wensen

Samenvatting

Het bedrijf Dealtraders ziet een gat in de markt voor een betaalbare houtgestookte hottub. Tijdens het ontwerp is er speciaal aandacht besteed aan de beleving van de gebruiker; het gevoel dat het product bij de gebruiker teweeg brengt. Het ontwerpproces wordt van analyse tot (bijna) productieklaar ontwerp beschreven.

In de analyse worden de bestaande hottubs toegelicht en vervolgens is een enquête afgenomen om er achter te komen wie de doelgroep is en wat er bij hen speelt. De gekozen doelgroep bestaat uit gezinnen met kinderen die al dan niet nog thuis wonen. Wat betreft de beleving is het erg belangrijk dat het verwarmingsproces voor de gebruiker inzichtelijk is en dat als verwarmingselement een spiraal de voorkeur heeft. Vervolgens zijn uit een test met een bestaande hottub praktische problemen gebleken: Vooral dat het te lang duurt en er te veel hout wordt verbruikt om het water op temperatuur te krijgen.

Vervolgens zijn er op drie manieren ideeën gecreëerd. Eerst zijn uit de analyse naar voren gekomen problemen als uitgangspunt genomen bij het genereren van ideeën. Daarnaast is er gebrainstormd vanuit waar de doelgroep behoefte aan kan hebben, gebaseerd op een aantal scenario's. Als derde methode is er gekeken naar andere producten die sterk op de beleving van de gebruiker inspelen, bijvoorbeeld een muziekinstrument en een sauna. Hiermee zijn nieuwe product-ideeën bedacht waarbij de beleving centraal staat.

De ideeën zijn onder andere getoetst op de eisen en wensen van de doelgroep, maar er is ook rekening gehouden met de beperkte duur van de opdracht. Daarnaast zijn er wat betreft productiemogelijkheden beperkingen, omdat er van de goedkoopste fabrikant gebruik moest worden gemaakt. Zo is er een ontwerp ontstaan dat aan veel eisen voldoet. Er wordt een sample gemaakt van de spiraal en vervolgens zal het volledige product worden gemaakt. Er zijn echter nog een aantal verbeterpunten. Zo is de prijs hoger dan oorspronkelijk bedoeld (€3000 in plaats van €2000). Ook moet er nog tijd worden besteed aan het ontwerp van de deksel en moeten de onderdelen van de spiraal en de omkapping hieromheen worden getest en geoptimaliseerd.

Summary

The company Dealtraders sees a gap in the market for an affordable wood-fired hottub. During the design the user-experience is taken into special consideration. This experience is the feeling that the product brings about. The design of the hottub starts with an extensive analysis and results in a design that is (almost) ready for production.

Firstly, existing hottubs are expounded and a survey is conducted to identify the target group and what they like and dislike. The chosen target group consists of families with whom the children still live at home or not anymore. It turns out that for the experience it is crucial that the heating-process is transparent. Therefore, the spiral heating-element is preferred. In the next step an existing hottub is tested. The main points of improvement were that the water takes too long to heat, and too much wood is used in the process.

After the analysis, ideas were created in three ways. Problems that appeared in the analysis were used as a starting point for design. Also, ideas were generated from what the target group wants, based on scenarios. Lastly, since the experience plays such a key role in this project, other experience-focused products were used for inspiration –like a musical instrument and a sauna.

Moving from ideas to a final concept, choices were made based on the requirements and wishes of the target group. Also, the limited duration of the project and the manufacturing restrictions had a big influence on the decisions. The final design does meet most of the requirements, however there are still some points of improvement. The price of the product is higher than intended (€3000 instead of €2000) and some parts of the design still need some attention (the cover on the tub and the chimney). At the moment of finishing the project, a sample of the wood-finish is being shipped and a sample of the spiral is being built.

Inhoudsopgave

Samenvatting & Summary -----	1
1 Inleiding -----	4
2 Bestaande hottubs -----	8
2.1 Dutchtub	8
2.2 Isbjørn	9
2.3 Bubbelbaden	10
2.4 Overige hottubs	10
2.5 Beleving boven gemak	10
2.6 Conclusie uit de bestaande producten	11
3 Enquête: Mening van potentiële gebruikers -----	12
3.1 Doelgroep voor de enquête	12
3.2 Enquête onderzoeksvragen	12
3.3 Methode	12
3.4 Resultaten	13
3.5 Conclusie uit de enquête	14
4 Test bestaande hottub -----	16
4.1 Water opwarmen	16
4.2 Praktische problemen	17
4.3 Transport	17
4.4 Beleving	17
4.5 Conclusie uit test	17
5 Intellectueel eigendom recht -----	18
6 Producent -----	19
7 Conclusie uit de analyse -----	20
8 Ideeën -----	24
8.1 Andere belevingsproducten	24
8.2 Gebruikscenario's uit doelgroep	25
8.3 Ontwerpen vanuit problemen	26
9 Ontwerp -----	34
9.1 Spiraal	34
9.2 Deksel op spiraal	35
9.3 Omkapping om spiraal	35
9.4: Kuip	37

9.5 Aansluiting kuip en spiraal.....	41
9.6 Details	42
9.7 Uiteindelijk ontwerp	43
10 Conclusie -----	46
11 Aanbevelingen-----	47
Bronverwijzingen -----	48

1 Inleiding

In dit verslag wordt het ontwerp van een houtgestookte hottub toegelicht. Hottub is een Engels woord dat betekent: *warme tobbe*. Hiermee wordt verwezen naar warme baden zoals bijvoorbeeld de Jacuzzi. De opdracht gaat over een houtgestookte variant. Dit wil zeggen dat het water niet elektrisch wordt verwarmd, maar met een door de gebruiker gestookt houtvuur.

Achtergrond

De opdracht wordt uitgevoerd voor het bedrijf Dealtraders. Dit is een bedrijf dat een verscheidenheid aan consumentenproducten importeert –van sierraden tot telefoonopladers tot kruiwagens. Deze worden kant-en-klaar ingekocht en soms worden op verzoek details van het ontwerp aangepast. Via online dag-aanbieders zoals *Clicktobuy*, *1dayfly* en *marktplaats* worden de producten verkocht.

Opdracht

Dealtraders ziet een gat in de markt voor een betaalbare houtgestookte hottub. Het doel van deze bacheloropdracht is dan ook om een productieklare houtgestookte hottub te ontwerpen die tegen een relatief lage prijs kan worden verkocht, niet meer dan €2000. In de opdracht is er in het speciaal aandacht voor de beleving. Hiermee wordt bedoeld de ervaring van het hebben en gebruiken van een product. Hierbij gaat het niet direct over de praktische functionaliteit van een product, maar het gevoel dat het bij de gebruiker teweeg brengt. Meer over hoe dit van toepassing is op een houtgestookte hottub is te vinden in hoofdstuk 2.5 *Beleving boven gemak*.

Structuur

De kern van dit verslag is op te delen in drie delen: De analyse, de idee en de ontwerpfase. Het doel van de analyse is om meer informatie te verkrijgen over bestaande technieken, wie potentiële gebruikers zijn en welke eisen er zijn voor het ontwerp. In het tweede deel (*idee*) wordt deze informatie uit de analyse vertaald in concrete producteigenschappen. In het derde, *ontwerp*, gedeelte worden de meest veelbelovende ideeën verder uitwerkt zodat de beste keuzes kunnen worden gemaakt. Dit ontwerp wordt tot slot zo ver uitgewerkt dat de fabrikant hiermee aan de slag kan.

ANALYSE

Om te beginnen wordt in de analyse eerst gekeken naar welke hottubs er al bestaan. Vervolgens wordt de mening van potentiële gebruikers gepeild en wordt een test uitgevoerd met één van de bestaande tubs. Ook wordt er meer informatie gegeven over de producent en over de regelgeving wat betreft intellectueel eigendom.

2 Bestaande hottubs

De bestaande hottubs zijn in het kader van deze opdracht onder te verdelen in drie soorten (Figuur 1).

- o Dutchtub-achtigen. De Dutchtub is een tub met een externe spiraal waar het vuur in wordt gestookt. Het water stroomt door de spiraal en wordt door het vuur opgewarmd;
- o Isbjørn-achtigen. Isbjørn is een merk houtgestookte tubs dat een andere warmteoverbrenging heeft dan de Dutchtub. In plaats van in een spiraal wordt er gestookt in een metalen bak die in het water hangt;
- o Bubbelbaden. Dit zijn de elektrische hottub varianten, beter bekend onder de merknaam Jacuzzi.



Figuur 1: v.l.n.r.: Dutchtub, Isbjørn, bubbelbad

De verschillende modellen worden in dit hoofdstuk uitgebreider toegelicht.

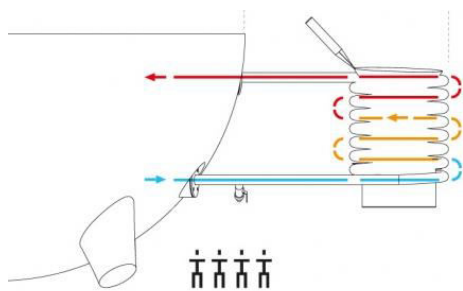
2.1 Dutchtub

De Dutchtub wordt door het productlabel Weltevree verkocht en is met een verkoopprijs vanaf €5200 de duurste houtgestookte hottub. De 750 liter water in de Dutchtub wordt verwarmd door het vuur in de spiraal. Omdat het water in de spiraal warmer wordt zet het uit en zal het stijgen. Zo ontstaat er een circulatie die het koude water van onder de tub aanzuigt en het warme water aan de bovenkant weer terug brengt (Figuur 3). Om het vul- en opwarmproces sneller te laten verlopen, zit er een *turbo-valve* aansluiting onderaan de spiraal. Het water uit de tuinslang stroomt zo onder de spiraal in, waardoor het direct langs het vuur stroomt.



Figuur 2: Dutchtub

De tub bestaat uit twee delen glasvezel versterkt polyester en weegt inclusief RVS spiraal 75 kg. Tijdens de productie van de Dutchtub wordt er een polyester-coating over een mal aangebracht, welke wordt versterkt met glasvezel. Dit wordt gedaan voor de binnen en de buitenkant van de tub. Hierdoor ontstaat een dubbelwandige tub wanneer de delen op elkaar worden gelijmd.



Figuur 3: Thermisch gedreven circulatie in spiraal

2.1.1 Beleving Dutchtub

Het lage gewicht is één van eigenschappen waarmee wordt geadverteerd. Het zou de gebruiker in staat stellen om de hottub overal mee naartoe te nemen, om zo de lokale natuur op een unieke wijze te ervaren. Dat is de visie achter de Dutchtub: Dichter bij de natuur komen. Niet alleen door in de natuur te baden, maar door zelf vuur te stoken om het water te verwarmen, onafhankelijk van elektriciteit. En dit met een simpel, analoog product waarbij de energiestroom tussen de elementen vuur en water zeer inzichtelijk is.

2.1.2 Dutchtub aanverwanten

Dutchtub loveseat

Dit is de kleinere, tweepersoons versie van de Dutchtub. De prijs is evenredig met de waterinhoud van 450 liter gedaald tot €3300.



Figuur 4: Dutchtub Loveseat

Tub-tub

De tub-tub is eigenlijk gewoon een kopie van de Dutchtub. Een paar details wijken af, maar het is onduidelijk waarom dit product verkocht mag worden. Dit wordt verder toegelicht in het hoofdstuk 5 *Intellectueel eigendom recht*. Zonder deksel kost deze tub €3900.



Figuur 5: Tub-tub

Chinese kopie Waltmal

Deze kopie wordt bij Waltmal Sanitary Wares gemaakt –dit is dezelfde fabriek waar het uiteindelijke product gemaakt zal worden. Voor €1200 verkopen zij een complete tub, echter staat hij dan nog in China.



Figuur 6: Dutchtub kopie Waltmal

2.2 Isbjørn

Isbjørn is een Nederlands bedrijf dat betaalbaardere hottubs produceert. Zij leveren al een complete budget-hottub voor €1800, echter een wat luxere uitvoering kost minstens €2500. Per maand worden hier ongeveer 30 hottubs gemaakt. De kuip is gemaakt van LDPE en wordt bekleed met Thermowood. Er gaat 1400 liter water in. Er zijn modellen waar de kuip volledig uit hout is vervaardigd, alleen dit gaat snel lekken en bacteriën hechten makkelijker aan hout.



Figuur 7: Isbjørn hottub

Anders dan de Dutchtub, maken deze baden gebruik van een afgesloten kachel. Er zijn twee versies: De kachel kan buiten het bad staan (Figuur 9) of direct in het water hangen (Figuur 10). De interne kachel is simpelweg een aluminium bak die in het water hangt. Deze maakt de tub compacter, maar neemt veel zitruimte in.



Figuur 8: Isbjørn met interne kachel



Figuur 9: Isbjørn met externe kachel

De externe kachel is een dubbelwandige aluminium bak. Het water kan vrij stromen tussen beide lagen en er zitten twee aansluitingen tussen de tub en de kachel: Aan de onderkant stroomt het water de kachel in en aan de bovenkant eruit. Het principe is hetzelfde als de spiraal van de Dutchtub, alleen de vorm is anders.



Figuur 10: Werking interne kachel Isbjørn

2.2.1 Beleving Isbjørn

De Isbjørn richt zich op een ander segment dan de Dutchtub. Het is een meer no-nonsense product, bedoeld voor iemand die zonder veel geld uit te geven toch van een hottub wilt genieten. Er is contact gezocht met de fabriek van Isbjørn. Volgens hen is er sinds de crisis behoefte aan een goedkoop alternatief voor elektrische bubbelbaden. Nu de economie aan de beterende hand is wil de klant toch meer luxe: Daarom verkoopt Isbjørn nu ook houtgestookte hottubs met massage-stralen en bubbels – voor een forse meerprijs van resp. €1500 en €1100. Echter doet dit wel af aan de ervaring van een product dat juist zijn charme ontleent aan het niet nodig hebben van elektriciteit.

2.3 Bubbelbaden

Bubbelbaden zijn een compleet andere categorie producten dan houtgestookte hottubs. Een bubbelbad houdt het water constant warm. Hierdoor is het altijd gelijk klaar voor gebruik, maar wordt er wel veel elektriciteit verbruikt. Ook zitten er massage-stralen en bubbels ingebouwd. Bubbelbaden zijn in aanschaf een stuk duurder. Een goedkoop model is al vanaf €4000 te koop, echter is de kwaliteit dan matig. Dit resulteert in hogere verwarmingskosten en meer geluidsoverlast van de pompen en het verwarmingselement. Een bubbelbad van goede kwaliteit kost al snel meer dan €10.000. Ook bij een betere kwaliteit bad zijn hoge elektriciteits- en onderhoudskosten verbonden.



Figuur 11: Bubbelbad

2.3.1 Beleving bubbelbad

De ervaring van een bubbelbad is geheel anders dan dat van een houtgestookte hottub. Een bubbelbad is pure luxe en de gebruiker hoeft geen enkele inspanning te leveren. De doelgroep van bubbelbaden zal dus ook niet hetzelfde zijn.

2.4 Overige hottubs

Hottug

De Hottug is een kruising tussen een boot en een hottub. Met een prijs van €20.000 is deze tub niet voor iedereen weggelegd.

Nomad inklapbare Hottub

Deze tub is bedoeld voor op reis. Ingepakt is het complete pakket 40x40x75 cm en inclusief spiraal kost het €640 in Amerika.

DIY hottubs

Naast de kant en klare producten zijn er veel mensen die zelf een Dutchtub-achtige hottub bouwen. Het principe is ook niet erg ingewikkeld. Er is een grote bak nodig, een metalen buis die om een cilinder wordt gebogen en een paar aansluitstukken.



Figuur 12: Hottug

2.5 Beleving boven gemak

Wat is de reden dat mensen bereid zijn zo veel moeite te steken in een houtgestookte hottub, wanneer het elektrisch veel gemakkelijker kan? Vermoed wordt dat bij de Isbjørn dit komt door de veel lagere kosten. Bij de Dutchtub echter is er al een goedkoop bubbelbad voor dezelfde prijs te krijgen. Het antwoord moet worden gezocht in de beleving. Ter illustratie een handmatige espressomachine (Figuur 14).



Figuur 13: Nomad meeneembare hottub



Figuur 14: Handmatige espressomachine

Net zoals bij de espressomachine is het wenselijk dat de gebruiker van een houtgestookte hottub dicht bij het proces staat: Zicht hebben op het vuur en de waterstroom kunnen volgen (de spiraal kunnen zien). Daarnaast moet de meerwaarde van het handmatige duidelijk zijn. Dit kan bijvoorbeeld zijn: Onafhankelijkheid van elektriciteit, beter voor het milieu dan een bubbelbad dat altijd aan staat of dichter bij de natuur komen.

2.6 Conclusie uit de bestaande producten

De Dutchtub is de hottub die het meest is gericht op de beleving. Meer dan bij de Isbjørn, is het verwarmingsproces bij de Dutchtub inzichtelijk en het spreekt tot de verbeelding. Wel is de spiraal minder efficiënt dan een gesloten kachel. De zitpositie is veel meer onderuitgezakt bij de Dutchtub, het is als het ware een grote kom. Bij de Isbjørn zit men meer rechtop.

Een houtgestookt hottub zal nooit kunnen concurreren met een jacuzzi op het gebied van gebruiksgemak. Lange opwarmtijden zijn inherent aan het verwarmen met hout. Het stoken moet dus horen bij de positieve ervaring van het baden en uit het voorbeeld van de espressomachine blijkt dat het proces inzichtelijk moet zijn en dat de meerwaarde van de extra inspanning duidelijk moet zijn.

3 Enquête: Mening van potentiële gebruikers

Er zijn, zoals in het vorige hoofdstuk (bestaande producten) toegelicht verschillende vormen kuipen, diverse materialen en meerdere verwarmingsmethodes. Daarnaast hebben de 3 verschillende modellen (Dutchtub, Isbjørn en bubbelbaden) een heel andere ervaring en uitstraling. De enquête moet inzicht geven in de mening omtrent de verschillende modellen en technieken op het gebied van praktische overwegingen en verwachte beleving. De enquête is voornamelijk gericht op de houtgestookte modellen.

Om een idee te krijgen wat er speelt – en bij wie – op het gebied van hottubs, zijn eerst meningen op internet gezocht. Vervolgens zijn interviews afgenomen om te kijken hoe willekeurige mensen (die niet actief bezig zijn geweest om informatie op te zoeken) reageren op de verschillende modellen.

3.1 Doelgroep voor de enquête

Er zijn een aantal randvoorwaarden voor het aanschaffen van een houtgestookte hottub. Er is ruimte, geld, tijd, geduld en als belangrijkste enthousiasme voor houtgestookt baden nodig. Om grofweg de doelgroep af te bakenen voor de enquête zijn een aantal korte persona's opgesteld inclusief argumentatie of zij de doelgroep zouden kunnen zijn (gebaseerd op de meningen op het internet en open interviews). Het is duidelijk dat alleenstaanden, studenten en jonge stelletjes niet de meest veelbelovende groepen zijn. Gezinnen lijken echter wel geschikt: Vaak hebben zij wat meer ruimte en geld. Daarnaast kan het hele gezin samen in de tub, kunnen vrienden van de kinderen langs komen en kunnen de ouders alleen of met vrienden in de tub. Iets oudere stellen van 50 jaar of ouder die in de toekomst minder gaan werken lijkt ook een kanshebber: Zij hebben meer geld te besteden en hebben meer tijd, geduld en wellicht ook waardering voor het onthaasten idee. Een heel ander idee om de tub niet direct aan consumenten te verkopen, maar aan organisaties zoals huisjesverhuurders, resorts en campings. Vooral een camping lijkt geschikt: Mensen leven hier in een rustig tempo om te ontspannen. Dit sluit perfect aan bij het idee van een houtgestookte hottub. Daarnaast zijn hier veel gezinnen die het product mogelijk willen aanschaffen wanneer zij weer thuis komen. De enquête is vooral gericht aan gezinnen en oudere stellen die geen kinderen hebben of waarbij de kinderen al uit huis zijn

3.2 Enquête onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen van de enquête zijn: Welke elementen (zowel praktisch als beleving) van hottubs spreken aan bij mensen en welke juist niet? Deze informatie wordt als input gebruikt bij het ontwerp: De positieve punten worden gestimuleerd en voor de negatieve elementen wordt een oplossing gezocht. Hiernaast geeft de enquête meer informatie over de mogelijke doelgroep: Wie is de potentiële gebruiker en wat zijn de specifieke wensen van deze groep?

3.3 Methode

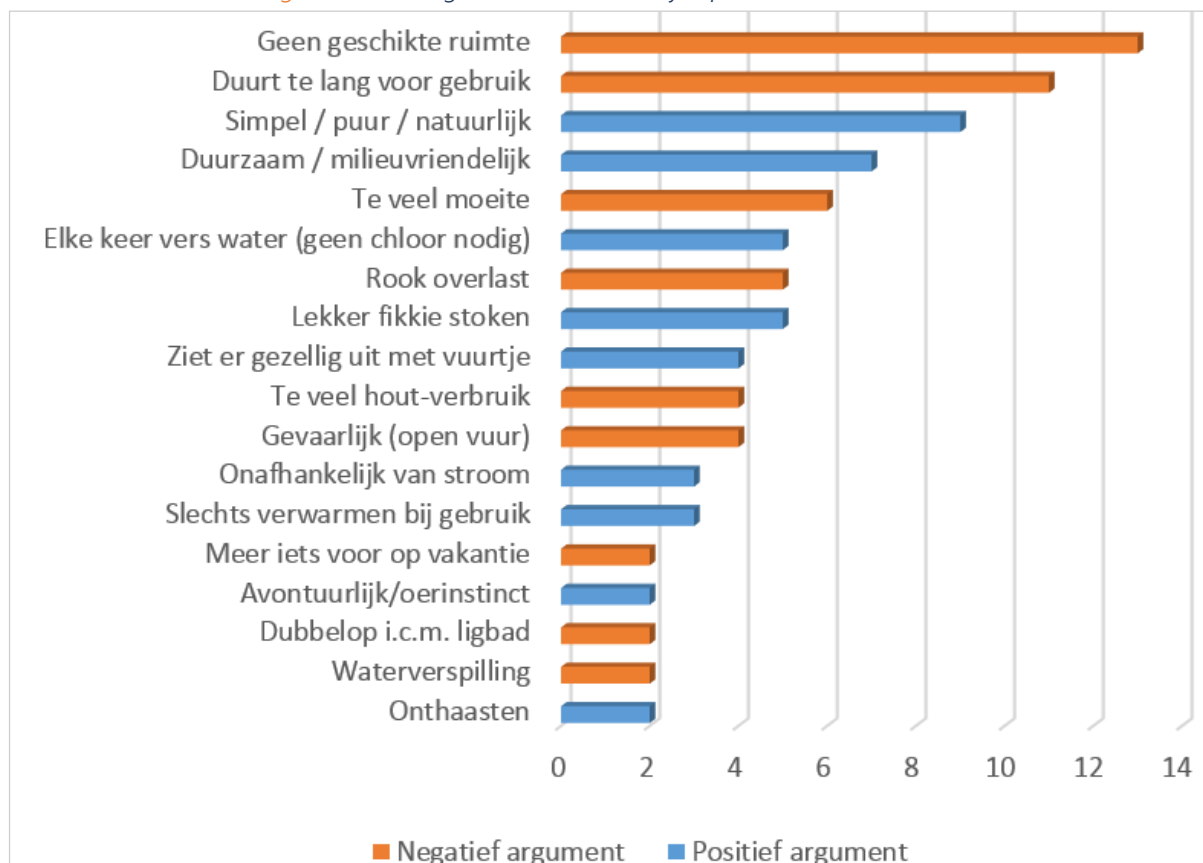
Via Google Forms is de enquête online verspreid (bijlage 1.1: *Enquêtevragen en resultaten*). Aan de hand van de drie soorten hottubs (Dutchtub, Isbjørn en bubbelbad) is een reeks van vooral open vragen gesteld. Beginnend bij wat de eerste indruk is en wat aanspreekt, tot een direct vergelijk van (verschillende elementen van) de drie soorten tubs. Ook is in kaart gebracht wat mogelijk problemen zouden kunnen zijn. Bij elke reeks vragen is steeds de mogelijkheid gegeven (en aangemoedigd) om ook opmerkingen te geven die niet vallen onder de vragen. Zo stimuleert de enquête de respondent om elke overweging vast te leggen. Tot slot bevat de enquête meerkeuzevragen over de (leefsituatie van) de respondent.

De enquête bestaat uit 19 open en 10 meerkeuze vragen en neemt ongeveer 15 minuten in beslag.

3.4 Resultaten

In totaal hebben 32 mensen de enquête ingevuld. Alle antwoorden zijn te vinden in bijlage 1.1: *Enquêtevragen en resultaten*. Bij de antwoorden op de open vragen is in kaart gebracht welke antwoorden er zijn gegeven en is er geturfd bij hoeveel respondenten dit voorkwam. De resultaten zijn inzichtelijk gemaakt door deze in grafieken weer te geven (bijlage 1.2: *Gevisualiseerde data*). De belangrijkste resultaten worden hieronder uitgelicht:

Tabel 1: *Positieve en negatieve meningen over Dutchtub (frequentie)*



Opvallend is dat mensen bij de Dutchtub een uitgesprokener mening hebben dan bij de andere baden; er worden zowel meer positieve, als negatieve argumenten gegeven (Tabel 1). Het niet hebben van een geschikte ruimte en de lange opwarmtijd zijn de grootste bezwaren. De simpele, natuurlijke werking en het duurzame karakter zijn grote pluspunten.

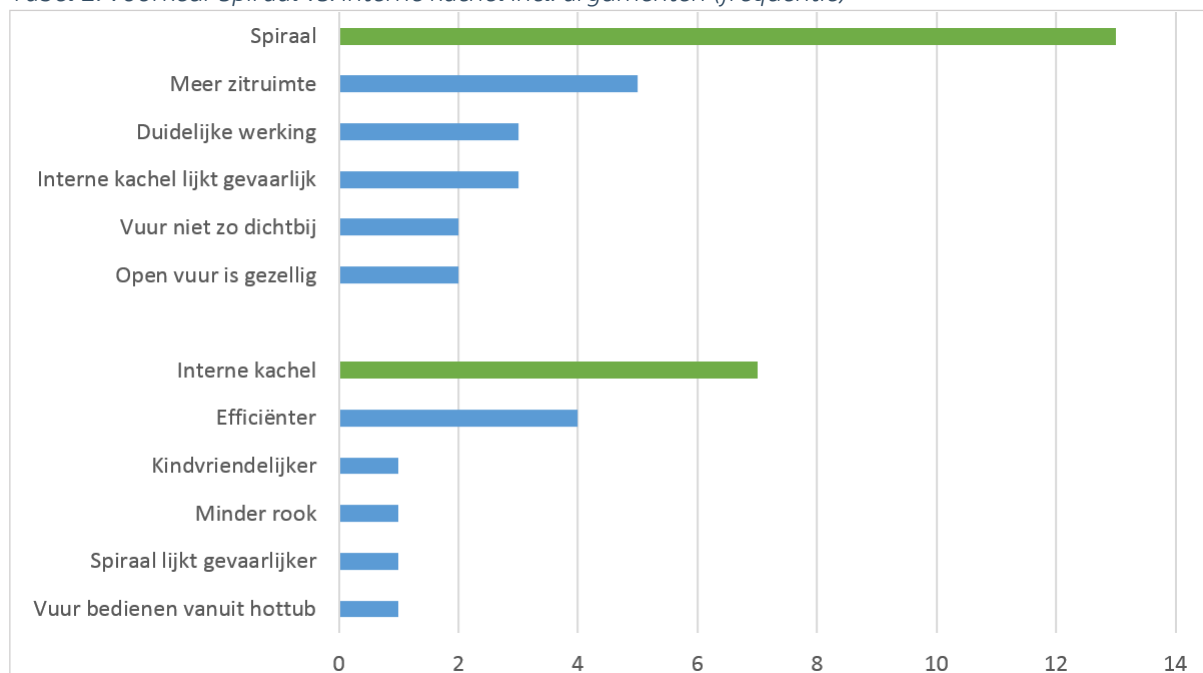
Op de vraag met wie mensen een hottub zouden gebruiken, geven ze aan deze vooral met vrienden en familie denken te gebruiken (bijlage 1.2.3: *Met wie in de hottub*). De meeste mensen zouden niet zelfstandig baden, omdat het toch een sociale activiteit is. Ook moet er in het geval van een houtgestookte tub dan veel meer water worden gebruikt en verwarmd dan eigenlijk nodig zou zijn. Ook met zijn tweeën zouden mensen niet snel de tub gebruiken.

Een verwacht verschil dat duidelijk in de resultaten naar voren komt is dat de respondenten de houtgestookte Dutchtub vooral in het weekend en in de vakantie zouden gebruiken (bijlage 1.2.4: *Moment van gebruik*). Ze zouden er niet 's avonds na het werk in baden; in een bubbelbad is dit wel de meest voorkomende tijd. Het is dus echt een product waar mensen de tijd voor willen: Het is niet gewoon baden, maar het is echt een activiteit.

Daarnaast is een logisch resultaat dat wanneer respondenten buitenaf wonen en een grotere tuin hebben, zij minder bezwaren hebben wat betreft ruimte en privacy. Zij hebben ook minder behoefte aan een afscherming om- of een afdakje op de tub (bijlage 1.2.6: *Privacy en ruimte*).

De respondenten lijken de voorkeur te hebben voor de verwarmingsmethode van een spiraal boven de kachel (Tabel 2). De belangrijkste reden om toch voor een interne kachel te kiezen is dat zij verwachten dat dit efficiënter is.

Tabel 2: Voorkeur spiraal vs. interne kachel incl. argumenten (frequentie)



Wat betreft vormgeving zijn de meeste mensen het eens: Het inzichtelijke ontwerp van de spiraal van de dutchtub wordt gewaardeerd, alsmede het unieke uiterlijk. Wel prefereert de meerderheid de natuurlijke houten afwerking van de Isbjørn boven de “kinderlijke, plastic uitstraling” van de Dutchtub.

Tot slot geeft ruim de helft van de respondenten aan geen enkele hottub te willen hebben. Een klein deel (14%) geeft aan een bubbelbad te willen en hier 2000 voor over te hebben. De rest (32%) zou wel een houtgestookte tub willen (ongeveer gelijke delen kiezen voor de Dutchtub of de Isbjørn). Voor de Dutchtub zouden zij €1400-2000 over hebben, voor de Isbjørn €1000-1500 en diegenen die geen voorkeur hadden zouden €1000-2500 betalen.

3.5 Conclusie uit de enquête

Zoals uit de resultaten blijkt zou het grootste deel geen enkel model hottub overwegen. Daarom is het belangrijk extra goed te kijken naar de positieve respondenten: De mensen die aangeven te overwegen om een houtgestookte hottub aan te schaffen. Toch is de mening van de overige respondenten van belang, want het aanschaffen van een hottub is meestal geen keuze die door één persoon wordt gemaakt. Bijvoorbeeld de rest van het gezin en in het bijzonder de partner moet het hier ook mee eens zijn. Staat het product bijvoorbeeld wel mooi in de tuin? Alle meningen, overwegingen en wensen die uit de enquête naar voren zijn gekomen zijn samengevat in bijlage 2.2: *Alle verbeterpunten en wensen – Uit de enquête*.

3.5.1 Positieve respondenten

De groep is verdeeld wat betreft leeftijd, het soort werk en de hoogte van de inkomsten. Wel is opvallend dat bijna alleen mannen interesse hebben. Van alle mannelijke respondenten wil 57% eventueel een houtgestookte hottub, tegenover slechts 7% van de vrouwen. Ook willen vooral mensen in een dorp er

één. Van alle respondenten uit een dorp wil 57% een houtgestookte hottub. Bij slechts 23% van de mensen uit een stad is dit het geval. Ook hebben de positieve respondenten een bovengemiddeld grote tuin (240m² tegenover 84m²). Daarnaast zijn ze allemaal samenwonend met een partner en hebben de meeste ook kinderen (vooral van 10 jaar of ouder).

De wensen van de positieve respondenten zijn belangrijke input voor het ontwerpproces. Wat betreft verwarmingsmethode spreekt de mooie, simpele werking van de spiraal de positieve respondenten aan. Het enige argument tegen de spiraal (van verwacht lager rendement) moet worden opgelost. De vormgeving van de Isbjørn heeft de voorkeur, maar het unieke van de Dutchtub wordt ook gewaardeerd. Ze geven aan de tub in alle weersomstandigheden te willen gebruiken en daarom moet het vuur tegen regen kunnen worden beschermd. De positieve respondenten willen het met zowel familie, het gezin, vrienden en met hun partner (met een aflopende frequentie) gebruiken. Er moeten daarom minimaal 6 mensen tegelijk in passen.

Redenen voor de positieve respondenten om een houtgestookte hottub te kopen zijn:

- Actief bezig zijn met het stoken van een vuurtje;
- Alleen verwarmen wanneer het nodig is (t.o.v. bubbelbaden);
- Onafhankelijk van elektriciteit;
- Gezelligheid (sociaal);
- Puur, simpel en oer;
- Elke keer vers water;

Redenen om er toch geen te kopen zijn dat het veel tijd kost, gedoe is en dat de aanschafprijs hoog is.

3.5.2 Doelgroep

De primaire doelgroep is gebaseerd op de groep positieve respondenten. Die bestaat uit mannen met een gezin die leven in een dorp en een redelijk grote tuin hebben (> 100 m²). De secundaire doelgroep is ook erg belangrijk: De rest van het gezin en ieders vrienden. De eisen en wensen van de doelgroep zijn hierboven te vinden.

4 Test bestaande hottub

De mening van potentiële klanten is erg belangrijk, maar daarnaast moet ook praktijkervaring worden opgedaan. Hiervoor is een Dutchtub gehuurd en uitgetest. De tub is twee keer gevuld en gestookt terwijl de temperatuur en hoeveelheid hout is gemonitord (Tabel 3).

4.1 Water opwarmen

Opvalt is dat het opwarmen bijna 4 uur duurt, in plaats van de geadverteerde 2 uur. Ook is er erg veel hout nodig (0,15 kuub), praktisch elk kwartier is er hout toegevoegd. Redenen voor deze inefficiëntie zijn dat er veel warmteverlies is tussen de windingen en aan de bovenkant van de spiraal (Figuur 18). Ook de deksel zelf sluit niet goed aan vanwege de ongelijke vorm aan de bovenkant van de spiraal. Daarnaast is de metalen deksel een goede geleider. Bovendien zit er veel aanslag aan de binnenzijde van de spiraal, waardoor de warmteoverdracht lager was (Figuur 16).

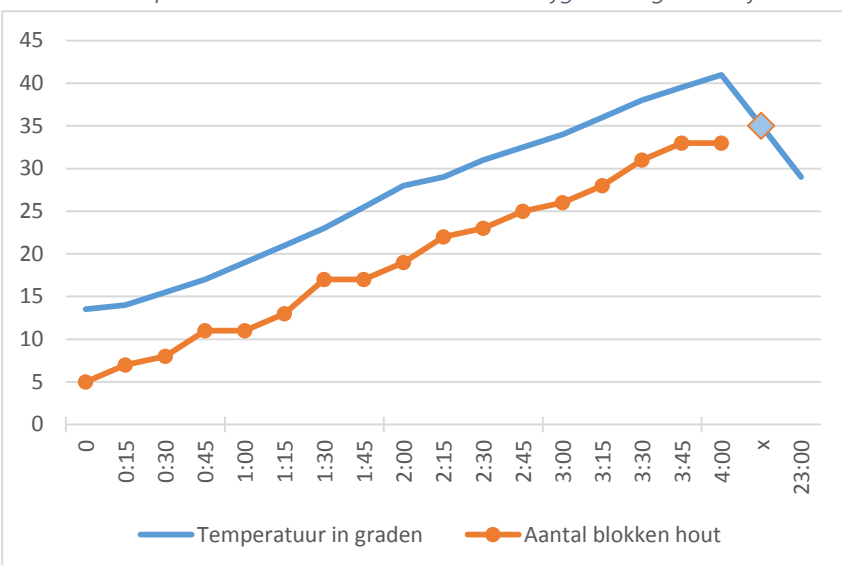


Figuur 15: Dutchtub in voortuin

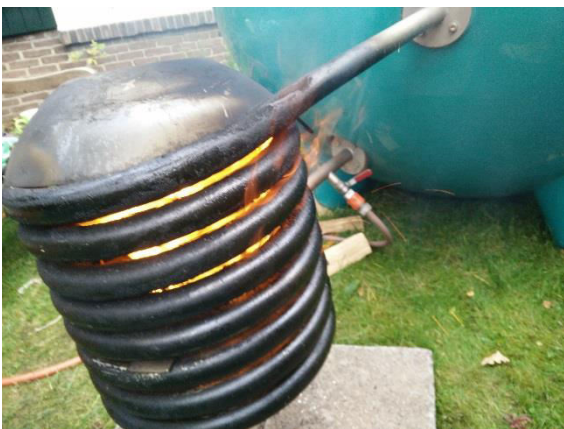


Figuur 17: Reguliere wokpan op spiraal

Tabel 3: Temperatuur en aantal blokken hout afgezet tegen de tijd



Figuur 16: Aanslag op spiraal zorgt voor lagere warmteoverdracht



Figuur 18: Warmteverlies tussen windingen

De tub is goed geïsoleerd, gezien dat 19 uur nadat het laatste hout is toegevoegd het water slechts 12 graden is afgekoeld. Als het water schoon kan worden gehouden zou de tub de volgende dag weer kunnen worden gebruikt (met een veel kortere stooktijd).

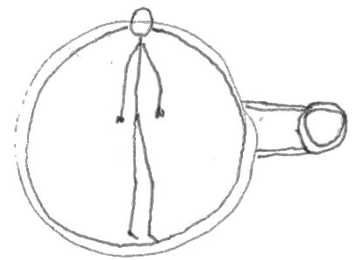
De teruggaande buis (van de spiraal weer naar de tub) werd deze test erg heet, wat er op wijst dat de doorstroming van het water niet goed was. Dit komt wellicht doordat de hottub niet helemaal recht stond, waardoor segmenten van de spiraal minder stijgen, of zelfs dalen. Het is dus van belang dat het uiteindelijke ontwerp waterpas wordt geplaatst.

Tijdens het verwarmen moet er regelmatig worden geroerd zodat het warme water boven en het koude water onder mengt. Dit is lastig omdat de grote, lastig te tillen deksel er dan elke keer af en op moet worden gedaan.

4.2 Praktische problemen

Naast de bezwaren van het water verwarmen zijn er nog praktische moeilijkheden die opgelost moeten worden:

- De tub moet worden gevuld tot en met de bovenste aansluiting van de spiraal, zodat het water kan circuleren. Deze aansluiting zit echter zo hoog dat wanneer er meer dan 2 mensen in zitten het water over de rand stroomt.
- Er komt vrij veel rook vanaf wat vervelend is voor gebruikers en omwonenden.
- De tub staat pas stabiel wanneer deze is gevuld met water. Er al in zitten terwijl hij volstroomt, is dus gevaarlijk.
- Er komt veel stralingswarmte aan de onder en zijkanten van de spiraal. Dit kan de ondergrond (planten) beschadigen. Daarnaast is dit gevaarlijk voor kleine kinderen.
- Een tuinslang aansluiten op de tub om deze leeg te laten lopen werkt niet. Via de *turbo-valve* druppelt het water uit de slang en op de grote waterafvoer past de tuinslang niet. De enige opties zijn om het water direct uit de tub te laten stromen (maar dit is slecht voor de ondergrond) of het met emmers leeg te halen. Het is dus belangrijk dat het ontwerp een tuinslang-aansluiting krijgt waar het water goed door kan stromen. Ook moet de waterafvoer helemaal op de bodem van de tub zitten. Bij de Dutchtub is dit niet het geval, waardoor niet al het water er goed uit stroomt en vuil, zoals zand, in de tub achterblijft.
- In de tub zitten met meer dan 2 mensen is niet comfortabel. Doordat het eigenlijk gewoon een ronde bak is kan men er alleen in liggen, waarmee één persoon gelijk een groot deel van de tub inneemt (Figuur 19).



Figuur 19: Ruimtegebrek door liggende houding

4.3 Transport

De tub is erg groot en zwaar en moet op een aanhanger worden vervoerd. Er zitten geen handvaten aan om hem goed te kunnen tillen, zeker niet op zijn kant. Dit is ook de reden dat de tub tijdens de test in de voortuin staat, hij past niet door het poortje tussen de huizen. Omdat de tub uiteindelijk ook met een aanhanger of busje zal worden vervoerd, zal rekening moeten worden gehouden met hiervoor maximaal toelaatbare afmetingen. De maten voor een aanhanger zijn 2,50 x 1,30 (lengte x breedte), maar hier mag deze in de breedte aan beide kanten 20 cm uitsteken. De meeste bestelbusjes zijn 2,50 x 1,50-1,60.

4.4 Beleving

In een voortuin aan de straat zit men minder rustig te stoken en te baden. In zo'n openbare ruimte is er veel bekijks. Daarnaast is het opvallend hoeveel bijzonderder het is om in het donker te hottubben: Het vuur gloeit in de duisternis en het hete water dampt in de koude buitenlucht.

4.5 Conclusie uit test

Uit de test zijn veel verbeterpunten gekomen. Alle verbeterpunten zijn te vinden in bijlage 2.1: *Alle verbeterpunten en wensen - Uit de gebruikstest*.

De belangrijkste zijn:

- Verwarmen moet efficiënter en sneller. Er gaat veel warmte verloren tussen de windingen en aan de bovenkant van de spiraal.
- Het product is lastig op de gewenste locatie te krijgen. Handvaten zijn nodig om hem te kunnen tillen (ook op zijn kant) en de afmetingen moeten worden beperkt.
- De bovenste aansluiting van de spiraal op de tub moet lager zitten zodat het water niet overstroomt wanneer er meerdere mensen in zitten.

- De zitpositie maakt het dat er maar 2-3 mensen comfortabel in de tub kunnen. Gezien de eis voortkomend uit de enquête moet dit veranderen.
- De verwarmingsunit moet zo worden ontworpen dat er zo min mogelijk rook van de tub komt en er is een schoorsteen nodig.
- In verband met transport moeten de afmetingen van de kuip binnen 2,50 x 1,50 (1,30 aan de voet) blijven.

5 Intellectueel eigendom recht

Na een eerdere aanvaring tussen Dealtraders en de bedenker van de Dutchtub (Floris Schoonderbeek) is het van belang een dusdanig onderscheidend ontwerp te maken dat er geen schending van het intellectueel eigendom (IE) is. Vijf jaar geleden heeft Dealtraders een aantal Dutchtub-achtige hottubs bij Waltmal in China besteld. Schoonderbeek heeft direct actie ondernomen en een deurwaarder langs laten komen bij Dealtraders om de tubs in te nemen. In een verzoekschrift werd duidelijk gemaakt dat de tubs inbreuk maken op o.a. zijn auteursrechten.

Opvallend is dat de Tub-tub (eerder genoemd *Bestaande hottubs*) verkocht wordt in Nederland, terwijl deze erg op de Dutchtub lijkt. Slecht enkele details verschillen: Er zit een tafeltje aan en de pootjes zijn iets anders gevormd. Er is contact opgenomen met de verkoper en zij melden dat ze niks van Schoonderbeek hebben gehoord. Ook is er geen jurisprudentie te vinden over de Tub-tub. Mogelijk is het bestaan ervan niet bekend bij Schoonderbeek, onderscheidt het ontwerp zich genoeg van de Dutchtub of is er een andere reden dat Schoonderbeek geen aanklacht indient.

Er zijn verschillende vormen van IE die op de tub van toepassing kunnen zijn (citaat van www.rijksoverheid.nl¹):

- *Auteursrecht: Beschermt werken van letterkunde, wetenschap of kunst. Het recht ontstaat vanzelf. Het hoeft dus niet aangevraagd of geregistreerd te worden.*
- *Tekeningen- en modellenrecht: Beschermt vormgeving van twee- of driedimensionale gebruiksvoorwerpen. Om bescherming te krijgen moet ook een tekening of model worden geregistreerd.*
- *Merkenrecht: Beschermt namen van producten of diensten. Het beschermt ook een logo of de vorm of verpakking van een product. Ondernemers moeten hun merk registreren als zij het willen beschermen.*

In verschillende IE-databanken is niks geregistreerd over de Dutchtub. Het enige wat is vastgelegd zijn twee logo's. Het auteursrecht is echter van toepassing als niks is geregistreerd. Uit de correspondentie tussen Dealtraders en Schoonderbeek blijkt dan ook dat Schoonderbeek zich beroept op dit auteursrecht. Echter is de definitie van inbreuk maken niet volledig duidelijk. Uit contact met de Federatie Auteursrechtbelangen² komt het volgende naar voren:

“Er bestaan geen objectieve criteria of checklists waaraan een auteursrechtinbreuk kan worden getoetst, en garanties vooraf dat er geen sprake is van een inbreuk kunnen dus niet worden gegeven. Of een ontwerp wel of niet teveel lijkt op een al bestaand auteursrechtelijk beschermd ontwerp, wordt beoordeeld door de twee ontwerpen naast elkaar te leggen en de overeenkomsten in kaart te brengen. Uit de jurisprudentie blijkt dat de rechter zich hierbij met name laat leiden door de 'totaalindruk' die de ontwerpen maken, verschillen in details zijn dus niet doorslaggevend. Daar zit altijd een subjectieve kant aan.”

Dit is dan ook het criterium waar verschillende ontwerpen aan moeten worden getoetst: *Komt het ontwerp over als wezenlijk verschillend?*

¹ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/intellectueel-eigendom/inhoud/bescherming-intellectueel-eigendom>

² <http://www.auteursrecht.nl>

6 Producent

De hottub zal worden geproduceerd bij Waltmal. Dit is een badkuipen fabrikant in China. Waltmal heeft zoals eerder genoemd al een houtgestookte hottub in hun assortiment. Het voordeel van deze fabrikant is dat ze al ervaring hebben met hottubs en dat het erg goedkoop is om een mal te laten maken. Een producent in Europa levert waarschijnlijk hogere kwaliteit en is communicatief beter, maar een mal kost €20.000 –tegenover €3000 bij Waltmal.

De onderdelen naast de kuip zoals het verwarmingselement en een eventuele houten afwerking worden niet door Waltmal zelf gemaakt, maar deze kopen zij in. Dit gebeurt allemaal via Waltmal, zij hebben contact met geschikte fabrikanten. Deze fabrikanten hebben echter geen beschikking over computergestuurde machines. Onderdelen kunnen niet exact zoals op het CAD-model worden nagemaakt. Er moet rekening worden gehouden met de afwijking die ontstaat door handmatige productie.

Daarnaast moeten alle gebruikte materialen duurzaam genoeg zijn om lange tijd buiten te staan.

7 Conclusie uit de analyse

De enquête en de gebruikstest hebben veel input geleverd voor het ontwerpproces. Er is duidelijk geworden wat aanspreekt in een houtgestookte hottub en wat juist niet. Daarnaast zijn er praktische verbeterpunten naar voren gekomen. Bij elkaar zijn dit ruim 60 eisen en wensen (bijlage 2: *Alle verbeterpunten en wensen*).

De belangrijkste eisen en wensen:

Eisen:

- De afmetingen van de kuip moeten binnen 2,50 x 1,50 (1,30 aan de voet) blijven.
- Het ontwerp moet zodanig onderscheidend zijn dat er geen sprake is van IE-inbreuk.
- De prijs moet significant lager zijn dan die van de Dutchtub. Het is afhankelijk van de features die het uiteindelijke ontwerp heeft, maar de consumenten richtprijs is €2000.
- Het verwarmen van het water moet zo snel en met een zo hoog rendement als mogelijk.
- De zitpositie moet zo worden aangepast dat er 6 mensen in passen zonder elkaar te veel aan te raken.
- De materialen moeten duurzaam genoeg zijn om minstens 15 jaar onaangetast buiten te staan.
- De hottub moet in de regen kunnen worden gebruikt.

Beleving:

- Het pure en simpele van houtgestookt verwarmen spreekt mensen aan. Dit moet worden gestimuleerd door het opwarmingsproces inzichtelijk en simpel te maken.
- Het hottubben is een sociale activiteit. Dit moet worden gefaciliteerd.
- De meerwaarde van het houtgestookte boven een elektrisch bubbelbad moet duidelijk zijn (bijvoorbeeld: Het is een sociale activiteit, duurzamer, elke keer vers water, etc.).

8 Ideeën

De informatie uit de analyse is gebruikt voor twee richtingen van idee-generatie:

- De problemen uit de enquête en de gebruikstest oplossen (8.3 *Ontwerpen vanuit problemen*).
- Gebruikscenario's gebaseerd op de primaire en secundaire doelgroep (8.2 *Gebruikscenario's uit doelgroep*).

Daarnaast is, om ook geheel nieuwe idee-richtingen te ontdekken, een methode gebruikt die niet voortbouwt op de analyse:

- Met behulp van andere producten die sterk op de beleving inspelen, is gebrainstormd om nieuwe "belevingsgerichte" ideeën op te doen (8.1 *Andere belevings-producten*).

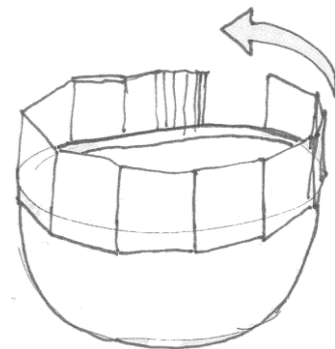
Tijdens het generen van ideeën is constant de essentie van de positieve ervaring gewaarborgd. Bijvoorbeeld het inzicht in de werking van het verwarmen is een eis die de ideeën sterk heeft gestuurd.

8.1 Andere belevings-producten

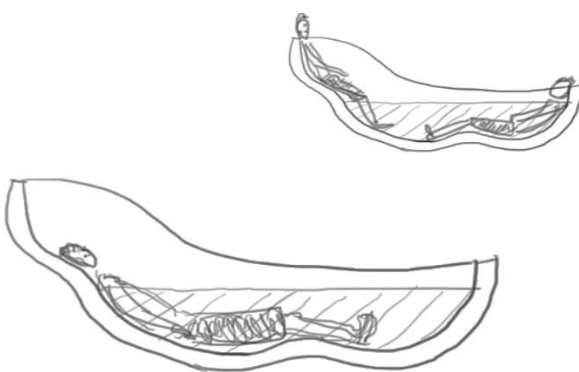
Een houtgestookte hottub is geen puur praktisch en functioneel product. Het gaat om de beleving die het hebben en gebruiken ervan met zich meebrengt. Om niet te veel te blijven hangen in de visie van de beleving van de Dutchtub zijn andere ervaringsgerichte producten als inspiratie bekeken. Hierbij is het idee van een hottub even losgelaten en zijn andere belevings-producten geanalyseerd om op ideeën te komen voor de hottub.

Zo heeft het gevoel van even in een heel andere wereld te zitten tijdens het bespelen van een instrument geleid tot het idee van het afschermen van de inzittenden van de omgeving (Figuur 20, Figuur 22). Een afscherming brengt de gebruikers in een andere belevingswereld: Weg tussen de rijtjes huizen en van de straat, onder alleen de maan, de sterren en in de wind wiegende bomen tot rust komen.

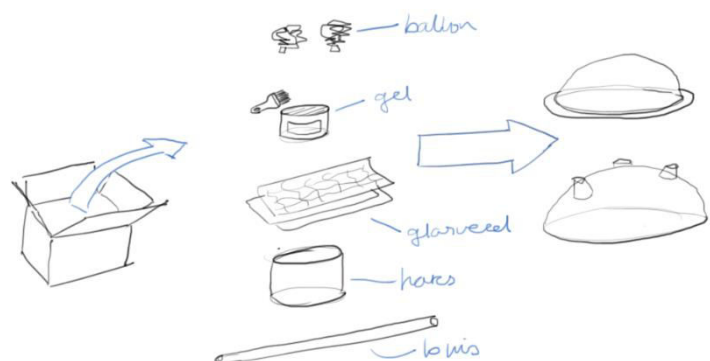
Uit het bespelen van een instrument is ook het idee van voldoening krijgen door zelf iets te creëren voortgekomen. Het idee is om de consument een pakket (Figuur 21) te leveren met alle benodigde materialen om zelf de hottub te maken. Het productieproces van een Dutchtub-achtige tub is vrij recht-door-zee. Er is een mal nodig (de ballon), hier wordt een coating op aangebracht welke met glasvezel wordt versterkt. Dit gebeurt voor de binnen- en buitenkant, welke op elkaar worden geplaatst. De buis wordt om een cilindrisch object gebogen (bv. de emmer van de hars) –maar deze kan ook al gefabriceerd zijn.



Figuur 20: Variabele afscherming



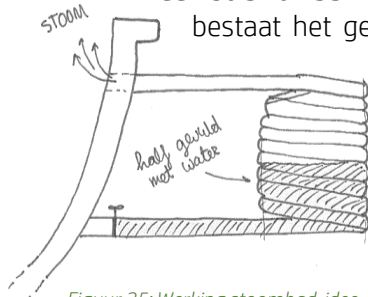
Figuur 22: Verschillende niveaus van afscherming door vorm van tub



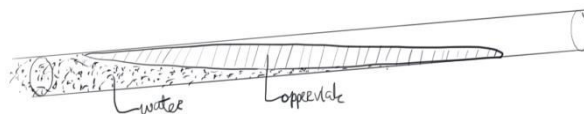
Figuur 21: Idee zelf bouwen

Daarnaast is er naar de sauna gekeken voor inspiratie. Dit heeft geleid tot het idee om een stoombad feature toe te voegen in de tub (Figuur 25). Omdat er niet zo veel water hoeft te worden opgewarmd lost dit het probleem van lang wachten op; binnen een half uur kan men in het stoombad zitten. De gebruiker zit onder een transparante kap of met zijn hoofd door een uitsparing in de deksel (Figuur 23).

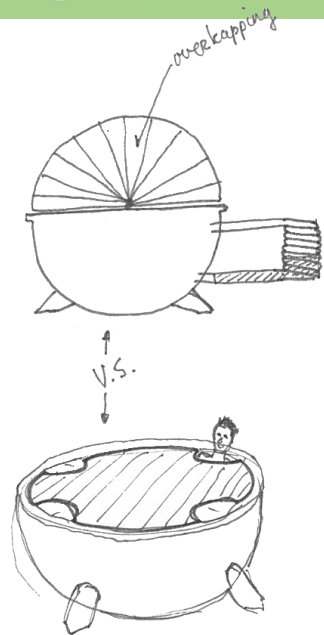
Het is echter onzeker of er in de spiraal genoeg stoom kan worden geproduceerd. Het water-lucht oppervlak in de buis (Figuur 24) is hiervoor waarschijnlijk te klein ($0,015 \text{ m}^2$ bij een buis van 33 mm met een stijgingspercentage van 3 graden). Daarnaast bestaat het gevaar dat het water overkookt en de mensen in de tub verwondt. Uit de enquête is gebleken dat de respondenten weinig zien in een stoombad feature.



Figuur 25: Werking stoombad-idee



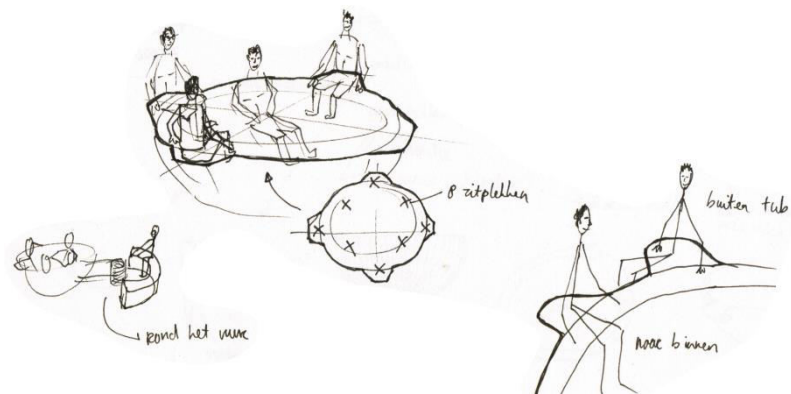
Figuur 24: Oppervlakte water-lucht in buis



Figuur 23: Twee soorten overkapping voor stoombad

8.2 Gebruikscenario's uit doelgroep

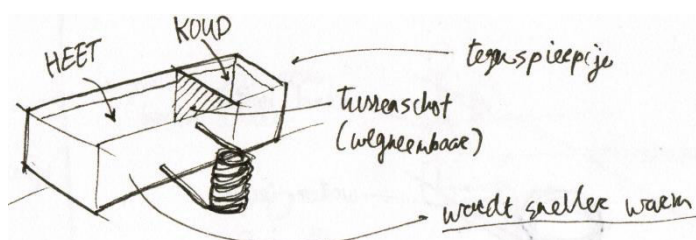
Vanuit de primaire en secundaire doelgroep zijn verschillende ideeën ontstaan. Willen bijvoorbeeld de kinderen van 15 jaar vrienden uitnodigen voor een feestje, dan moet er genoeg ruimte zijn voor zo veel mogelijk mensen (Figuur 27). Misschien wil niet iedereen in het water zitten, maar wel nog bij de groep horen. Dan helpt het als de extra zitjes aan de zijkant toestaan zowel met de benen naar binnen (in het water) te zitten, als met de benen naar de zijkant langs de tub. Een zitplek om de spiraal heen biedt mogelijkheid om bij de groep aan te sluiten, ook wanneer het kouder is buiten. In het geval van een feestje moet er genoeg ruimte zijn om drankjes en hapjes neer te zetten.



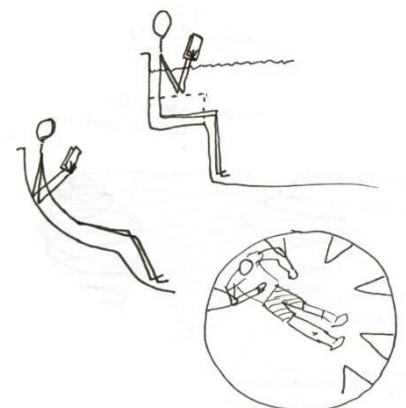
Figuur 27: Meerdere zit-mogelijkheden

Wanneer de kinderen terugkomen van een sportwedstrijd zou het goed kunnen zijn voor de spieren om een koud en een warm bad af te wisselen. Een (wegneembaar) tussenschot zou dit kunnen bereiken (Figuur 29).

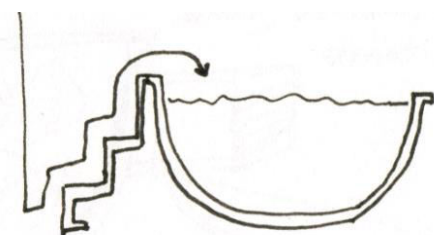
Wat oudere mensen die de tub gebruiken hebben mogelijk een opstapje nodig om in de tub te komen (Figuur 28) en zij lezen liever een boek terwijl ze baden. Hiervoor is een ergonomische zit nodig (Figuur 26).



Figuur 29: Tussenschot in tub



Figuur 26: Ergonomische zit



Figuur 28: Opstapje

8.3 Ontwerpen vanuit problemen

Vanuit de test en enquête is als belangrijkste probleem het lange wachten tijdens het opwarmen gebleken. Hieronder zijn voor dit water opwarm-probleem verschillende oplossingsrichtingen weergegeven (bijvoorbeeld een hoger vermogen van het warmte-element of minder water om te verwarmen) met elk een aantal ideeën om dit te verwezenlijken. Daarnaast zijn de overige problemen en aandachtspunten uit de analyse meegenomen in de ideeën en het uiteindelijke ontwerp, maar niet specifiek per hoofdstuk zoals het probleem van het langzame opwarmen.

8.3.1 Meer vermogen en efficiëntie door aanpassing spiraal

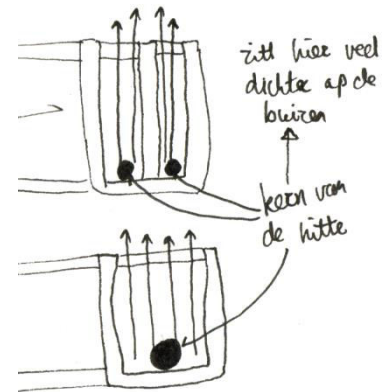
Keuze van het verwarmingssysteem

Er zal gebruik worden gemaakt van een spiraal in plaats van een kachel. De doelgroep vindt de werking van de spiraal het mooist. Daarnaast heeft Waltmal (de fabrikant) ervaring met het maken van een spiraal en niet met producten die vergelijkbaar zijn met een kachel. Ook bestaan er al veel hottubs met een kachel (maar niet met een spiraal) in het prijssegment van €1800-3000. Het is makkelijker om te concurreren met een onderscheidend product.

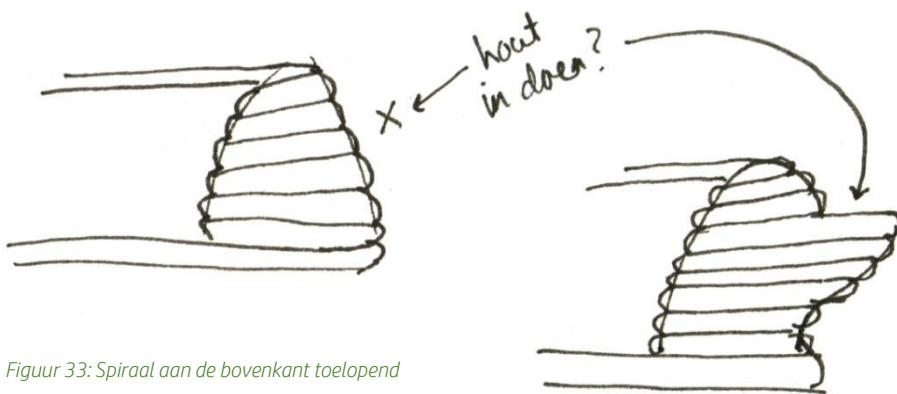
Het vermogen van de spiraal verhogen door deze simpelweg groter te maken is geen optie, want het rendement moet ook omhoog. Daarom is de oplossing om de geometrie van de spiraal zo te maken dat de warme lucht langer in contact staat met de buis.

Mogelijk zou er een extra buis kunnen worden toegevoegd (Figuur 30). Het is echter onbekend wat er gebeurt wanneer de buis opsplijst en later weer bij elkaar komt. Het zou kunnen dat de twee stromen elkaar zo beïnvloeden dat de doorstroomsnelheid in één van beide buizen veel lager wordt. Aangezien er niet de mogelijkheid is om dit te testen zal er gebruik worden gemaakt van een spiraal die uit één stuk bestaat.

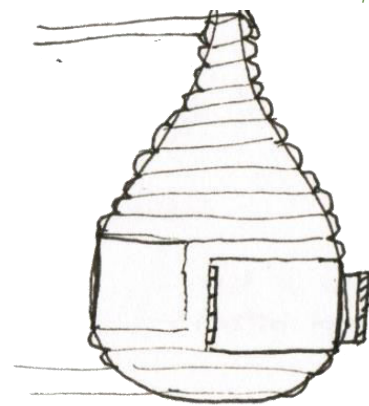
Vooraf aan de bovenkant gaat er veel warme lucht verloren, terwijl hier nog veel energie in zit. De spiraal toe laten lopen zodat de lucht dichter en langzamer langs de buis wordt gevoerd is een oplossing. Het is echter nodig dat er wel een opening voor het hout is (Figuur 33, Figuur 32).



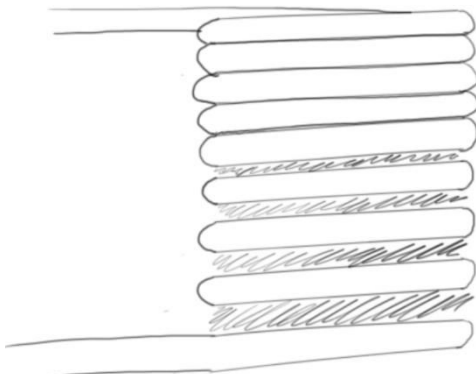
Figuur 30: Extra buis zorgt voor meer contactoppervlak



Figuur 33: Spiraal aan de bovenkant toelopend



Figuur 32: Deurtje voor houttoevoer. Spiraal moet overal stijgen

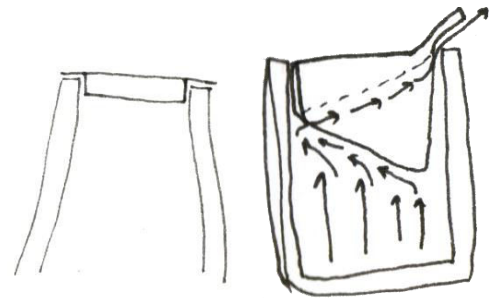


Figuur 31: Ruimte tussen winden

Daarnaast gaat er aan de onderkant veel warmte verloren door straling. Omdat er toch zuurstof moet worden toegelaten moet er aan de onderkant van de spiraal ruimte tussen de windingen zitten. Aan de bovenkant moeten de buisdelen wel op elkaar aansluiten omdat de warme-lucht stroom hier groter is (Figuur 31).

8.3.2 Meer vermogen en efficiëntie door deksel

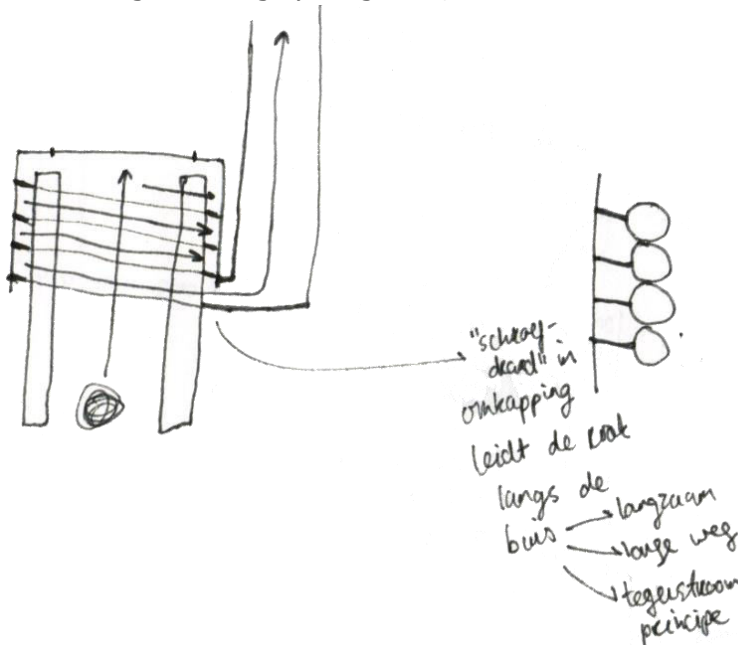
Een andere manier om de warme lucht langer vast te houden, is door een deksel aan de bovenkant van de spiraal te plaatsen. Daardoor wordt de warmte gedwongen meer tijd in de spiraal te blijven en zal de warmteafgifte via de spiraal aan het water hoger zijn. Optimaal is een deksel die de warme lucht langs de spiraal leidt (Figuur 34).



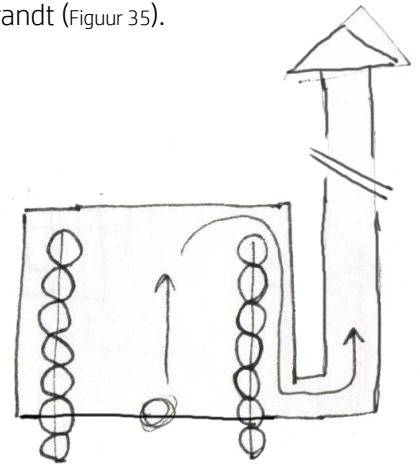
Figuur 34: Deksels op spiraal

8.3.3 Meer vermogen en efficiëntie door omkapping

Om nog meer energie van het vuur naar het water over te zetten kan in plaats van een deksel een volledige omkapping om de spiraal worden geplaatst. Deze houdt de ontsnapte lucht langer vast en geleidt de rook door de schoorsteen weg. Het best is dat de warme lucht zo langzaam mogelijk langs de spiraal stroomt, zo, dat het vuur nog goed brandt (Figuur 35).



Figuur 35: Schroefdraad leidt de warme lucht langzaam langs de spiraal

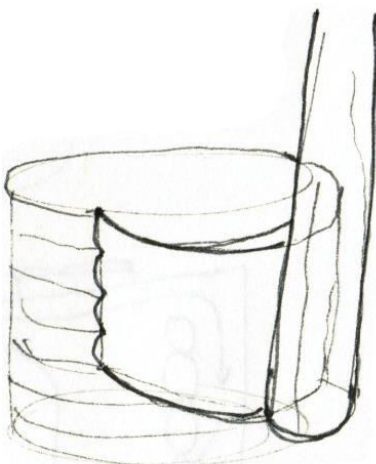


Figuur 36: Baan van warme lucht langs spiraal door omkapping

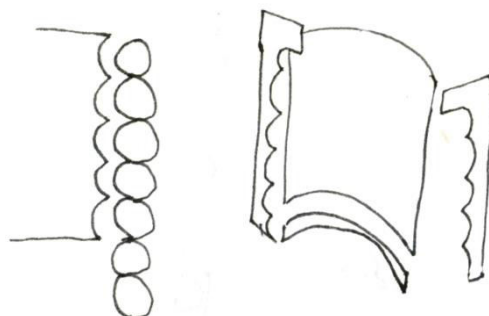
Hiervoor wordt de schoorsteen laag op de omkapping geplaatst. De warme lucht zal uit de spiraal, naar beneden stromen voor een extra mogelijkheid van warmteoverdracht (Figuur 36).

Een schoorsteenpijp verkleint daarnaast het probleem van de rook. De rook wordt buiten het bereik van de gebruikers en omwonenden geleid.

Een nadeel van een omkapping is dat het zicht op de spiraal en het vuur wordt weggenomen –en dit is juist belangrijk voor de beleving. Om dit op te lossen kan de omkapping maar om een deel van de spiraal zitten (Figuur 37). Dit is iets minder effectief omdat er minder buisoppervlakte is voor warmteoverdracht. Daarnaast is de aansluiting op de tub een probleem. De producent maakt de onderdelen met de hand en er kan niet computergestuurd worden gesneden. Dit is niet nauwkeurig genoeg en te veel werk om de onderdelen uit (Figuur 38) te maken.



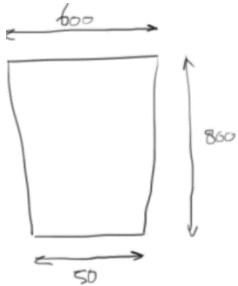
Figuur 37: Deelse omkapping



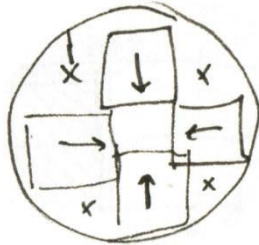
Figuur 38: Links: Profiel aansluiting tussen spiraal en omkapping. Rechts: Benodigde onderdelen voor deelse omkapping

8.3.4 Een kleiner watervolume verwarmen door de vorm van de kuip aan te passen

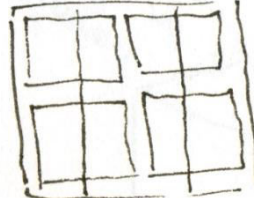
De ronde vorm van de meeste hottubs is erg ruimte-inefficiënt; er is veel water nodig per persoon. Daarnaast neemt een liggende persoon (zoals in een Dutchtub) veel meer ruimte in dan een zittende. Het profiel van een persoon van bovenaf kan versimpeld worden gezien als Figuur 41. In een ronde tub blijft veel ruimte onbenut (Figuur 42). Het meest efficiënt is een globaal rechthoekige vorm (Figuur 40). Om het volume nog kleiner te maken kan er een apart 1-2 persoonsgedeelte worden toegevoegd dat is geoptimaliseerd voor liggen (Figuur 39). Dit kan door een speciaal gedeelte in de kuip hiernaar te vormen.



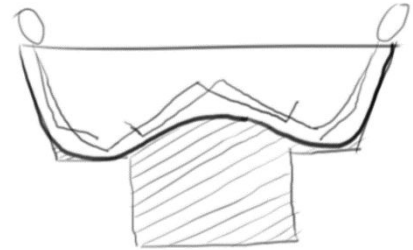
Figuur 41: Profiel zittende persoon van boven



Figuur 42: Ronde tub loze ruimte



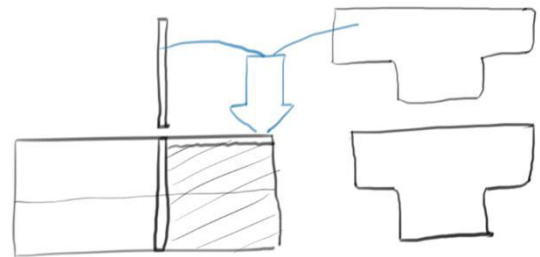
Figuur 40: Rechthoekige tub



Figuur 39: Geoptimaliseerd liggende gedeelte

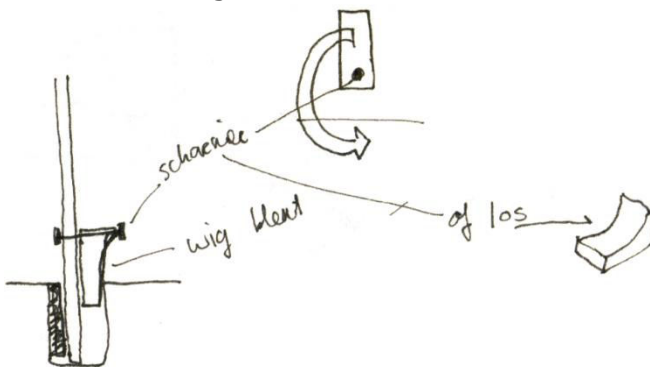
8.3.5 Een kleiner watervolume verwarmen door een afscheiding

Een extra mogelijkheid om het watervolume te beperken is om met een tussenshot een afscheiding in de tub te maken (Figuur 43). Uit de analyse is gebleken dat mensen de tub vaker alleen of met zijn tweeën zouden gebruiken, ware het niet dat dan veel meer water dan nodig moet worden toegevoegd en verwarmd. Dit wordt niet de moeite waard geacht. Door middel van een afscheiding kan dit probleem worden opgelost.



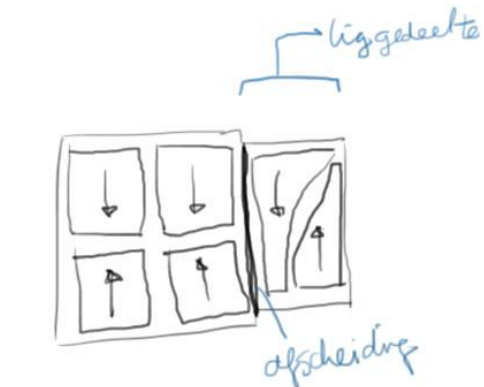
Figuur 43: Afscheiding (zij- en vooraanzicht)

De afscheiding valt in een inkeping van de tub. Een doorsnede van deze verbinding is te zien in Figuur 45. Door middel van een wig wordt de afscheiding tegen het afsluiterubber gedrukt.



Figuur 45: Aansluiting van inzetstuk op tub

Een andere optie is om een liggende gedeelte met nog een extra inzetstuk te vormen (Figuur 44). Dit horizontale tussenshot valt op een rubber en wordt door de zwaartekracht van de plaat (en later ook het water) op zijn plek gehouden.



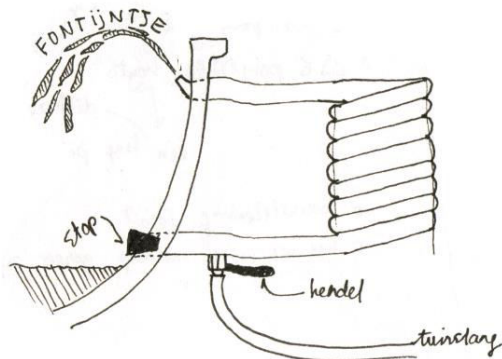
Figuur 46: Liggende gedeelte alleen te gebruiken door afscheiding



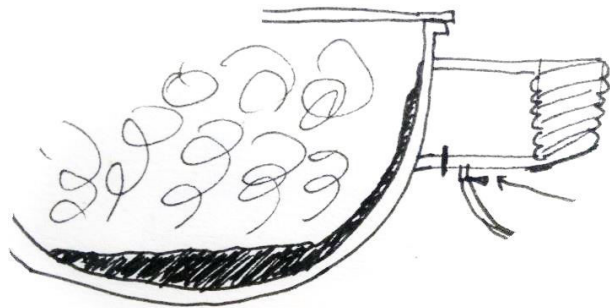
Figuur 44: Inzetstuk om zitgedeelte tot liggende te maken

8.3.6 Het wachten leuker maken

Naast het opwarmen sneller te laten gaan kan het wachten leuker worden gemaakt. Dit kan door andere features toe te voegen, zoals een barbecue voor tijdens het opwarmen of een stoombad dat gebruikt kan worden terwijl de tub vult met warm water (Figuur 47).



Figuur 48: Alvast in de tub zitten terwijl deze vult

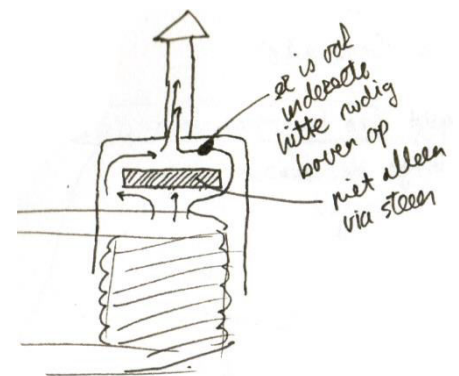


Figuur 47: Stoombad terwijl de tub vult

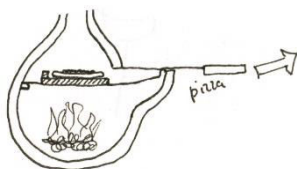
Bovenstaande opties zijn echter niet veelbelovend: De tub staat wanneer hij leeg is minder stabiel en van water dat 40 graden is komt bij normale omgevingstemperaturen veel te weinig stoom voor een stoombad.

Een andere optie is om als activiteit eten te bereiden boven het vuur. De meeste mensen hebben echter al een barbecue. Daarop gaat het veel beter. Het zou dus geen toegevoegde waarde hebben om een matige barbecue in te bouwen.

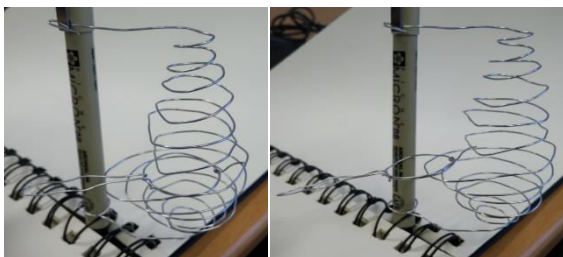
Bovendien zijn de vlammen te heet om eten op te kunnen bereiden; hiervoor zijn meestal smeulende kooltjes nodig. Om toch iets te kunnen bereiden op de spiraal is een (isolerend) intermediair nodig tussen het vuur en het eten, zoals een pizzasteen (Figuur 49).



Figuur 49: Pizzasteen als intermediair



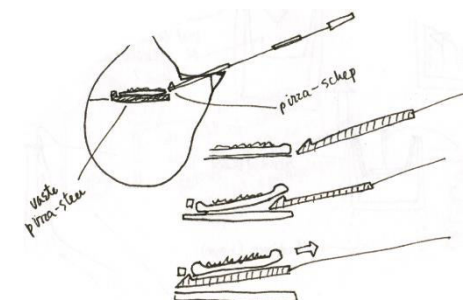
Het probleem hierbij is dat er wel hout moet kunnen worden toegevoegd langs de pizzasteen en dat de pizza zowel via de steen als erboven met hete lucht moet worden verwarmd. Een oplossing is om een uitneembare pizzasteen in de spiraal te plaatsen (Figuur 50).



Figuur 50: Uitneembare pizzasteen in spiraal

Het is echter een nadeel om elke keer de zware pizzasteen te moeten verplaatsen. Een variant waarbij dit niet nodig is kan zoals Figuur 51.

Er is gekozen om geen pizzasteen bij de hottub te verkopen. De steen is zwaar, zit in de weg en is breekbaar; hij kan niet tegen hoge temperatuur, snelle opwarming en afkoeling. Bovendien is de temperatuur slecht te regelen en zouden de pizza's niet erg goed worden. Het was mogelijk een goede optie geweest, echter is hiervoor weer uitgebreid testen nodig om het juiste ontwerp en materiaal te vinden. Gezien de termijn van de opdracht is dit geen optie.



Figuur 51: Pizzaschip i.c.m. vaste steen in spiraal

8.3.7 De gebruiker hoeft er niet constant bij te blijven

Door bijvoorbeeld pellets als brandstof te gebruiken kan het vuur uren branden zonder tussenkomst van de gebruiker. Hiervoor moet de stookplek wel pellets kunnen vasthouden en tegelijkertijd zuurstof toelaten, zoals de bak in Figuur 52.



Figuur 52: Pellets in geschikte vuurbak

8.3.8 De tub vullen met voorverwarmd water

Hoewel het afdoet aan de beleving van houtgestookt verwarmen, is het mogelijk om de tub gelijk te vullen met warm water uit de kraan. De inhoud van een gemiddelde boiler is zo, dat deze in één keer 150-200 liter water van 40 graden kan leveren en het duurt ongeveer 45 minuten tot de boiler weer is bijgevuld. Dit betekent dat het alsnog ruim 2 uur duurt voordat de tub is gevuld met warm water, maar in combinatie met vuur stoken kan dit sneller. De prijs van 750 liter warm water is €3.



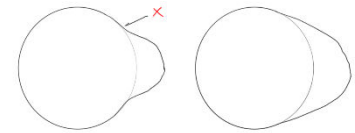
ONTWERP

In dit hoofdstuk worden de meest veelbelovende ideeën verder uitgewerkt. Er worden keuzes gemaakt en het uiteindelijke ontwerp wordt bepaald. De uitwerking is onder te verdelen in verschillende onderdelen: De spiraal, de deksel, de omkapping van de spiraal en de kuip.

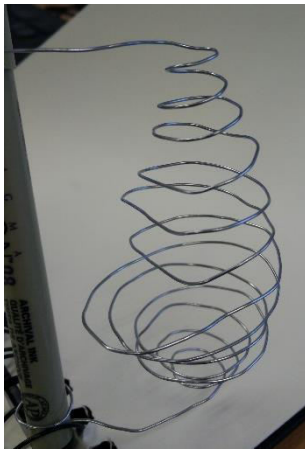
9 Ontwerp

9.1 Spiraal

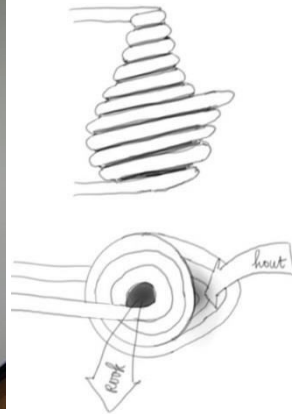
De spiraal zal geproduceerd worden door een buis om een mal te buigen, mogelijk uit twee delen als de vorm niet lossend is. De vorm mag daarom niet teruglopen (Figuur 53) en zou er uitzien zoals in Figuur 54.



Figuur 53: Buiging van spiraal (van boven)



Figuur 54: Vorm toelopende spiraal



De fabrikant kan dit echter slechts met een buis met een diameter van maximaal 9 mm en niet met de gewenste 33 mm. Hoewel dit meer oppervlakte levert, zorgt het ook voor veel meer weerstand (Figuur 55).



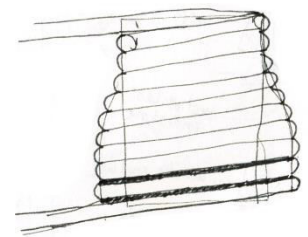
Figuur 55: Stroomsnelheid afhankelijk van diameter

$$R = \frac{8 \cdot \eta \cdot L}{\pi \cdot r^4} \quad \text{is te zien als:} \quad R = \frac{L}{r^4}$$

Wet van Poiseuille

Met behulp van de wet van Poiseuille kan een schatting worden gemaakt hoeveel groter de weerstand zal zijn bij een andere diameter van de buis. In de formule is R de weerstand in de buis. Wanneer de constanten (de viscositeit η is in beide gevallen gelijk) worden weggehaald blijft $R=L/r^4$ over. Wanneer de diameter twee keer zo klein wordt, verzeftienvoudigt de weerstand. Bovendien wordt de totale lengte van de buis dan ook twee keer zo groot om toch dezelfde hoogte van de spiraal te halen. In het geval van een diameter van 9 mm komt het neer op een weerstand die bijna 400 keer groter is dan bij een buis van 33 mm. Het is onbekend wat precies het verschil in rendement zou zijn omdat niet alle factoren zijn meegenomen, maar er wordt aangenomen dat de doorstroomsnelheid zo veel lager is dat dit geen optie is.

Gezien er niet getest kan worden met verschillende diameters, wordt de bewezen 33 mm aangehouden. De minimale diameter waarin deze maat buis kan worden gebogen is 270 mm. De spiraal kan daarom slechts een beperkt toelopende vorm (Figuur 56) hebben en is er een andere rendement verhogende aanpassing nodig. De spiraal wordt in ieder geval hoger gemaakt dan bestaande spiralen. De 500 mm is de maximale hoogte waar het hout er toch nog gemakkelijk in kan worden gelegd en is 170% van Waltmals spiraal.



Figuur 56: Vorm van de spiraal

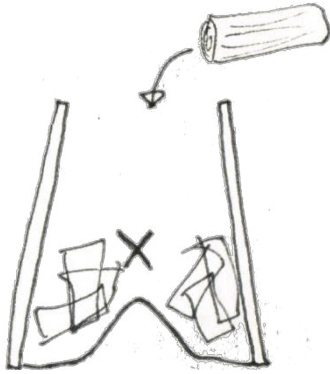
Het materiaal van de spiraal is RVS. Het mag niet reageren met water en moet tegen hoge temperaturen kunnen. Aluminium geleidt beter, maar heeft een te laag smeltpunt (660 graden Celsius). Koper heeft een smeltpunt van 1085 graden, maar roest gemakkelijker. Daarom is toch gekozen voor RVS.

Naast het aanpassen van de spiraal kan, om de warme lucht beter in contact met de buis te brengen, de plaats van het vuur gewijzigd worden. De energie in de warme lucht midden in de spiraal gaat voor een groot deel direct verloren. De vorm van het vuurbakje is zo, dat het hout dicht bij de buis

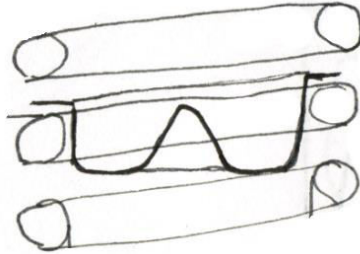


Figuur 57: CAD-model van de spiraal

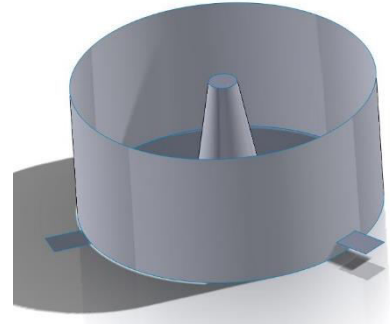
terecht komt (Figuur 58). Bovendien komt er zo meer zuurstof bij het (midden van) het vuur. Het vuurbakje wordt gemaakt van geperforeerd RVS plaat, zodat er ook pellets kunnen worden gebruikt als brandstof. Er zitten rondom drie vlakken die in de onderkant van de spiraal schroeven (Figuur 60).



Figuur 58: Vuurbakje positioneert hout

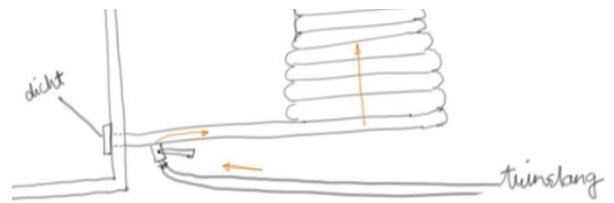


Figuur 60: Vuurbakje schroeft in spiraal



Figuur 59: CAD-model vuurbakje

Aan de onderkant van de spiraal zit een aansluiting voor de tuinslang. Zo kan het vuur worden gestookt, terwijl de tub aan het vullen is (dit levert een tijds winst van ruim 30 minuten). Het water stroomt direct door de spiraal en door de hogere doorstromingsnelheid warmt het water sneller op (Figuur 61). De aansluiting tussen de spiraal en de tub kan dicht worden gezet, waardoor het water omhoog door de spiraal stroomt. Deze aansluiting wordt in hoofdstuk 8.5 toegelicht.

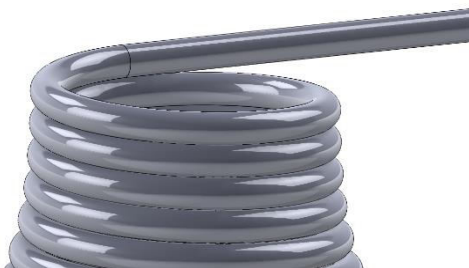


Figuur 61: Verwarmen tijdens het vullen

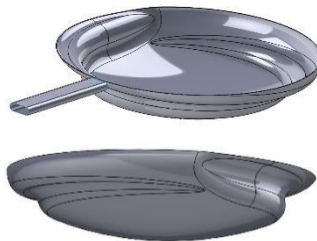
9.2 Deksel op spiraal

De deksel moet goed aansluiten op de lastige vorm van de bovenkant van de spiraal (Figuur 63). Voor een perfecte aansluiting is de complex gekromde vorm uit Figuur 64 nodig.

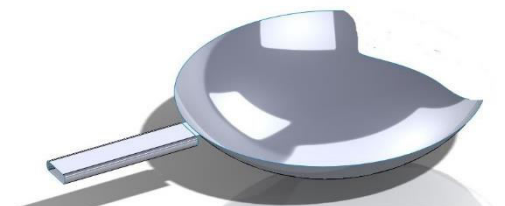
De fabrikant kan deze vorm echter niet maken. Wel kan er gebruik worden gemaakt van een standaard wokpan. Deze heeft in grote lijnen al een goed aansluitende vorm op de spiraal. Er wordt standaard wokpan ingekocht en hier wordt een stuk uitgesneden waar de buis van de spiraal richting de tub gaat (Figuur 62). De deksel sluit zo niet honderd procent aan, maar dat is ook niet nodig.



Figuur 63: Bovenkant spiraal



Figuur 64: Perfect aansluitende vorm



Figuur 62: Standaard wok met uitsnede

9.3 Omkapping om spiraal

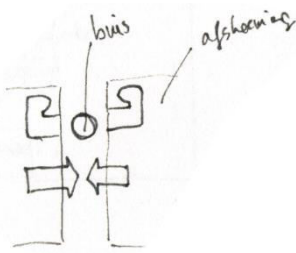
Waltmal heeft al een omkapping in het assortiment voor hun Dutchtub-kopie. Er wordt gebruik gemaakt van een soortgelijk model. Waltmals omkapping bestaat uit twee scharnierende delen die met klemmen worden vastgezet. Dit is nodig vanwege de in- en uitgaande buizen vanuit de tub. Daarnaast zit er op de omkapping een andere deksel; de wok kan hier niet voor worden gebruikt. Naast dat de omkapping het stoken efficiënter maakt, lost de schoorsteen die er op zit het probleem van de rook op.



Figuur 65: Waltmals bestaande omkapping

De sluiting van Waltmal (Figuur 65) ziet er niet mooi uit. Een elegantere oplossing is gebruik maken van een slim uitgesneden vorm zoals in Figuur 66.

Een ander nadeel van de omkapping van Waltmal is dat deze de spiraal volledig bedekt. Om toch nog zicht te geven op het verwarmingsproces, bedekt het ontwerp (Figuur 67) de spiraal niet volledig. Het (beperkte) warmteverlies wat hierdoor blijft aan de onderkant is het waard om het gevoel van vuur stoken te behouden. Ook ontloopt de omkapping zo de onderste buis van de spiraal naar de tub; hiervoor is geen uitsparing meer nodig.

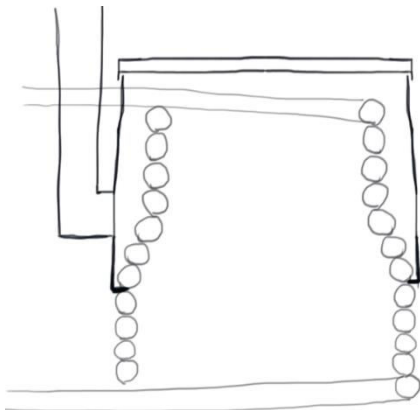


Figuur 66: Sluiting van omkapping

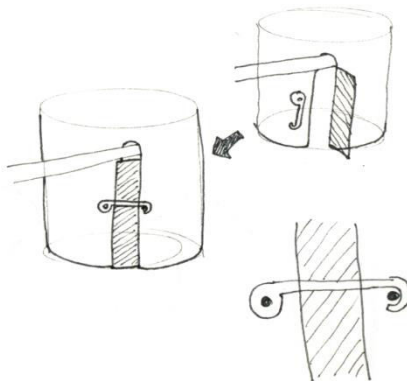
Onder de spiraal vangt een metalen bak as op en weerkaatst straling om de ondergrond te beschermen (links in Figuur 65). Deze bak heeft Waltmal al en zal onveranderd worden gebruikt.

Een probleem van Waltmals omkapping is dat deze aan de onderkant open is. Hier kan rook uit stromen of koude lucht worden aangezogen. Om dit af te dichten zit aan de onder/binnenkant van de omkapping een ronde strip (Figuur 69). Deze valt tussen twee windingen van de spiraal en dit is ook een ondersteunend punt waar de omkapping op de spiraal rust.

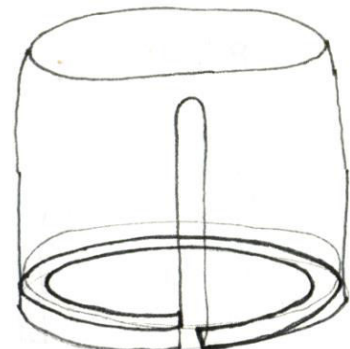
De omkapping wordt tijdens het plaatsen iets uit elkaar getrokken en over de spiraal gezet. Deze klemt zich daarna vast tussen de windingen. Om deze beter dicht te klemmen en om de kier af te dichten zit er een deurtje aan de omkapping (Figuur 69).



Figuur 67: Omkapping bedekt de spiraal niet volledig



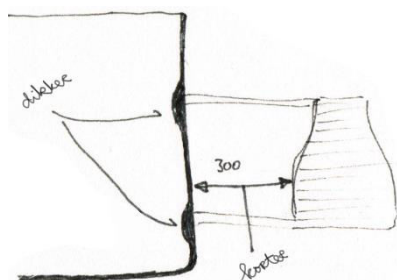
Figuur 69: Sluiting van omkapping



Figuur 69: Aansluiting omkapping op spiraal

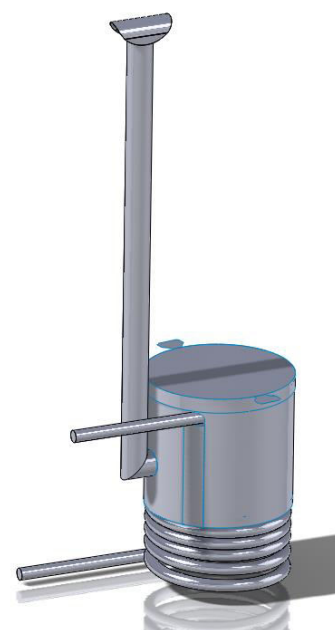
De deksel op de omkapping is bovenop dubbelwandig (Figuur 70). De schoorsteen komt tot bijna 2 meter boven de grond.

Door de grotere spiraal en de lange schoorsteen wordt het geheel zwaarder dan bij het bestaande model (Figuur 71). Om materiaal falen te voorkomen is de arm (de afstand van het zwaartepunt van de spiraal) zo klein mogelijk gehouden. De afstand tussen de spiraal en de tub is 300 mm. Dit is mogelijk omdat de spiraal grotendeels dicht is; de vlammen en stralingswarmte komen er aan de zijkant niet uit. Ook wordt de tub op de kritieke punten versterkt door extra lagen glasvezel. Daarnaast wordt de schoorsteen naar de binnenkant (richting de tub) gericht om het zwaartepunt zo dicht mogelijk bij de tub de brengen.



Figuur 71: Oplossingen voor zware spiraal

Er wordt een sample van de spiraal gemaakt, waarna ook een sample van de omkapping kan worden geproduceerd en getest. Hieruit moet duidelijk worden of het gemakkelijk is de omkapping te plaatsen en of de verbinding met de spiraal stevig genoeg is.



Figuur 70: CAD-model van spiraal + omkapping

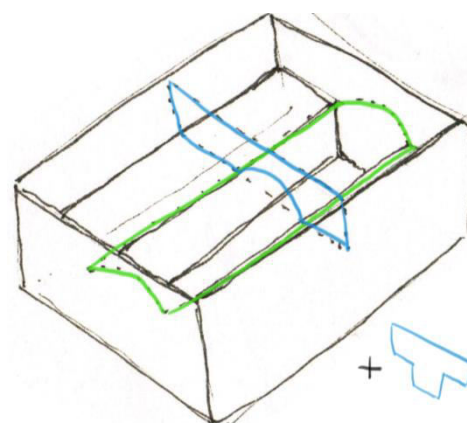
9.4: Kuip

9.4.1: Binnenste laag kuip

Uit de idee-fase zijn twee concepten van tubs met afscheiding ontstaan:

Zes-zitter met inzetstukken

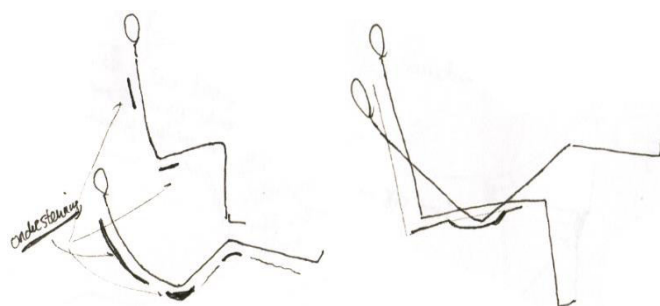
Dit is de meeste flexibele optie. Men kan het verticale inzetstuk zo plaatsen dat de tub wordt beperkt voor tot 2 of tot 4 mensen en met het horizontale inzetstuk wordt het volume zo beperkt dat zij een ligpositie aannemen (Figuur 72). Zo kan een zo klein mogelijk volume worden bereikt. Het totale watervolume van de tub is 1100 L. Met horizontaal inzetstuk wordt dit beperkt tot 750 L en met de verticale afscheiding met 1-2 en 3-4 mensen tot resp. 370 en 730 liter. De combinatie van beide inzetstukken zorgt voor een nog lagere inhoud. Een nadeel hiervan is dat de vorm van de rugleuning vast staat en dat deze de mensen zowel zittend als liggend moet ondersteunen (Figuur 73).



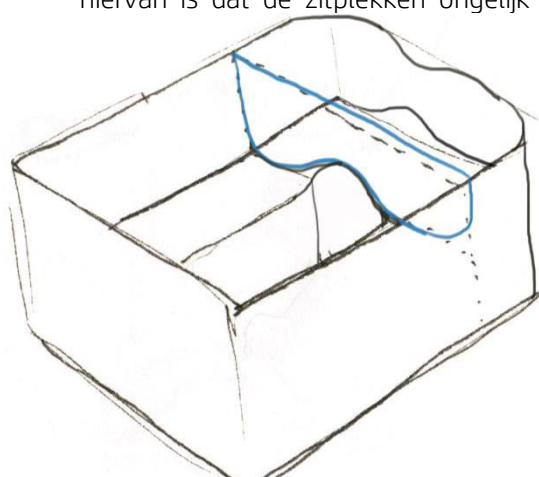
Figuur 72: Zes-zitter met inzetstukken

Vier-zitter met extra liggedeelte en inzetstuk

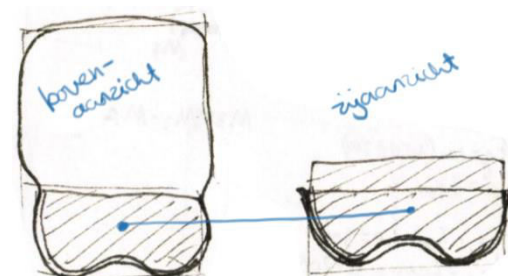
Dit ontwerp onderscheidt zich van het vorige doordat er een geoptimaliseerd liggedeelte is. Daarnaast bestaat de deksel uit twee delen en dient één daarvan als het inzetstuk (Figuur 75). Wanneer alleen het liggedeelte wordt gebruikt is het volume slechts 250 liter. Nadeel hiervan is dat de zitplekken ongelijk zijn en dat niet iedereen kan zitten of liggen. Als er zes mensen zijn moeten er altijd vier zitten en twee liggen en wanneer er in totaal maar drie mensen zijn, moet alsnog de volledige tub worden gevuld.



Figuur 73: Zit- en ligpositie niet te combineren



Figuur 74: Vier-zitter met extra liggedeelte en inzetstuk



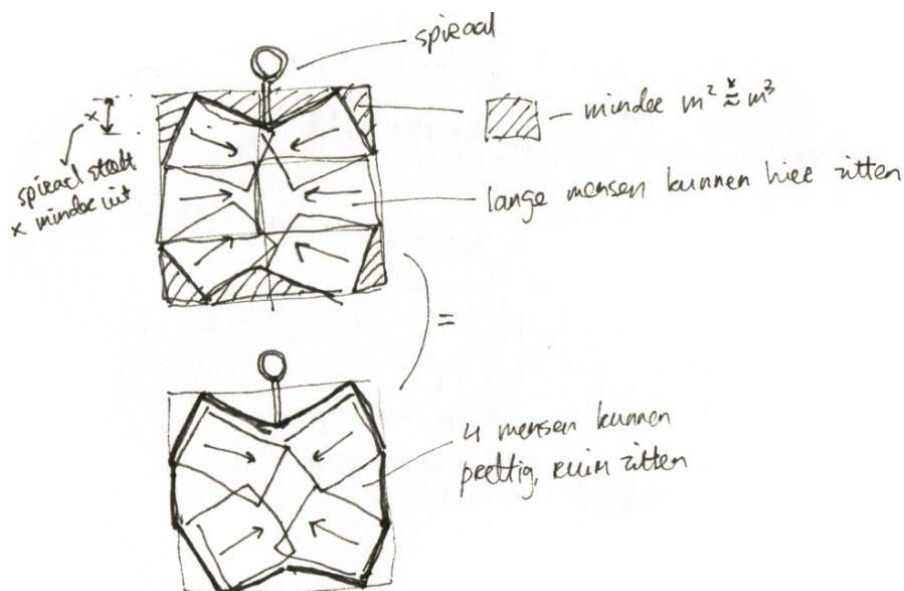
Figuur 75: Deksel dienst als afscheiding

Keuze

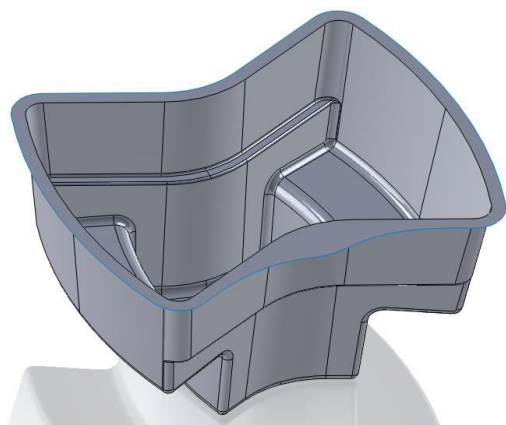
Er is gekozen om geen gebruik te maken van een variabel volume. De afscheidingsdelen hebben te veel nadelen: Het is extra gedoe, de delen moeten worden opgeslagen wanneer ze niet worden gebruikt, het product wordt duurder, er zal viezigheid achterblijven in de richel waar de afscheiding in valt en een groot gedeelte van de tub leeghouden voelt een stuk minder gezellig. Bovendien is het onduidelijk of het goed zou werken en dit testen is geen mogelijkheid; de mal voor de tub moet in één keer goed worden gemaakt en kan daarna niet meer worden aangepast.

Rechthoekige 6-zitter

De traditionele, ronde vorm heeft het voordeel dat het gezelliger is en dit sociale aspect is belangrijk gebleken in de analyse. Toch is dit een erg inefficiënte vorm. De geometrie van de tub zoals Figuur 76 is het beste van beide en dit is dan ook de basis voor het uiteindelijke ontwerp. Iedereen zit licht naar elkaar toe gedraaid en kan elkaar aankijken terwijl het watervolume zo laag mogelijk is.

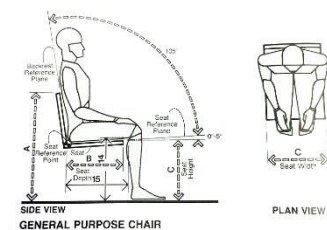


Figuur 76: Optimale vorm van tub



Figuur 77: CAD-model van de binnenste laag van de kuip

Uit tests met stoelen met proefpersonen zijn de minimale afmetingen waarbij zes mensen nog kunnen zitten bepaald. Bij deze afmetingen is het enigszins krap met zes gebruikers. Met zes mensen in de tub moet kunnen, maar meestal zullen er minder mensen in zitten en is er meer ruimte per persoon. Het is het niet waard om de tub groter te maken voor de zeldzame situatie dat er zes mensen in zitten. Er is een armleuning waardoor de gebruiker geen claustrofobisch gevoel krijgt omdat hij met zijn hoofd vlak tegen de zijkant van de kuip zit en de langere mensen kunnen in het midden zitten voor meer beenruimte (Figuur 77).



Figuur 78: Antropologie van zitten

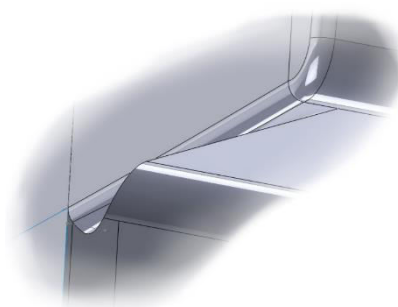
De zitpositie van de kuip is als volgt: De rugleuning maakt een hoek van 8 graden en het zitvlak staat met 5 graden naar achteren gekanteld. De antropologie voor stoelen is bekend³ – echter niet in combinatie met de drijfkracht van het lichaam onder water. Om risico van wegglijden te vermijden is de zit relatief rechtop en is het zitvlak gekanteld. Vanwege de kanteling van het zitvlak is er een afwateringsgeul nodig (Figuur 80).

³ Human Dimension & Interior Space: A Source Book of Design Reference Standards – Panero & Zelnik

Wanneer het water van de bankjes is, stroomt het over de bodem met een hoek van 1 graad naar de afvoer van de tub (Figuur 79). De rand (tussen beide lager polyester) is 8 cm, met uitzondering van de zijkant tegenover de spiraal. Hier is een breder gedeelte dat als tafeltje dient (aan de voorkant van de tub te zien in Figuur 77).



Figuur 79: Schuine bodem



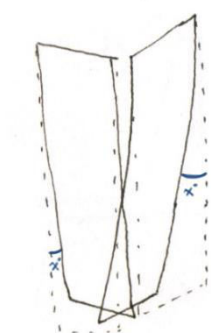
Figuur 80: Afloopgeul zitgedeelte

9.4.2 Kuip: Vormgeving en afwerking

De meest basic vormgeving van de tub mogelijk lijkt op die van de Dutchtub: De kuip is volledig zichtbaar. Dit is echter niet wat de respondenten hebben aan gegeven te willen. Het is niet natuurlijk genoeg en ziet er te plastic-achtig uit.



Figuur 81: Verschillende mogelijkheden voor de vormgeving



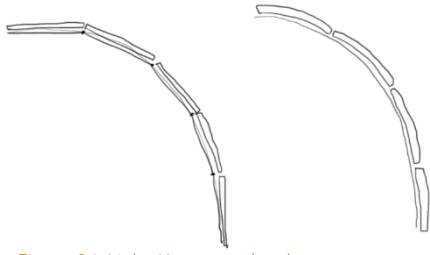
Figuur 82: Latjes kunnen geen hoek x maken

Een houten afwerking heeft de voorkeur. Hiervoor zijn drie verschillende opties (Figuur 81):

- Houten latten rondom;
- Latjes die bij het zitgedeelte niet tot de grond lopen voor een zwevend effect;
- Shingles: Kleine plankjes (rechts in Figuur 81).

Omdat de contour (van boven gezien) van de tub gekromd is, moeten de latjes recht omlaag lopen. Anders zouden ze elk een unieke vorm moeten krijgen (Figuur 82). De shingles kunnen wel in deze extra dimensie werken door elke onderliggende laag meer naar binnen te plaatsen, de geometrie van de kuip volgende.

Na dit te toetsen bij de doelgroep blijkt de optie met latjes waarbij de tub lijkt te zweven de voorkeur te hebben. Het voordeel van dit zwevende effect is dat het product er minder log en groot uit ziet, wat werd aangekaart als bezwaar in de enquête. Daarnaast onderscheidt het zich meer van bestaande producten; met het oog op intellectueel eigendom is dit een voordeel. De kosten van de houten afwerking blijven onder de 100 dollar.



Figuur 84: Links: Vorm van de tub aanpassen aan het hout. Rechts: Vorm van het hout aanpassen aan de tub

De afwerking zal uit thermisch gemodificeerd hout bestaan. Dit is hout dat onder hoge temperatuur is bewerkt waardoor het duurzamer wordt. De voor de hand liggende methode om het hout te bevestigen is de buitenste laag van de kuip zo te vormen dat de latten precies goed aansluiten (links in Figuur 84). De mal kan hiervoor echter niet nauwkeurig genoeg worden gemaakt, waardoor het hout niet goed zou aansluiten. De mal wordt met de hand gevormd. Verassend genoeg heeft de producent aangegeven de voorkeur te geven aan de houten delen zo te verspanen dat deze aansluiten op de gekromde vorm van de tub (rechts in Figuur 84). De houtdelen zullen waarschijnlijk met een popnagel worden vastgemaakt omdat er alleen van buitenaf toegang is; omdat het materiaal van de kuip dun is (minder dan 10 mm) hebben schroeven niet genoeg grip. De bevestiging met popnagels zal door Waltmal worden getest om te kijken of dit stevig genoeg is. Om het hout eerst te kunnen beoordelen wordt er een hout-sample naar Nederland gestuurd. Aan de hand hiervan zal de kleur van de kuip worden bepaald.

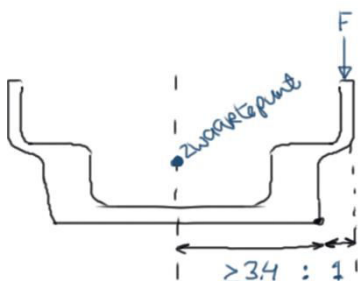


Figuur 83: Houten afwerking van het ontwerp

9.4.3 Kuip: Buitenste laag

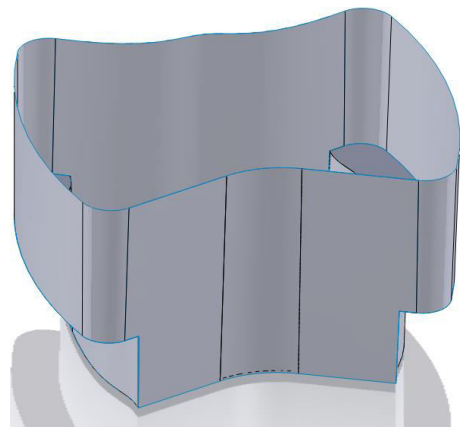
De vorm van de buitenste laag van kuip (Figuur 85) heeft een zo groot mogelijke overhang (dit geeft het zwevende effect) als dat de veiligheid toelaat. Wanneer de tub is gevuld met water staat deze erg stabiel, echter leeg kantelt deze gemakkelijker. De vraag is hoe ver de tub mag overhangen zonder te kantelen. Een te verwachten scenario is dat de tub wordt schoongemaakt. Als bovengrens is een persoon met het gewicht van 110 kilogram aangenomen dat op het uiterste punt van de tub een kracht uitoefent. Uit onderzoek⁴ blijkt dat de grootste dynamische kracht die een persoon veroorzaakt 2,7 keer zo groot is als de statische. De combinatie van deze uiterste waarden resulteren in een piekkracht van $110 \times 9,81 \times 2,7 = 2900$ Newton. Bij een geschat gewicht van 75 kilogram van de tub zelf betekend dit dat de **verhouding van zwaartepunt tub-kantelpunt : kantelpunt-kracht** minstens 3,4 : 1 moet zijn (Figuur 86). Voor het ontwerp betekend dit dat de overhang iets meer dan 20 centimeter is.

Bovendien zal in de handleiding duidelijk worden gemaakt dat wanneer de tub leeg is er slechts één persoon in mag en dat deze zo veel mogelijk van de rand af moet gaan staan, zodat de arm kleiner wordt.

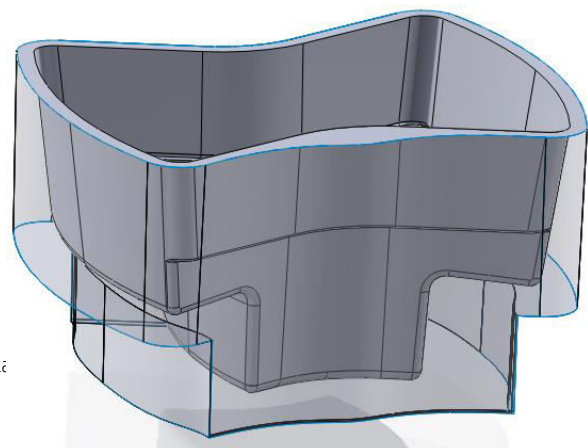


Figuur 86: Doorsnede tub i.v.m. kantelen

Beide lagen van de kuip sluiten aan (Figuur 87) en worden op elkaar gelijmd nadat er blokjes tussen zijn geplaatst zodat de binnenste laag op buitenste steunt. Beide delen maken op elk punt een hoek van minstens 1 graad om lossend te zijn.



Figuur 85: Buitenste laag kuip

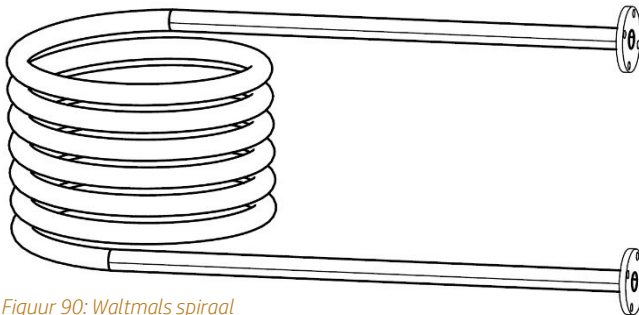


Figuur 87: Beide lagen van tub

⁴ Standing, walking, running, and jumping on a force plate – Rod Cross
www.physics.usyd.edu.au/~cross/PUBLICATIONS/6.%20StandingForcePl

9.5 Aansluiting kuip en spiraal

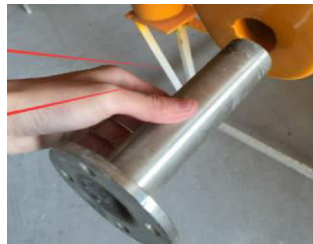
De aansluiting van de spiraal op de tub is hetzelfde als bij Waltmals Dutchtub kopie (Figuur 91). De spiraal wordt met inbusbouten vastgemaakt aan het onderdeel in Figuur 89. Dit onderdeel heeft aan het uiteinde (richting de binnenkant van de tub) een schroefdraad waarmee het aan de binnenkant van de tub met een ring (Figuur 88) vast zit.



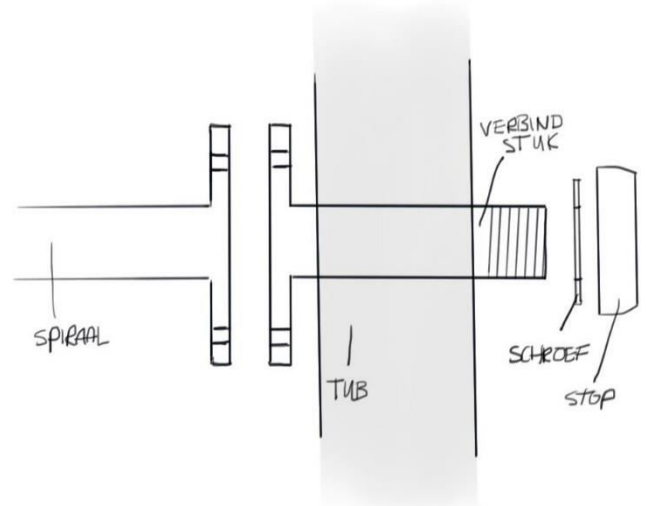
Figuur 90: Waltmals spiraal



Figuur 88: Schroef-ring op verbindstuk



Figuur 89: Verbindstuk



Figuur 91: Exploded-view verbinding spiraal door tub

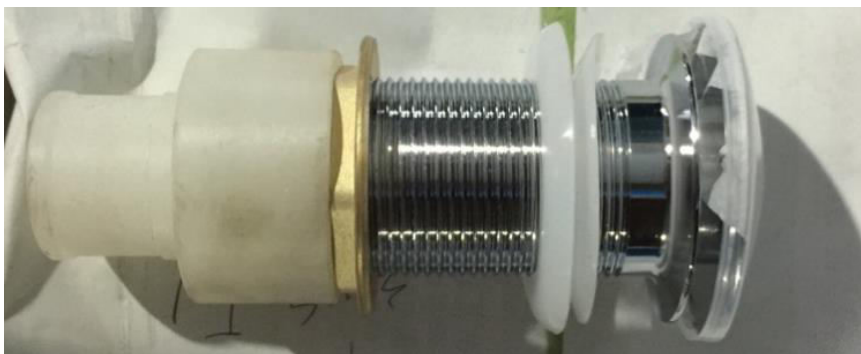
Aan de binnenkant van de tub waar de aansluiting van de spiraal zit, wordt een stop (Figuur 92) geplaatst. Deze kan met een draaibeweging open of dicht worden gezet. Dit is aan de onderkant nodig wanneer het water direct wordt verwarmd tijdens het vullen. De spiraal is demonteerbaar voor het transport.



Figuur 92: De stop waar de spiraal de tub binnenkomt

De waterafvoer is een andere aansluiting (Figuur 93). Deze gaat van de binnenkant van de tub door de gaten in de kuip om aan de buitenkant met een ring te worden afgesloten. Daar zit een aansluiting voor de tuinslang op. Waltmal is er zeker van dat deze aansluiting stevig genoeg is; ook wanneer de waterdruk een kracht levert. De aansluiting wordt open gezet door aan de binnenkant op de stop te drukken. Voor het open en dicht zetten vanaf buiten de tub heeft Waltmal geen aansluiting en de oplage is te klein hier een nieuw onderdeel voor te maken.

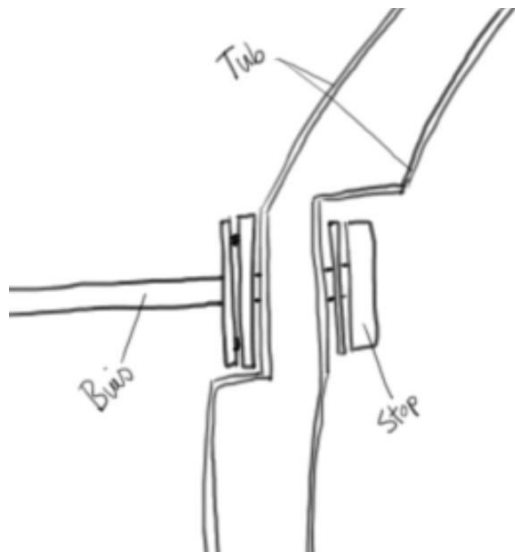
Voor alle drie de aansluitingen is een recht vlak met een diameter van 150 mm op de tub nodig om gebruik te kunnen maken van de standaard onderdelen. Bij de aansluitingen van de spiraal moeten de rechte vlakken op de tub loodrecht op de inkomende buizen van de spiraal staan (Figuur 96, Figuur 95, Figuur 94 op de volgende bladzijde). Tussen elke aansluiting zit een waterdicht afsluitrubber.



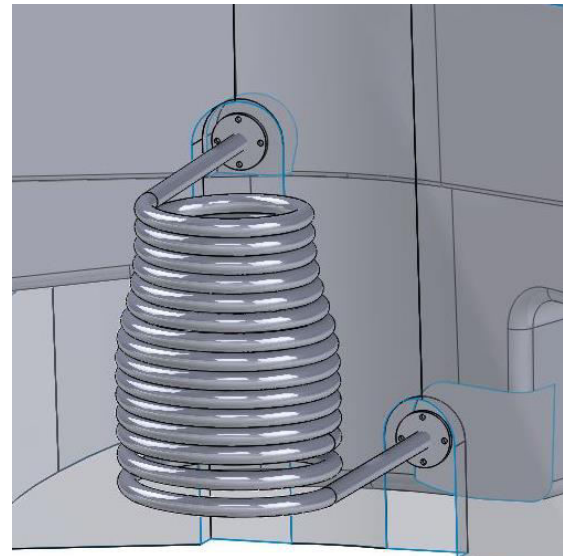
Figuur 93: Afvoer. Chrome deel zit aan de binnenkant en de ring zet het vast aan de buitenkant van de tub



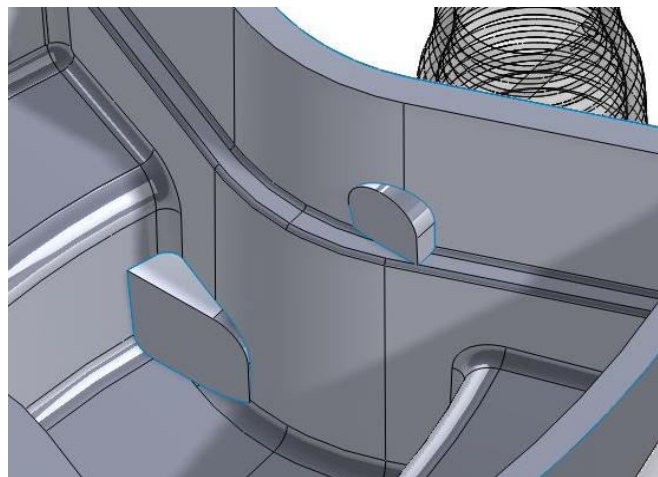
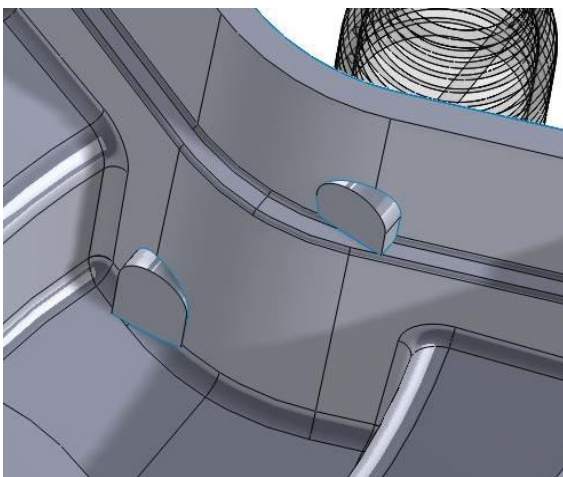
Gezien de spiraal niet nauwkeurig genoeg kan worden geproduceert, wordt eerst een sample van de spiraal gemaakt. Wanneer deze is opgemeten kan de exacte geometrie van de aansluitpunten op de tub worden bepaald.



Figuur 96: Schematische weergave aansluiting op tub (van bovenaf)



Figuur 95: Aansluiting spiraal op tub

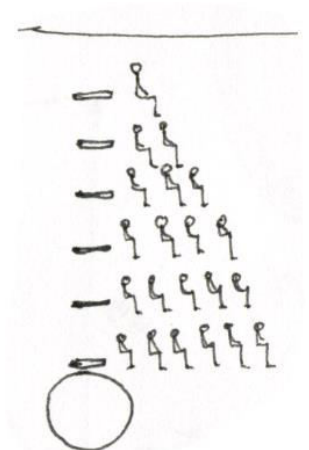


Figuur 94: Links: Aansluiting binnenkant oud. Rechts: Aansluiting binnenkant nieuw

9.6 Details

Om in de tub te komen zal er een opstapje worden ingekocht. Het heeft geen toegevoegde waarde om zelf een opstapje te ontwerpen en dit zou in de kleine oplage alleen maar duurder worden.

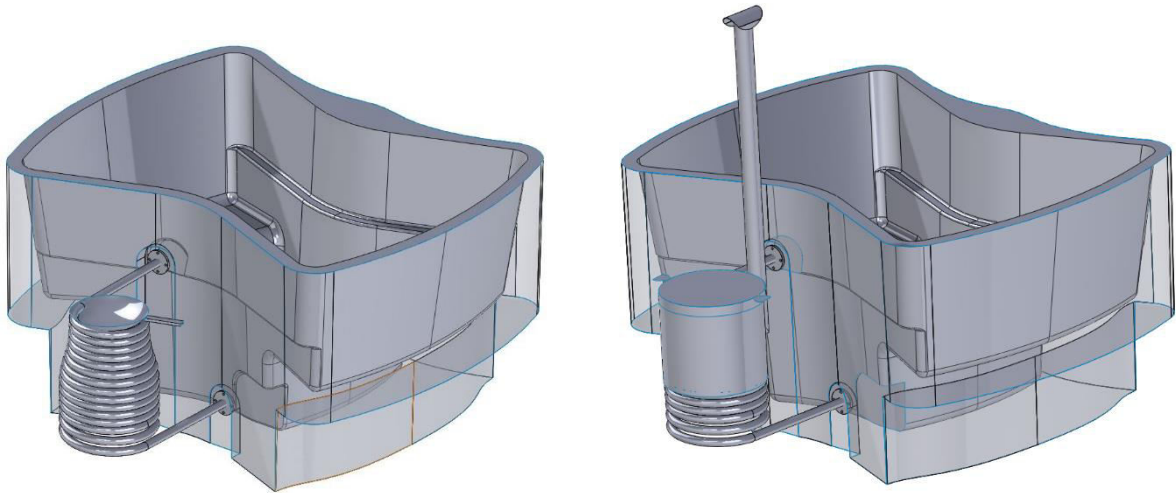
Om zo min mogelijk water te gebruiken – en zo de opwarmtijd zo klein mogelijk te houden – zal de gebruiker de hoeveelheid water moeten afstemmen op hoeveel mensen in de tub gaan. Gezien een mens ongeveer dezelfde dichtheid heeft als water betekent één persoon extra in de tub, dat er gemiddeld 75 liter minder water nodig is. Het totale volume van de tub is ruim 1100 liter. Voor elke persoon hoeft de tub met 75 liter minder te worden gevuld. Dit staat gelijk aan een waterniveau van ruim 40 mm lager. Het laagste waterniveau (voor 6 mensen) zit iets boven de warm water connectie met de spiraal. Waltmal kan geen geometrie aanbrengen in de mal die een aanduiding van het waterniveau geeft. Daarom wordt er gebruik gemaakt van een watervaste sticker (Figuur 97).



Figuur 97: Markering waterniveau

9.7 Uiteindelijk ontwerp

Het resultaat van deze opdracht is een CAD-model van de tub. Deze is zo ver uitgewerkt dat de fabrikant met de productie kan beginnen. De houten delen zijn niet gemodelleerd omdat de hout-fabrikant alleen de buitenste vorm van de kuip nodig heeft om deze te kunnen maken.



Figuur 98: CAD-model van hottub met deksel (links) en omkapping (rechts).

Wanneer de gebruiker wil gaan hottubben kan hij de tuinslang aansluiten aan de onderkant van de spiraal. Zo warmt de tub op terwijl deze vult. Het hout wordt door het speciaal ontworpen vuurbakje dicht bij de spiraal gepositioneerd voor een hoger rendement. De gebruiker heeft de mogelijkheid de spiraal met een deksel te gebruiken (links in Figuur 98) voor veel zicht op het verwarmingsproces. Om een nog hoger rendement te bereiken en om rookoverlast te beperken kan de omkapping zoals rechts te zien om de spiraal worden geplaatst. Omdat de omkapping de spiraal slechts deels bedekt, blijft de beleving van het vuur stoken zo veel mogelijk intact.

De zitplaatsen zijn zo ingedeeld dat er met een zo laag mogelijk watervolume tot 6 mensen in kunnen zitten. De vorm zorgt ervoor dat alle ruimte in de tub wordt benut. Wanneer er minder mensen in de tub zitten is deze efficiëntie nog steeds behouden; er is alleen meer ruimte per persoon.

De vormgeving van de tub sluit aan bij de wensen van de gebruikers. De natuurlijke houten afwerking past bij het product dat zo dicht bij de natuurlijke elementen vuur en water staat. Daarnaast maakt de vorm met de overhangende gedeeltes de uitstraling minder log.

9.7.1 Stand van zaken

Het product is bijna productie-klaar. Op het moment van schrijven wordt een sample van het hout naar Nederland gestuurd om te keuren of dit hout geschikt is en welke kleur de tub moet krijgen. Daarnaast wordt er een sample gemaakt van de spiraal. Zo gauw deze klaar is kan de omkapping worden gemaakt en kan dit ontwerp nog worden aangepast. Ook kan wanneer de exacte geometrie van de aansluitpunten van de spiraal bekend is de mal voor de kuip worden gemaakt. Vervolgens zal een sample van de tub worden geproduceerd en naar de hout-fabrikant gestuurd voor de afwerking van het hout. Bij Waltmal zal dan een test worden uitgevoerd waaruit moet blijken of popnagels geschikt zijn om het hout met de tub te verbinden. Wanneer alles klaar is zal de complete tub naar Nederland worden verscheept.



Figuur 99: Tekening van tub inclusief houten afwerking

9.7.2 Kosten

De kosten zijn hoger uitgevallen dan in de eerste instantie verwacht. Dit komt omdat richtprijs van maximaal €2000 was gebaseerd op prijzen van Waltmals Dutchtub-kopie van 5 jaar geleden. Terwijl deze toen nog maar €800 dollar kostte, is dit tegenwoordig €1200. Bovendien heeft het ontwerp meer onderdelen. De mallen van de tub kosten €4000 (waarvan Waltmal €1000 wilt betalen om goede wil te tonen) en de prijs per compleet product is €1500. Daar bovenop komen nog €250 transportkosten per product en eventuele kosten voor de verkoper (in een winkel). Geschat is dit bij elkaar ongeveer €2000. Bovendien komt over de kostprijs nog 21% BTW. Stel de tub wordt verkocht voor €2750-3000, dan is er €170-370 winst.

Als de tub voor €3000 wordt verkocht is dit 50% duurder dan wat als maximum werd gesteld. Er wordt verwacht dat het geen probleem is dat het product daardoor in een hoger segment valt. Het is een luxeproduct dat zich, anders dan bij de budget-tubs van de helft van de prijs, richt op de beleving. Misschien is het juist beter om de tub in een hoger segment te plaatsen: Dit sluit wellicht beter aan de bij de doelgroep en zijn idee van een dergelijk (kwaliteits) luxeproduct.



10 Conclusie

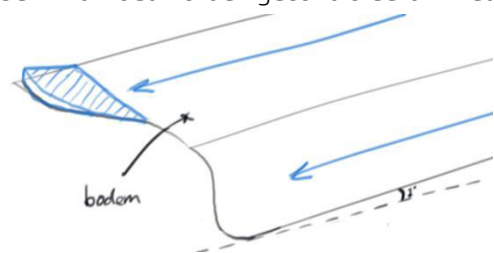
Er is een geschikt ontwerp gevonden gebaseerd op informatie uit de analyse fase. Het voldoet aan de meeste eisen en wensen. De beleving is belangrijk in het uiteindelijke ontwerp. Dit komt naar voren in de vorm van de spiraal en de omkapping. Deze zijn zo dat de gebruiker dicht staat bij het verwarmingsproces terwijl de wachttijd is verminderd. Ook de vorm van de tub faciliteert naast een zo klein mogelijk volume toch het sociale aspect van hottubben. Daarnaast is er rekening gehouden met praktische zaken als afmetingen voor transport en onderscheidendheid met het oog op intellectueel eigendom. De prijs is met €2750-3000 wel hoger dan in de eerste instantie bedoelde €2000. Er zal binnen Dealtraders een keuze moeten worden gemaakt of het ontwerp en de prijs goed genoeg zijn om de investering te maken.

Het resultaat van deze opdracht is een product dat bijna klaar is voor productie. Van de kuip is een CAD-model gemaakt dat geproduceerd kan gaan worden. Daarnaast is de spiraal volledig uitgewerkt en hier wordt op het moment van schrijven een sample van gemaakt. Wanneer deze sample is goedgekeurd kan de omkapping worden gemaakt en eventueel aangepast. Van het hout voor de afwerking is al een sample klaar; dit is onderweg naar Nederland. Wanneer het er is, kan de kleur van de kuip worden bepaald. Bij Waltmal moet nog worden getest of voor de verbinding tussen het hout en de tub popnagels geschikt zijn.

11 Aanbevelingen

Gezien de omvang van de opdracht kon niet overal evenveel aandacht aan worden besteed. Vaak is de veilige optie gekozen om aan het eind van de opdracht een werkend product te hebben. In het vervolg kan hier meer tijd aan worden besteed om zo een echt bijzonder product aan te kunnen bieden. Punten die meer aandacht verdienen zijn:

- Een deksel op de kuip van de tub is nog niet ontworpen. De eis uit de analyse is dat deze uit twee delen moet bestaan zodat het water makkelijker kan worden geroerd tijdens het opwarmen.
- De omkapping van de spiraal. De plaatsing van de schoorsteenaansluiting moet in theorie zo laag mogelijk zitten; op deze manier wordt de warme lucht over een groter deel van de spiraal gevoerd. Het is echter onbekend hoe laag deze mag worden geplaatst voor een goede verbranding van het vuur. Dit zou kunnen worden getest en aangepast. Daarnaast zou er nog kunnen worden uitgetest of een regelaar van de warme lucht in de schoorsteen een hoger rendement levert door de warme lucht langer in de spiraal te houden.
- De verbinding van de omkapping op de spiraal moet worden getest. Deze moet gemakkelijk te plaatsen zijn en stabiel staan. Daarnaast moet de sluiting van de omkapping (het haakje) worden getest. Waltmal heeft aangegeven zelf deze sluiting te kunnen maken zonder verdere uitwerking. Dit moet worden gecontroleerd.
- Thermisch gemodificeerd hout. Waltmal zegt dat het hout waar gebruik van zal worden gemaakt thermisch gemodificeerd is. Echter is dit twijfelachtig voor de lage materialprijs van +/- 60 dollar. Het houtsample zal moeten worden getest om er achter te komen of dit hout duurzaam genoeg is voor deze buitenlucht-toepassing.
- Houtbewerking. Het is zeer opmerkelijk dat de hout-fabrikant heeft voorgesteld om een dikkere afmeting hout als uitgangsmateriaal te gebruiken om deze vervolgens zo te verspanen dat deze op de gekromde vorm van de tub zal aansluiten. Zo krijgt elke lat een unieke vorm (uitgezonderd de gelijke delen door de symmetrie van de kuip). Ondanks het meerdere malen bevestigd te hebben gekregen van Waltmal dat dit een goede optie is, lijkt het moeilijk te geloven dat dit het geval is.
- Afscheidingsdelen. In de idee-fase is als oplossing voor de lange opwarmtijd het idee van een afscheidingsdeel ontstaan. Hier zitten zoals genoemd nadelen aan, maar wanneer er meer tijd zou zijn om dit uit te werken zou het een mooie extra feature kunnen zijn.
- De sticker die aangeeft tot hoe ver de tub moet worden gevuld voor elk aantal personen moet nog worden vormgegeven. Daarnaast moet er een geschikte, waterbestendige sticker worden gevonden.
- De snel-vul aansluiting van de tuinslang op de spiraal wordt volledig uitbesteed aan Waltmal. Zij hebben aangegeven dat ze een geschikte aansluiting hebben. Dit moet worden gecontroleerd in het sample product.
- De plaatsing van de afwaterings-stop moet worden bepaald. Daarnaast loopt het ondervlak van de kuip wel schuin af, maar door de vorm van de tub loopt het niet naar één, maar naar twee punten af (Figuur 100). Daarom moet de bodem diagonaal schuin lopen, naar één punt: De stop.
- Het is niet zeker of de tub gemakkelijk te tillen is wanneer deze op zijn kant staat. Er zouden handvaten kunnen worden ontworpen om het tillen door een nauwe ruimte te vergemakkelijken.



Figuur 100: Schuine bodem van tub

Bronverwijzingen

Figuren:

- Figuur 1: <http://www.dutchtub.com/>
- Figuur 2: Dutchtub. <https://plus.google.com/+AliAdelstein/posts/DE5LCWKeVaL>
- Figuur 3: Thermisch gedreven circulatie in spiraal.
http://www.weltevree.nl/_uploaded/afmetingen_2-LRG.jpg
- Figuur 4: Dutchtub Loveseat: <http://www.weltevree.nl/ENG/collectie/dutchtub-loveseat>
- Figuur 5: Tub-tub: <https://tub-tub.nl/product/tub-tub/>
- Figuur 6: Dutchtub kopie Waltmal: http://www.alibaba.com/product-detail/colorful-Round-outdoor-hot-tubs-and_433662030.html?spm=a2700.7724838.38.2.32cgd8
- Figuur 7: Isbjorn met interne kachel: <http://isbjorn-hottubs.nl/site/assets/files/1115/6jqwu7w-1.jpg>
- Figuur 8: Isbjorn hottub: http://files.hottubshop-nl.webnode.nl/200005023-1f503204c0/img_4127.jpg
- Figuur 9: Isbjorn met externe kachel: http://files.hottubshop.eu/200001910-0faa810a46/IMG_2973.JPG
- Figuur 10: Werking interne kachel Isbjorn: http://inhottub.be/wp-content/uploads/2014/05/Man-in-hot-tub_480x342.png
- Figuur 11: Bubbelsbad: <http://www.bubbelkoning.nl/m5.html>
- Figuur 12: Hottug: <http://uncrate.com/p/2012/09/hot-tug-xl.jpg>
- Figuur 13: Nomad meeneembare hottub: <http://theoriginalnomad.com/collections/nomad-travelling-soaking-tub/products/collapsible-tub-and-coil-combo>
- Figuur 14: Handmatige espressomachine: <http://www.anitascrepes.com/>
- Figuur 52: Pellets in geschikte vuurbak: https://www.thepelleteer.com/images/pelfl18dd_filled.jpg

Literatuur:

- Rijksoverheid IE regels: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/intellectueel-eigendom/inhoud/bescherming-intellectueel-eigendom>
- Federatie Auteursrechtbelangen: <http://www.auteursrecht.nl>
- Panero, J. & Zelnik, M. (1979). *Human Dimension & Interior Space: A Source Book of Design Reference Standards*.
- Cross, R. (1998). Standing, walking, running, and jumping on a force plate. *American Association of Physics Teachers*, 67 (4), 304-309.
<http://www.physics.usyd.edu.au/~cross/PUBLICATIONS/6.%20StandingForcePlate.PDF>