

HET VERBETERDE EFOILBOARD

KOSTENEFFICIËNT, STOOTBESTENDIG EN DUURZAAM



AFSTUDEERVERSLAG

Auteur/Ontwerper

Axel Ribberink
371983

Opleiding

Industrieel product ontwerpen
HanzeHogeschool Groningen

Opdrachtgever

2Foil
Nederland

Publicatie

Januari, 2023
Groningen, Nederland

Introductie

VOORWOORD

Mijn naam is Axel Ribberink, student Industrieel Product Ontwerpen aan de HanzeHogeschool te Groningen.

Binnen de opleiding heb ik geleerd om procesmatig een product te ontwerpen aan de hand van verschillende methodieken. Dit proces loopt nooit stapsgewijs, vaak is het nodig om stappen terug te doen. Er zijn namelijk eisen, ideeën of concepten die regelmatig heroverwogen worden. Het ontwerpproces is iteratief, erg uitdagend en onvoorspelbaar.

Het proces wordt in het afstudeerverslag opgedeeld in vijf fasen: Analyse, Ideeën, Concept, Materialisatie en Realisatie. Deze fasen worden aangegeven op de pagina's met verschillende kleuren.

ANALYSE

IDEËEN

CONCEPT

MATERIALISATIE

REALISATIE

Via Dim Versluis (docent Industrieel Product Ontwerpen) kwam ik in aanraking met zijn bedrijf 2Foil. Dit bedrijf verkoopt en verhuurt eFoils. Door mijn affiniteit met verschillende boardsporten heb ik ervoor gekozen om hier te gaan afstuderen en een eFoil te herontwerpen.

In dit afstudeerverslag beschrijf ik het ontwerpproces van een vernieuwde eFoil. Mijn doel was om een product te ontwerpen dat vernieuwend is in vergelijking met de concurrentie, vooral door gebruik te maken van een ander productieproces en andere materialen.



Afbeelding 1 - Portret

Opbouw

INHOUDSOPGAVE

Titel	Onderwerp	Pagina
EFOILBOARD	Samenvatting	4
AANLEIDING	Introductie	6
OPDRACHT	Probleem	8
2FOIL	Bedrijf	10
PRODUCTONTLEDING	Onderzoek	11
MARKT	Onderzoek	12
CONCURRENTIE	Onderzoek	13
WET & REGELGEVING	Onderzoek	14
NORMEN	Onderzoek	15
DOELGROEP	Gedrag	16
TRENDS	Vorm inspiratie	18
KAYAKKEN	Productie inspiratie	20
PROCES	Ontwerp	22
EINDPRODUCT	Product	40
1:5 PROTOTYPE	Product	46
DETAILS	Specificaties	48
PRODUCENT	Productie	54
NAWOORD	Afsluiting	56
AANBEVELINGEN	Afsluiting	57
LITERATUUR	Afsluiting	58
BIJLAGEN	Afsluiting	62



Samenvatting

EFOILBOARD

In dit nieuwe ontwerp van een eFoil is gebruik gemaakt van twin sheet thermoforming om het product kostenefficiënt te maken. Twin sheet thermoforming is een productieproces waarbij twee platen plastic worden verwarmd en vervolgens in een mal worden gevormd tot een gewenste holle vorm. Dit wordt voornamelijk gebruikt voor het maken van grote, stevige producten zoals auto-onderdelen, containers en meubels. Dit productieproces is sneller en minder arbeidsintensief dan het produceren van boards van carbon.

Plastic is beter bestand tegen stoten dan carbon omdat het materiaal meer elasticiteit heeft. Wanneer plastic wordt gestoten, zal het materiaal de impact opvangen en terugveren in zijn oorspronkelijke vorm. Carbon daarentegen is een stijver materiaal en zal bij een stoot sneller breken of beschadigen. Dit komt doordat carbon een hogere breuksterkte heeft dan plastic. Plastic heeft ook zijn beperkingen en is bijvoorbeeld niet zo sterk als carbon wanneer het wordt belast met zware belastingen. Om de sterkte en stijfheid van het product te verhogen, zijn er ribben aangebracht in de vormgeving van het board en is er een metalen constructie in het board geplaatst die verbonden is aan de mast. Daarnaast is het gehele board gevuld met 2 componenten PU schuim, wat niet alleen voor sterkte en stijfheid zorgt, maar ook voor het waarborgen van het drijfvermogen.

Vergeleken met de huidige carbon boards die met epoxy zijn gelamineerd, is dit eFoilboard een stuk duurzamer. De combinatie van carbon en epoxy is namelijk niet recyclebaar.

Kortom bevat dit nieuwe ontwerp de volgende USP's:

1. Kostenefficiëntie,
2. Verbeterde industriële productie,
3. Hogere stootbestendigheid,
4. Duurzaamheid.



Afbeelding 2 - Verbeterde eFoil's in kleur

Introductie

AANLEIDING

Nederland is een fanatiek watersportland en binnen de watersporten zijn er veel nieuwe producten op de markt te vinden. Hieronder vallen ook de eFoils. Foils worden ook wel gebruikt voor golf-, kite- of wing-foilen.

Een eFoil staat voor een elektrisch bestuurbare surfplank met daar- onder een hydrofoil. De hydrofoil zorgt ervoor dat de gebruiker, bij de juiste combinatie van snelheid en plaatsing van het zwaar- tepunt, met het board boven het water kan zweven. Dit komt doordat de hydrofoil een opwaartse druk op het water levert.

De eFoil ontstond doordat Foil-gebruikers niet meer afhankelijk wilden zijn van de wind, golven of eigen inspanning. Daardoor begon Nick Leason van het merk Lift met het ontwikkelen van een elektrische Foil.

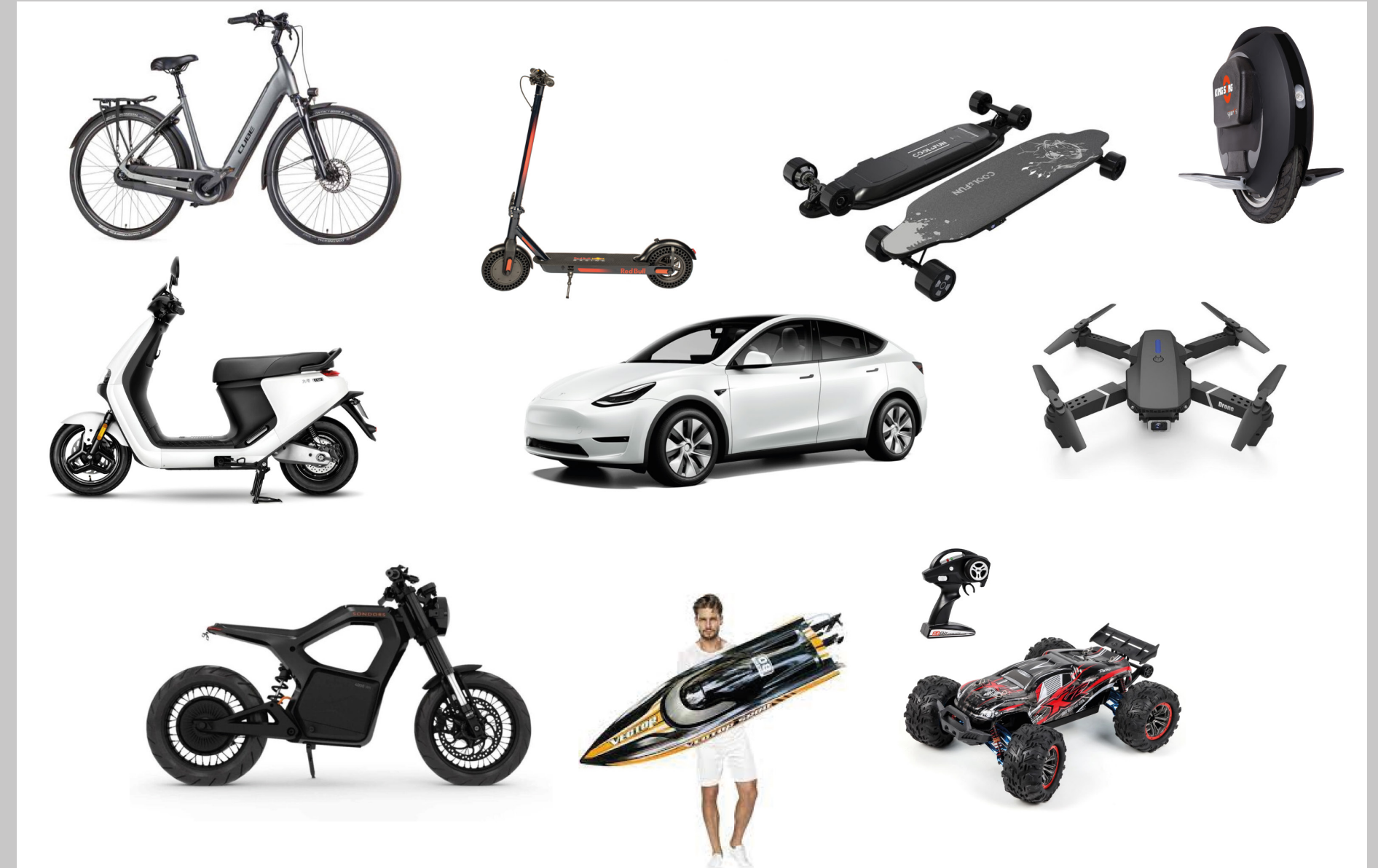
Het elektrificeren van producten gebeurt tegenwoordig steeds vaker en meer mensen zijn dan ook in bezit van een elektrische step, scooter, auto en/of fiets.

Deze groeiende behoefte is ontstaan bij auto's, aangezien de benzine- prijzen bleven stijgen en er een duurzame oplossing moest komen. Ook zijn er steeds meer oplaadvoorzieningen voor deze vervoersmiddelen, wat ervoor zorgt dat het product steeds toegankelijker wordt.

De E-bike heeft vooral een grote sprong gemaakt. In Nederland tellen we maar liefst 4,9 miljoen e-bikes. Ten opzichte van 2021 groeide het marktaandeel van de e-bike met 15,3%. Een nieuwe wet- en regelgeving in Frankrijk maakte de e-steps en e-skateboards legaal, waardoor ook deze markt groeide. De gebruiker kiest voor deze producten, omdat ze hiermee meer flexibiliteit en vrijheid kunnen ervaren en sneller op hun bestemming zijn. Naast deze functies worden deze producten ook veel ingezet op vrijetijdsmomenten, omdat het bijdraagt aan een fun-beleving.



Afbeelding 3 - eFoil



Afbeelding 4 - eVoertuigen

Probleem

OPDRACHT – ALGEMEEN

EFoils kosten gemiddeld tussen de 6.000 en 15.000 euro. Dit product is nog niet voor een grote doelgroep toegankelijk en daarom wordt het product dus ook gezien als een high-end gadget. De eFoil van het bedrijf 2Foil bestaat uit verschillende onderdelen, maar wat opvalt is dat de accu 25% en het board 32,2% van de totale inkoopsprijs bedragen. Deze onderdelen zijn dan ook de duurste onderdelen van de eFoil.

2Foil heeft als visie de toegankelijkheid van dit product te vergroten. Ze willen dat de ervaring van het zweven boven water voor meer mensen beschikbaar wordt gesteld. Daarom zoeken zij een ontwerp voor een eFoil met lagere productiekosten, zodat de kostprijs toegankelijker is voor de consument.

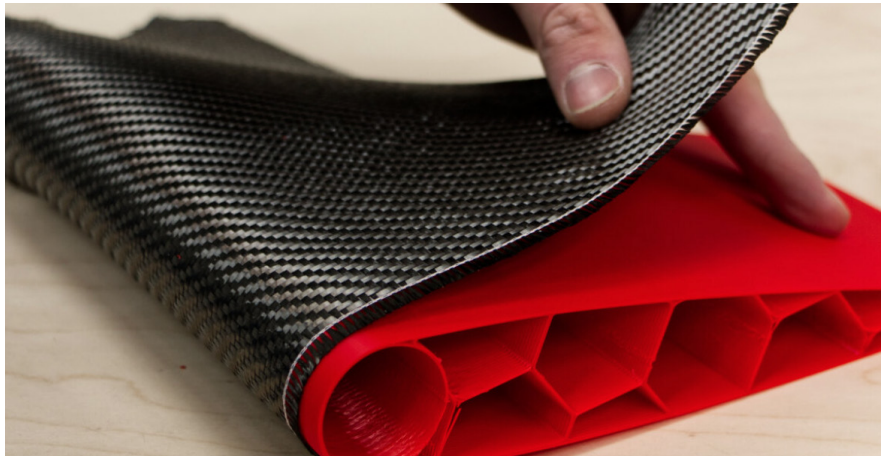
Daarnaast geven zij ook aan dat er per niveau van de gebruiker een ander board nodig is. Elke gebruiker, afhankelijk van hun gewicht en/of niveau heeft namelijk een ander volume nodig. De opdrachtgever gaf aan dat dit een aandachtspunt zou moeten zijn binnen het ontwerpproces. Ter afsluiting hopen zij op een innovatief product die zich zal onderscheiden van de concurrent op basis van prijs en functie.

Vanuit mijn opleiding heb ik geleerd om fysieke producten te ontwerpen en heb ik beperkte kennis opgedaan binnen werktuigbouw en electrotechniek. Aangezien ik mijn kennis doelgericht wil gebruiken ga ik mij focussen op het herontwerpen van het board van de eFoil. Dit maakt de grootste impact op de prijs en hier zijn mijn ontwerpvaardigheden het meest voor geschikt. In het ontwerpproces van het board zag ik ook de kans om eigen leerdoelen te bereiken zoals; complexe vormen modeleren en het opdoen van kennis van materialen en productieprocessen.

De huidige boards bestaan uit PU-foam wat gelamineerd is met carbon fiber (of glazvezel) en epoxy. Dit materiaal is sterk, maar minder stootbestendig, prijzig en slecht afbreekbaar in de natuur. Tijdens het herontwerpen van dit product wordt er een alternatief voor het productietechniek onderzocht.



Afbeelding 5 - Fliteboard eFoils



Afbeelding 6 - Carbon lamineren

ANALYSE

Probleem

OPDRACHT – HOOFDEISEN

1.0 EFOILBOARD

Elektrisch aangedreven surfplank, waarmee je boven het water kunt zweven. De behuizing voor de oplaadbare lithium-ion batterij, bms en/of (v)esc.

2.0 INNOVATIEF

Niet volgens de <traditionele manier> geproduceerd.
<traditionele manier> = Een foamboard dat is bekleed met carbonfiber en epoxy.

3.0 KOSTENEFFICIENT

Het board heeft een <goedkopere> fabricageprijs.
<Goedkopere> = Lager dan €1.480,20.

4.0 TOEPASBAAR

Het eFoilboard is toepasbaar voor de huidige <onderdelen>.
<onderdelen> = Mast, accu, wings & stabs.

In bijlage 1 (PVE) vind je een uitgebreid programma van eisen dat is opgesteld..

FASE

Bedrijf 2FOIL

Het bedrijf 2Foil bestaat uit 3 partners, waaronder Dim, Johan en Thijs. Zij hebben allen veel passie voor water en boardsports. Dim en Johan hebben beide een achtergrond in Industrieel Product Ontwerpen en veel ervaring met kitesurfen en kitefoilen. Toen ze in aanraking kwamen met eFoils waren ze meteen verkocht door deze unieke ervaring. Ze besloten zelf enkele boards te kopen, die ze zijn gaan verhuren. Zo kan de consument van de ervaring gebruik maken, zonder zelf een grote investering te doen. Het verhuren wordt ondersteund met een begeleider die alle tips & tricks geeft om te kunnen beginnen of om nog beter te worden.

2Foil heeft afgelopen jaar ook eigen boards bij een producent laten ontwikkelen. Het board van deze producent is bedrukt met een eigen design. Deze eFoils zijn te verkrijgen in verschillende maten. Je kunt een board van 200cm of 168cm kiezen en voor de mast is er een keuze uit een mast van 70cm of 90cm. Dit aanbod is zo ontwikkeld dat het voor meerdere gebruikers beschikbaar is.

2Foil heeft als toekomstvisie te groeien in de watersport verhuur wereld. Ze willen zorgen dat ze eFoils op meerdere locaties kunnen gaan verhuren. Daarnaast willen ze ook reseller worden van gerespecteerde merken zoals Lift en Fliteboard.

Deze afstudeerstage willen ze mij, zoals eerder is vermeld in de opdracht, inzetten om een innovatief ontwerp te realiseren die kan concurreren in deze markt.



Afbeelding 7 - 2Foil community



Afbeelding 8 - 2Foil board

ANALYSE

Onderzoek PRODUCTONTLEDING

Om het product beter te begrijpen leg ik aan de hand van de afbeelding hiernaast de functies van de onderdelen uit. Deze onderdelen zijn bij veel concurrenten hetzelfde, maar er zijn zeker al enkele innovatieve onderdelen te vinden. Voor deze ontleding focus ik mij eerst op de eFoil van 2Foil.

De **electric box** bestaat uit de ESC (electronic system controller) en de ontvanger. De ontvanger geeft aan hoeveel stroomsterkte de ESC mag vragen aan de accu.

De **propulsion** zorgt voor de voortstuw-
ing die bestaat uit een propellor die
aangedreven wordt door een motor.

De **wings & stabs** zijn erg sterk gemaakt
door middel van carbon en epoxy. Deze
oppervlaktes zorgen ervoor dat er ge-
noeg opwaartse druk wordt gerealiseerd
voor het 'zweven'.



Afbeelding 9 - Lift eFoil

De **controller** reguleert de snelheid van de eFoil. Deze is niet op de afbeelding te zien, maar het is een joystick met een trigger. De controller stuurt een signaal naar de ontvanger.

De **battery** zorgt voor de energie toe-
voer voor de motor en deze is afgesloten
in een waterdichte behuizing. Deze accu
is direct aangesloten op de electric box.

Het **board** is een stijf en sterk plateau
waar je op kan staan, zitten en/of liggen.
Dit board heeft een drijvend vermo-
gen, zodat de gebruiker en de eFoil niet
zinken.

FASE

Onderzoek MARKT

EFOIL SOORTEN



Afbeelding 10 - Wingfoiler

Het foilprincipe wordt in verschillende producten toegepast, zoals bij (zeil)boten, waterfietsen en zelfs waterscooters. Wat opvalt is dat de zogenoemde Foils niet allemaal dezelfde vorm hanteren als die van de eFoil. Nu zijn er binnen de Foilboards ook nog andere soort sporten, namelijk: wing-, wind-, sup-, en golf-Foilen. Hierbij maak je gebruik van andere deelproducten om zo je voorwaartse en/of opwaartse beweging te realiseren.

NIVEAU VERSCHIL



Afbeelding 11 - Stabs

Bij verschillende merken kan de eFoil aangepast worden op de wensen van de gebruiker. Er zijn verschillen in de grootte van de boards, wat zorgt voor minder of meer stabiliteit. Hiernaast is er ook nog een brede keuze op het gebied van wings en stabs. Hiermee kun je ook je stabiliteit en/of wendbaarheid reguleren door het kiezen voor een bredere of smallere wing en stabs.

INNOVATIES



Afbeelding 12 - Audi jetfoil

Veel concurrenten proberen al verschillende verbeteringen toe te passen. Audi en Takumu passen bijvoorbeeld een jetmotor toe om zo meer veiligheid te bieden. Lift heeft een inklapbare propeller, zodat je de eFoil als een normale Foil kunt gebruiken. Lacroix is momenteel een module aan het ontwikkelen waarmee je je huidige Foil kan elektrificeren. Ten slotte zijn er al veel verbeteringen op basis van gebruiksvriendelijkheid.

ANALYSE

Onderzoek CONCURRENTIE

Om een goed beeld te krijgen wat er binnen de eFoil-markt beschikbaar is, zijn er 8 merken vergeleken met de eFoil van 2Foil. Aangezien het product veel functies bevat is ervoor gekozen om de verschillende Efoils te vergelijken door middel van de kesselringmethode. De kesselringmethode is gebaseerd op 5 eisen die worden beoordeeld met een score van 1 tot 5. De eisen zijn geformuleerd vanuit een algemene deskresearch.

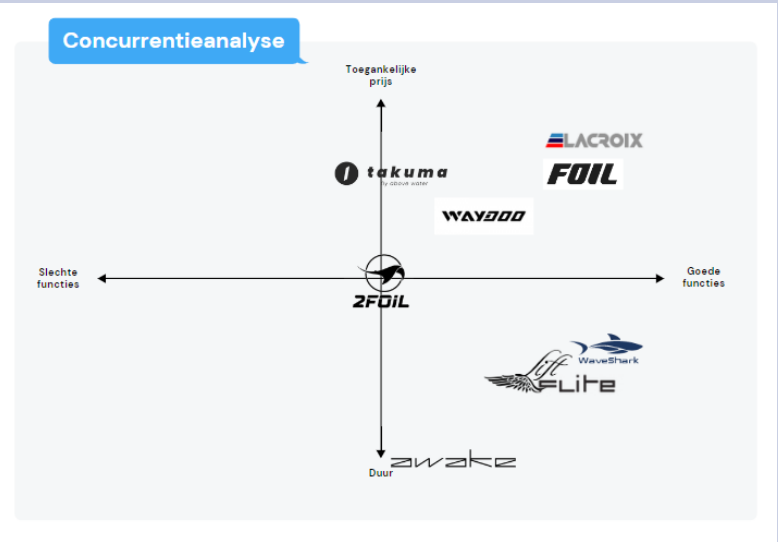
Alle producten zijn kort toegelicht in bijlage 4 (Concurrentie). Hierin vind je meer informatie over welke functies bepaalde onderdelen bieden en wat de verschillen zijn.

Door de concurrentieanalyse wordt duidelijk dat 2Foil nog winst kan halen door het verbeteren en/of innoveren van de functies. Wel zou je kunnen zeggen dat ze een goede prijspositie hebben. Ze spelen zeker in op een goede middenweg tussen de merken.

Als 2Foil de toegankelijkheid wilt vergroten door de prijs te verlagen, dan zullen ze ook nog beter kunnen concurreren met andere merken. Daarom is een goedkoper productieproces onderzoeken een hoge prioriteit. Zo is er ook ruimte voor verbetering op andere onderdelen. In het ontwerpproces wordt, naar aanleiding van deze analyse, gekeken hoe je de kwaliteit, innovativiteit, overstapopties en gebruiksvriendelijkheid kan verhogen.

	Weegfactor (1-3)	2Foil	Waydoo	Flite	Takuma	Lift	Foil	Awake	Lacroix	Waveshark
1. Prijs	3	2 6	2 6	2 6	3 9	2 6	3 9	1 3	4 12	2 6
2.0 Kwaliteit	3	3 9	4 12	5 15	3 9	5 15	5 15	4 12	2 6	5 15
3.0 Innovatief	2	2 4	2 4	2 4	2 4	2 4	2 4	3 6	4 8	4 8
4.0 Learning curve (Overstapopties hoger niveau)	2	2 4	1 2	3 6	2 4	3 6	3 6	1 2	3 6	2 4
5.0 Gebruiksvriendelijk	2	2 4	3 6	2 4	2 4	2 4	2 4	4 8	3 6	3 6
Totaal:		27	30	35	30	35	38	31	38	39

Tabel 1 - Kesselringmethode



Figuur 1 - Concurrentieanalyse

FASE

Onderzoek

WET & REGELGEVING

Er is onderzoek gedaan naar de richtlijnen van de eFoil. In de bijlage 5 (regels) vind je alle wetten en regelgevingen waaraan de eFoil in Nederland moet voldoen. De eFoil is namelijk een gemotoriseerd vaartuig wat met vol vermogen een snelheid kan bereiken van +/- 35 km/h. Dit wil zeggen dat de eFoil in de categorie 'snelle motorboot' valt.

- Wanneer je sneller dan 20 km/h vaart gelden de volgende regels:
- (Klein) vaarbewijsplicht (Binnenvaartwet)
 - Bestuurder is minimaal 18 jaar (artikel 1.09 lid 1 onder a BPR)
 - Registratieplicht (artikel 8.01 en 8.02 BPR)
 - Mag op beperkte wateren varen (Snel vaargebieden)
 - Reddingsvestplicht (artikel 8.05 lid 5)

Wanneer je minder dan 20 km/h vaart gelden er ook regels, namelijk dezelfde als voor een 'gewoon motorschip'. Wel is het zo dat gebruikers tot en met 12 jaar niet harder mogen varen dan 12 km/h. Voor een snelheid boven de 13 km/h geldt dan weer de regel dat je 16 jaar of ouder moet zijn. Een reddingsvest is hierbij niet verplicht maar wordt wel aangeraden.

Als slot zijn er ook 'bijzondere' gebieden waar je rekening mee moet houden, zoals bijvoorbeeld natuurgebieden en stadsgrachten. Hier zijn vaak de snelheden begrensd tot 6 km/h.



Afbeelding 13 - Waterpolitie

ANALYSE

Onderzoek

NORMEN

Voor de opdrachtgever is er ook onderzoek gedaan naar goedkopere alternatieven voor de accu. De huidige accu beschikt over een spanning van 52V en een capaciteit van 30 Ah. Het maximale vermogen is 7500W en daarmee haalt hij een snelheid van ongeveer 35 km/h. De gebruiker kan met deze accu ongeveer 90 min varen. De huidige inkoopprijs bedraagt voor deze accu: 1227,66 euro. Het alternatief moet ongeveer dezelfde prestaties kunnen leveren, zodat het niet ten koste van de gebruikerservaring gaat.

Tijdens de ideeëngeneratie zijn er verschillende alternatieven bedacht en onderzocht. Deze zijn niet verder uitgewerkt om focus te houden op het ontwerp van het board.

Voor het board is er gekeken naar de normeringen waar het product aan moet voldoen. In de specificaties in de afbeelding hierboven vind je dat het een IP waarde heeft van IP67.

Dit wil zeggen dat het board dus ook als waterdichte behuizing dient. Deze behuizing van IP67 is, zoals je ziet in de afbeelding hiernaast, stofdicht en waterdicht.

Tijdens het ontwerpproces zijn deze normeringen en specificaties meegenomen in het programma van eisen. Hiernaast is er in overleg met de opdrachtgever een persona opgesteld. Zodat het helder wordt voor wie dit product wordt ontworpen. Deze vind je op de volgende pagina.

SPECIFICATION

Board size	2000*670*120mm 1680*670*120mm	Mast length	70cm 90cm
Board volume	110L 100L	Foil wingspan	64cm
Carrying capacity	150kg	Maximum power	7500W
Full weight	30kg	Hand controller	2.4G wireless
Max speed	35kmh	Battery capacity	30Ah
Max rang	25km	Battery voltage	52V
Fun time	60mins	Battery type	18650 lithium ion
Waterproof rate	IP67	Charging time	2.5H (10A)

Tabel 2 - Productspecificaties 2Foil

IP Classificatie			
Eerste cijfer	Beschrijving	IP aanduiding	Benaming
0	niet beschermd tegen stof	IP 0X	aanrakingsveilig
1	beschermd tegen vaste voorwerpen groter dan 50 mm	IP 1X	
2	beschermd tegen vaste voorwerpen groter dan 12 mm	IP 2X	
3	beschermd tegen vaste voorwerpen groter dan 2,5 mm	IP 3X	
4	beschermd tegen vaste voorwerpen groter dan 1mm	IP 4X	stofvrij stofdicht
5	beschermd tegen stof	IP 5X	
6	stofdicht	IP 6X	
Tweede cijfer	Beschrijving	IP aanduiding	Benaming
0	niet beschermd tegen water	IP X0	Druipwaterdicht
1	beschermd tegen druppelend water	ip x1	
2	beschermd tegen druppelend water onder een hoek van 15 graden	IP X2	regenwaterdicht spatwaterdicht spuitwaterdicht
3	beschermd tegen sproeiend water	IP X3	
4	beschermd tegen opspattend water	IP X4	
5	beschermd tegen waterstralen	IP X5	waterdicht drukwaterdicht
6	beschermd tegen stortbuien	IP X6	
7	beschermd tegen onderdompeling tot 1m diep - 30 minuten lang	IP X7	
8	beschermd tegen verblijf onder water	IP 68	

Tabel 3 - IP-classificatie

FASE

Gedrag

DOELGROEP

De huidige doelgroep is hier rechts op pagina 17 weergegeven. Deze persona is gecreëerd op basis van de informatie die is verzameld over de doelgroep. Deze informatie is verzameld door middel van inschattingen van de medewerkers van het bedrijf en onderzoek naar de markt en de industrie.

CONSUMENTENGEDRAG

Om het consumentengedrag van onze doelgroep in kaart te brengen, zijn er moodboards opgesteld. Deze moodboards helpen om een beeld te krijgen van de interesses en levensstijl van onze doelgroep, wat kan helpen om gericht producten te ontwikkelen die aansluiten op hun behoeften. Deze vind je terug in bijlage 6 (consument).

TOEKOMSTVISIE

De huidige doelgroep is hier rechts op pagina 17 weergegeven. Om de toegankelijkheid van het product te verhogen, is 2Foil van mening dat het board goedkoper gemaakt moet worden. Door de prijs van het board te verlagen, kan 2Foil een grotere afzetmarkt of doelgroep bereiken. Dit kan helpen om het product meer bekendheid te geven en tegelijkertijd meer mensen in staat te stellen om het product te kopen.

Ook willen ze meer mensen overtuigen dat eFoilen voor iedereen is. Je hoeft in feite niet heel sportief te zijn. Als je kunt staan en je balans bewaren dan is het voor jou toegankelijk.

'Dat maakt eFoilen zo leuk! Vaak kunnen mensen zonder ervaring in water- of boarsport al staand eFoilen in het eerste uur' zegt Dim Verluis.



Afbeelding 14 - Kitesurfer

ANALYSE

ALGEMEEN

25-60 jaar (70% man)
Boven modaal

“Van sporten in de natuur ontspan ik het meest.”

TOELICHTING

De doelgroep bestaat uit avontuurlijke tech-fanaten die graag in bezit zijn van dure gadgets. Ze geven geld uit aan dingen die een unieke ervaring bieden, maar ook vooral sportief zijn. Ze zijn in bezit van vergelijkbare producten, zoals een elektrisch(e) step, skateboard, fiets en/of scooter. In de vakanties zijn ze veelal activiteiten aan het doen, zoals mountainbiken, hiken, klimmen, duiken en surfen. Daarnaast zijn het mensen die digitaal goed overweg kunnen met apparaten, zoals tablets en de nieuwste smartphones. Over het algemeen zijn dit ook mensen met een goede baan die financieel ruimte hebben voor zulke (fun-) producten. Deze groeiende doelgroep koopt afhankelijk van hun budget eFoils tussen de 6.000 - 15.000 euro.

KENMERKEN

- Zijn op de hoogte van de nieuwste gadgets
- Hebben een sportieve levensstijl
- Houden van avontuurlijke vakanties
- Zijn ambitieus op werk
- Gaan graag naar de zee

“Op mijn werk praat ik met mijn collega's over de nieuwste gadgets.”



Daan
34 jaar
Software engineer
Kitesurfer

Afbeelding 15 - Persona

FASE

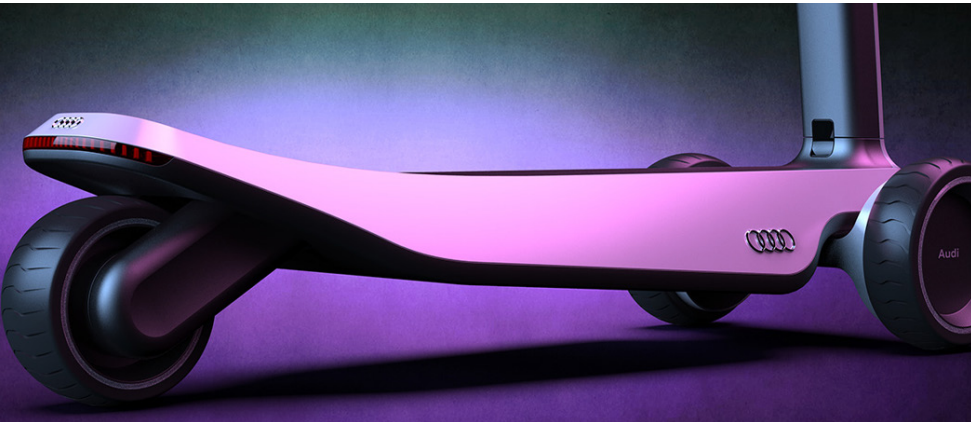
Vorm inspiratie

TRENDS

Tijdens het ontwerpproces is er ook onderzoek gedaan naar de vormgeving. Verschillende thema's zijn naar voren gekomen als mogelijke bronnen van inspiratie voor het uiteindelijke ontwerp. Deze thema's zijn samengesteld op basis van de persona van de doelgroep, marktonderzoek en kennis vanuit de opdrachtgever. Het was belangrijk om rekening te houden met de wensen en behoeften van de doelgroep, evenals de laatste trends en ontwikkelingen in de markt.

Voor de vormgeving haal ik inspiratie uit de volgende thema's:

- 1. Futuristisch design
- 2. Automotive design
- 3. Aantrekkelijke gadgets



Afbeelding 15 - eStep concept Audi

FUTURISTISCH DESIGN

E-voertuigen lijken de toekomst te zijn en daarom zijn deze voertuigen ontworpen met een futuristische ontwerpbenadering. De ontwerpen lijken vaak eenvoudig, maar er zit een interessant complex ontwerp achter. De technische onderdelen zijn vaak verborgen. En het lijkt erop dat veel inspiratie wordt gehaald uit sciencefictionfilms.



Afbeelding 16 - BMW eScooter

IDEEËN



Afbeelding 17 - Elektrische auto



Afbeelding 18 - BMW eVehicle

AUTOMOTIVE DESIGN

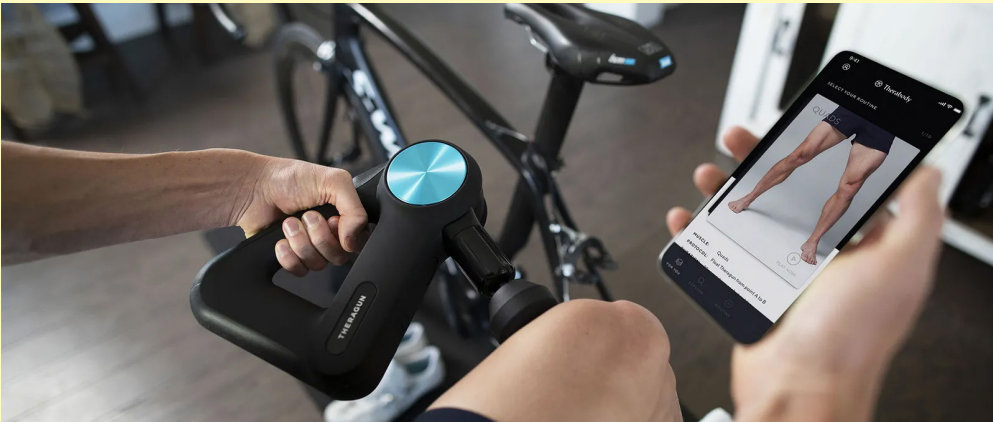
In de auto-industrie zijn voertuigen gestroomlijnd, omdat auto's aerodynamisch moeten zijn om zo snel mogelijk te gaan. In de huidige automarkt valt op dat er binnen het ontwerp veel dimensies worden toegepast. Grote vlakken worden vaak onderbroken door andere vlakken.



Afbeelding 19 - Bose draadloze oordopjes

AANTREKKELIJKE GADGETS

Er wordt steeds meer aandacht besteed aan de vormgeving van gadgets om er een aantrekkelijk product van te maken. Producten van bijvoorbeeld Apple doen het erg goed door hun vormgeving. Dit is de reden dat veel mensen het willen. Ze hebben vaak donkere kleuren met materialen die luxe aanvoelen. De focus ligt vaak op de vorm en niet op de technologie.



Afbeelding 20 - Massagegun

FASE

Productie inspiratie

KAYAKKEN

Tijdens het ontwerpproces is er gekeken naar de productietechnieken van kayaks als bron van inspiratie. Net als eFoils hebben kayaks een drijvend vermogen dat in staat moet zijn om een persoon te dragen.

Bovendien hebben kayaks, vanwege hun holle vorm, veel opbergruimte, wat ideaal zou zijn voor het opbergen van een accu. Het is echter wel noodzakelijk om ervoor te zorgen dat de opbergruimte waterdicht afgesloten kan worden.

Veel producten die gemaakt zijn van thermoplasten zijn minder sterk dan producten gemaakt van carbon. Om de sterkte te verhogen, kunnen vlakken en ribben toegevoegd worden aan het ontwerp van het product. Door deze onderbrekingen in de vorm te introduceren, kan de constructie van het product versterkt worden. Dit is te zien in de producten die hier rechts worden weergegeven.

Toch zijn er ook veel verschillende manieren om een kayak te produceren. Deze zullen op de volgende pagina worden toegelicht.



Afbeelding 21 - Kayakers



Afbeelding 22 - Kayakken

Kayakken zijn voornamelijk geproduceerd door middel van 4 productietechnieken. Op afbeelding 23 zie je hoe ze met blowmoulding een holle kayak vorm maken. Tijdens dit proces wordt er een holle cilinder vorm van bovenaf geëxtrudeerd. Vervolgens komt er een 2 of meer delige matrijs omheen en blaast het apparaat de cilindervorm tegen de binnenkant van de matrijs. Dit proces is erg toepasbaar voor holle vormen zoals flesjes. Maar de matrijskosten zijn hoger ten opzichte van andere productietechnieken.

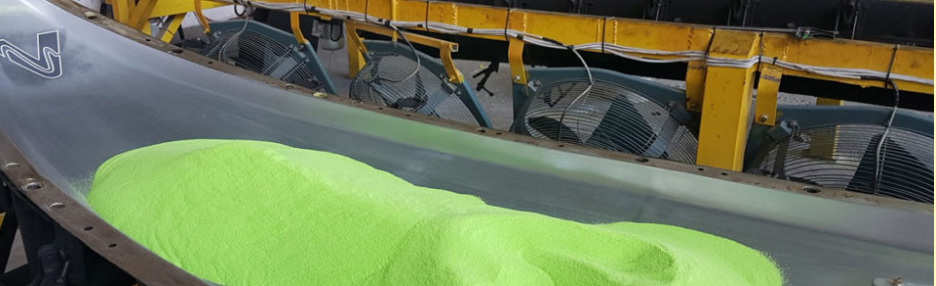
Op afbeelding 24 zie je plastic granulaat liggen in een helft van een rotatiegiet mal. Rotatiegieten is ook een goede optie om holle vormen te realiseren. Hierbij wordt de mal, met daarin de thermoplast, verhit in een oven. Zo smelt het plastic en door het ronddraaien van de matrijs komt het plastic op de gehele oppervlakte van de mal. Dit proces is alleen niet altijd even nauwkeurig door de vloeingen van het plastic.

Op afbeelding 25 zie je hoe een man een kayak maakt door middel van het lamineren van carbon fiber met epoxy. Dit proces komt overeen met dat van de eFoil. Dit resulteert in een erg sterk en stijf product. Echter is dit arbeidsintensief, zijn de grondstoffen duur, is het niet afbreekbaar in de natuur en is het moeilijk te repareren.

Op afbeelding 26 zie je twee beelden die de productietechniek twin sheet thermoforming, ook wel TST genoemd, visualiseren. Hierbij worden er twee vacuumvormen tegelijk geproduceerd en op elkaar gedrukt, zodat deze vervolgens aan elkaar hechten. Dit zorgt voor een sterke holle vorm, waarbij zelfs wordt gezegd dat de naad het sterkste onderdeel is van de kayak. Tijdens dit proces kun je ook nog drijfblokken of constructieve onderdelen erin verwerken zodat de thermoplast er omheen wordt gevormd. TST laat alleen wel een rand zichtbaar in het ontwerp, maar er zijn al verschillende ontwerpen die dit slim wegwerken.



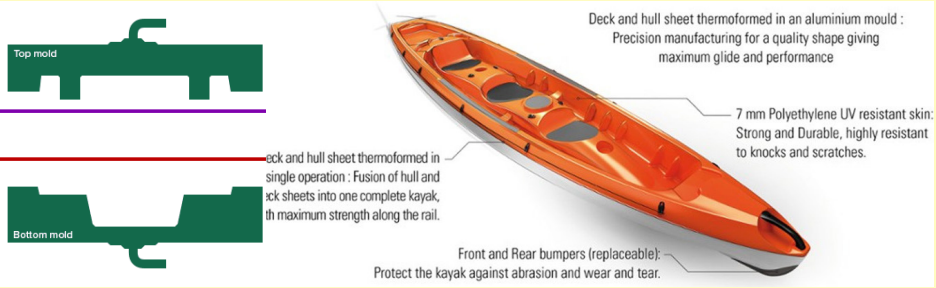
Afbeelding 23 - Blowmoulding



Afbeelding 24 - Rotatiegieten

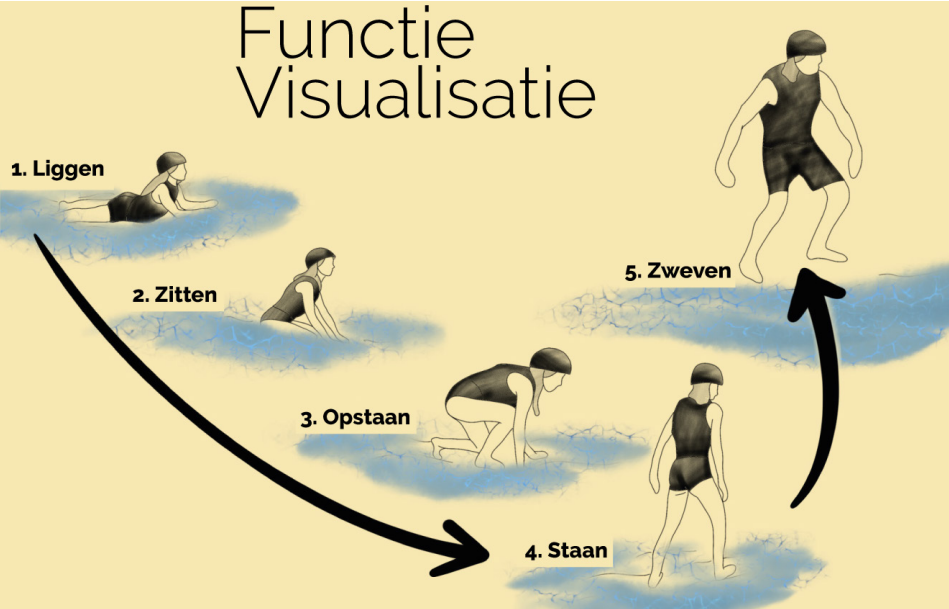


Afbeelding 25 - Carbon lamineren



Afbeelding 26 - TST

Ontwerp
PROCES – FUNCTIEANALYSE

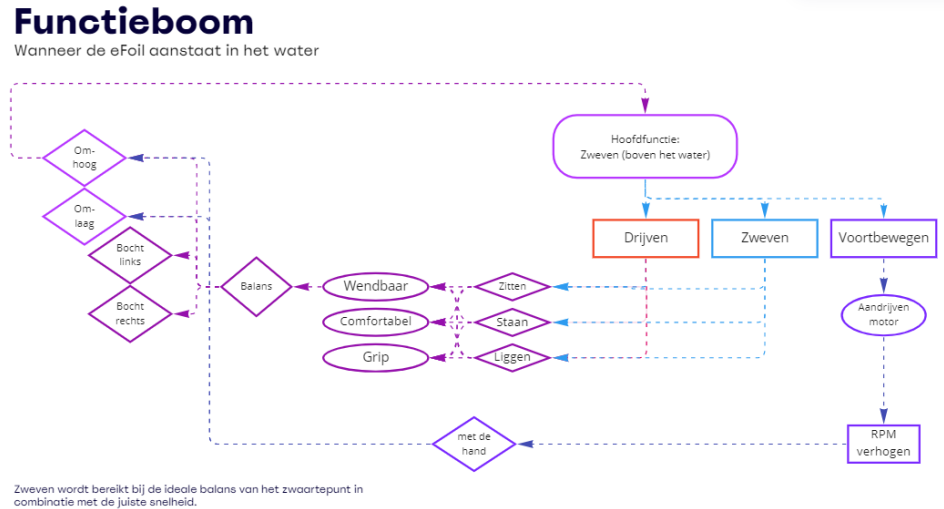


Afbeelding 27 - Functievisualisatie

Om een innovatief herontwerp te realiseren, was het in de eerste ideefase nodig om goed te kijken naar de daadwerkelijke functie van het product. In afbeelding 27 zie je de functies weergegeven in een visualisatie en in figuur 2 een flowchart. De hoofdfunctie is dat de gebruiker kan zweven boven het water. Daarbij horen verschillende deelfuncties zoals boven is weergegeven. Hierdoor werd duidelijk welke onderdelen, welke functie vervulden.

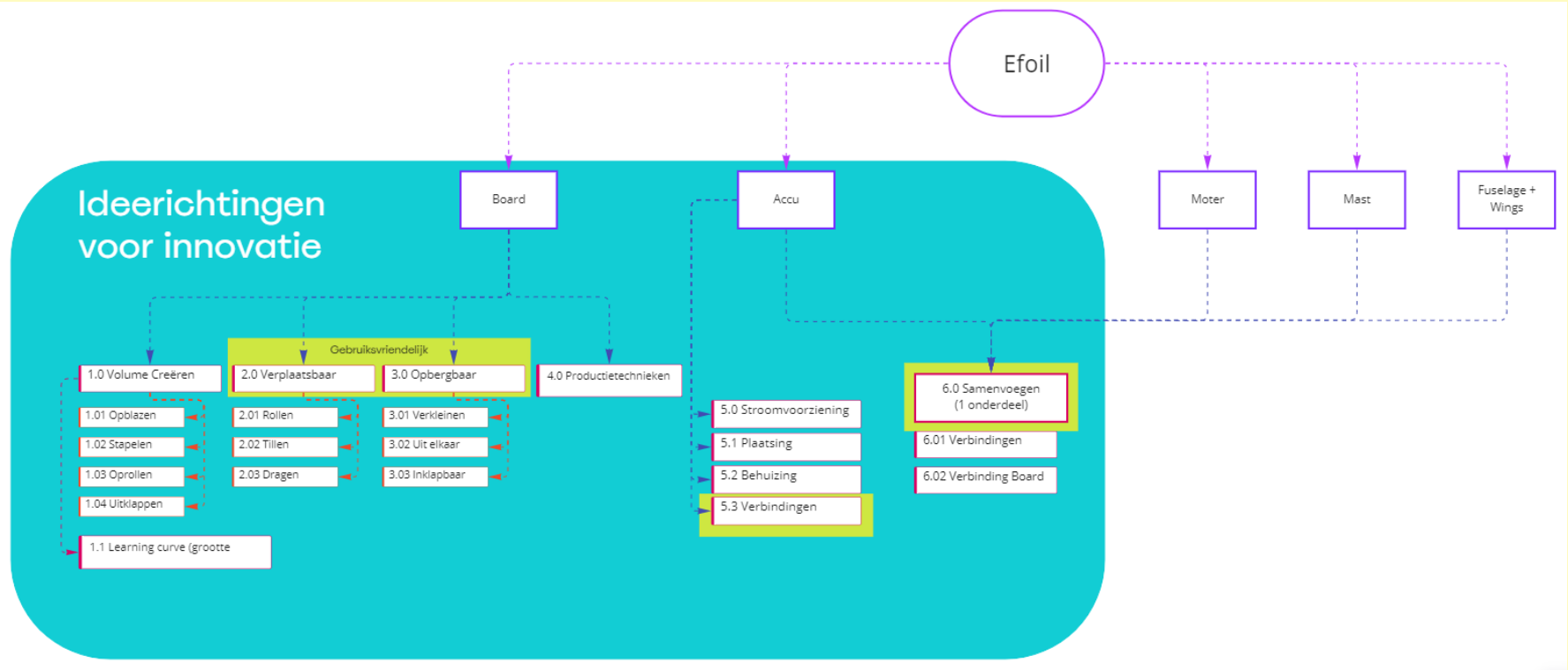
Toen de functies waren onderzocht kon er bedacht worden op welke functies en/of onderdelen nog geïnnoveerd kon worden. Deze ideeërtingen zijn weergegeven op de volgende pagina. De afbeeldingen zijn duidelijker weergegeven in bijlage 7 t/m 9.

IDEEËN



Figuur 2 - Functieboom

Ontwerp
PROCES – IDEERICHTINGEN



Figuur 3 - Ideeërtingen

MINDMAP

De ideeërtingen die in deze mindmap staan omvatten alle innovatierichtingen binnen het ontwerp kader. Dit geeft een breed beeld van de mogelijkheden binnen het product. Het is echter tijdrovend wanneer er voor alle onderdelen nieuwe oplossingen moeten worden gerealiseerd. Wegens tijdsdruk is er uiteindelijk dan ook gekozen om het meeste te focussen op ideeërting 4.0 productietechnieken. Er is er wel veel bedacht voor de andere richtingen tijdens de ideefase. Dit is te zien op de volgende pagina

FASE

Ontwerp PROCES - IDEEËN GENERATIE

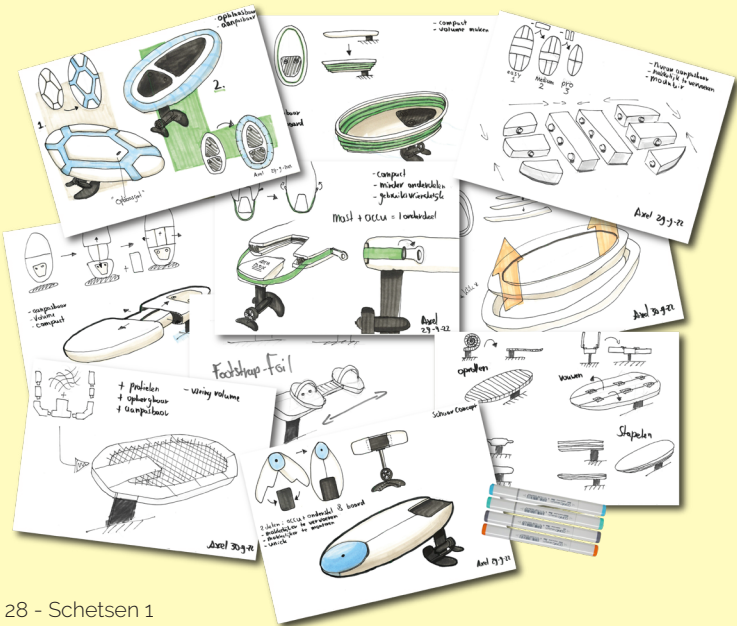
In de ideeëngeneratie zijn er oplossingen voor verschillende functies bedacht door middel van schetsen. Deze functies zijn gekozen vanuit de analyse fase.

Uit verschillende reviews van andere merken kwam vaak naar boven dat het product lastig is te vervoeren vanwege zijn grote omvang. Daarnaast heeft het product ook nog veel verbindingen waardoor het veel tijd kost om hem klaar te maken voor gebruik.

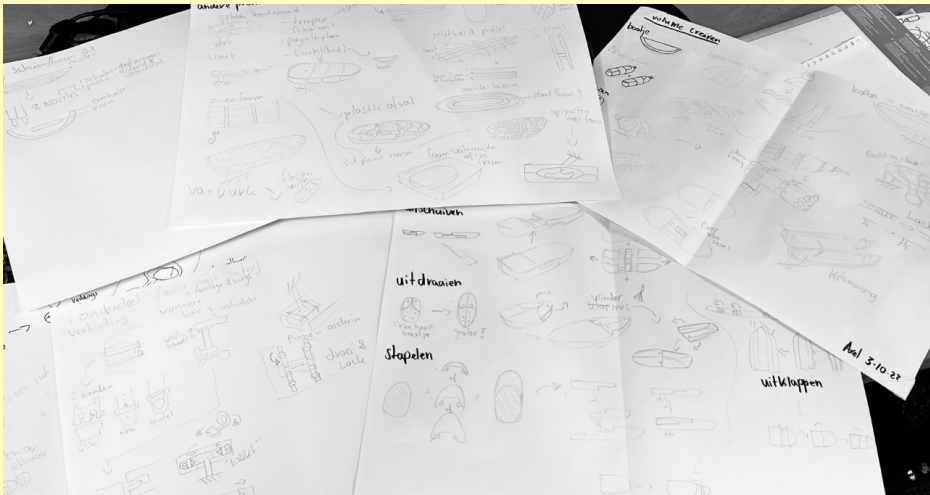
Deze informatie vanuit de gebruiker kan helpen om het product nog verder te optimaliseren. Daarom zijn deze knelpunten ook meegenomen in de ideeën generatie. Echter lag hier uiteindelijk niet de focus op.

In de afbeeldingen staan ideeën weergegeven voor de volgende functies; drijfvermogen creëren, het aanpassen van volume, verplaatsbaarheid, opbergbaarheid, montage, grip, wendbaarheid, stroomvoorziening en productietechniek.

Om het ontwerpverslag overzichtelijk te houden heb ik ervoor gekozen om al deze schetsen duidelijker weer te geven in bijlage 10 (Schetsen).



Afbeelding 28 - Schetsen 1



Afbeelding 29 - Schetsen 2

IDEEËN

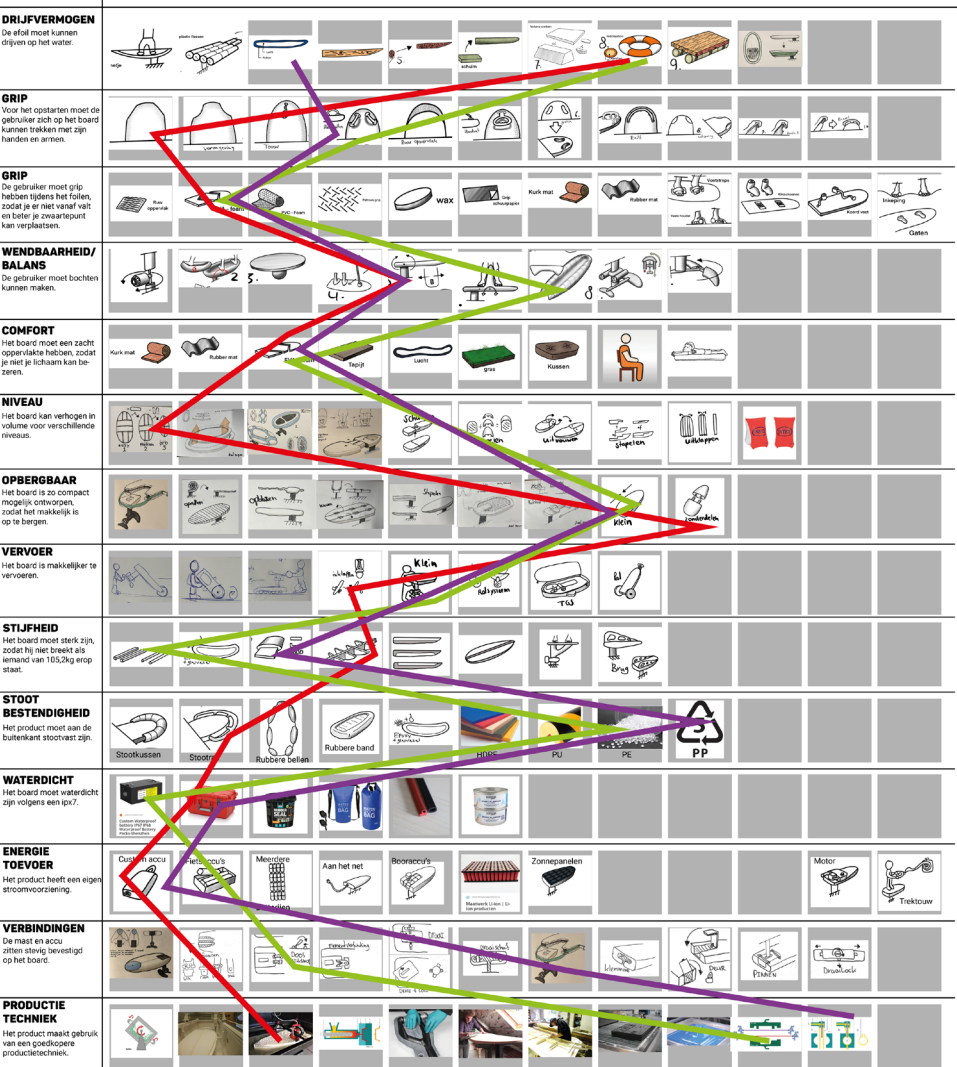
Ontwerp PROCES - MORF. OVERZICHT

Om deze grote hoop met ideeën te clusteren is er gekozen voor een morfologisch overzicht. Deze is weergegeven in bijlage 11 (Morfologisch overzicht). In dit overzicht zijn 3 paden getrokken die de basis legde voor 3 verschillende concepten.

De conceptrichtingen zijn bij enkele functies hetzelfde om focus aan te brengen op een kleiner aantal aan functies.

De concepten zijn op de volgende pagina weergegeven. Deze zijn toegelicht met schetsen, renders en tekst. Elk concept bevat verschillende innovatieve elementen. Wat de juiste keuze leek te zijn om af te wegen welke innovatie het meest waardevol bleek te zijn.

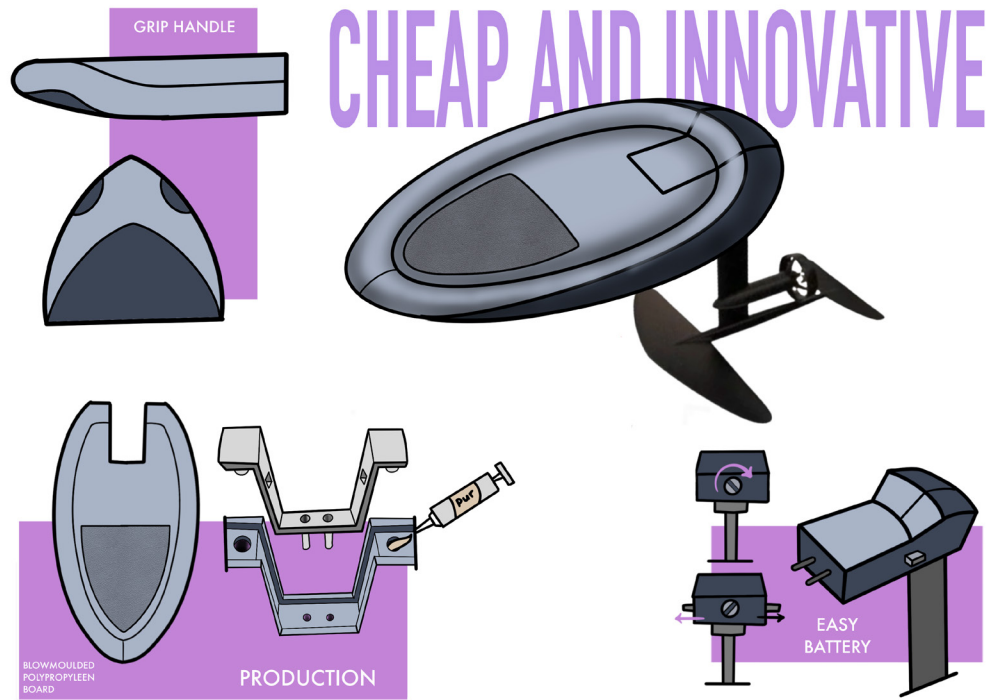
Er is tijdens het ontwerpproces geleerd dat het belangrijk is om al in een vroeg stadium focus aan te brengen. Dit had het proces efficiënter gemaakt en ervoor gezorgd dat er meer tijd was om bepaalde aspecten van het ontwerp te verbeteren. In de toekomst zal hier rekening mee gehouden worden om beter gebruik te maken van de beperkte tijd.



Figuur 4 - Morfologisch overzicht

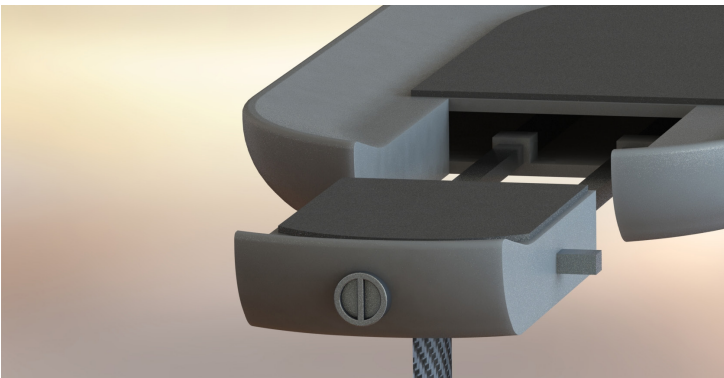
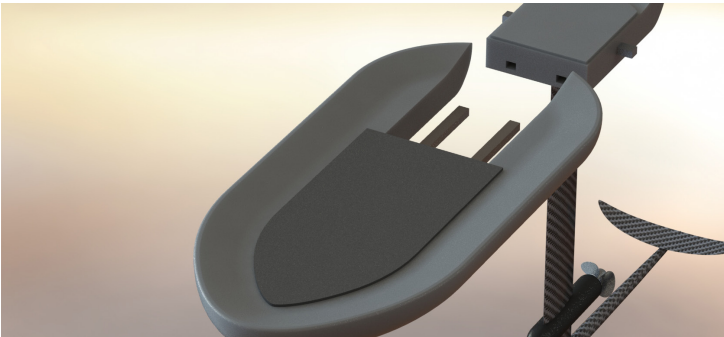
FASE

Ontwerp
PROCES – CONCEPTRICHTING 1



Afbeelding 30 – Schets concept 1

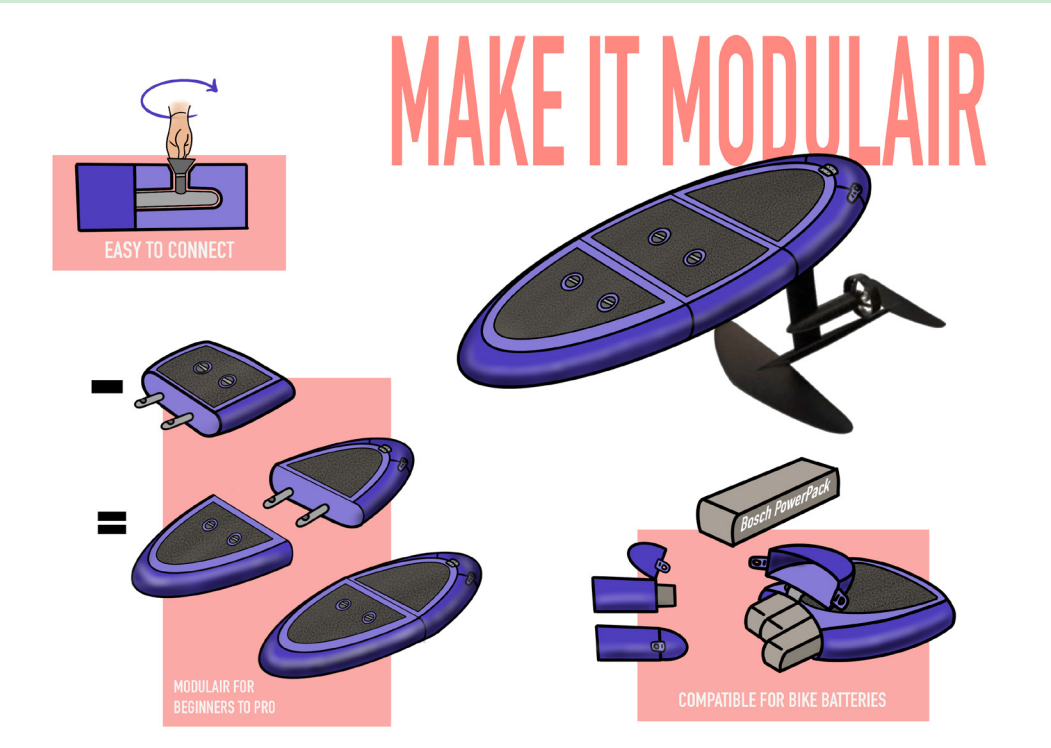
Het eerste concept is bedacht aan de hand van het blowmouldprincipe wat ook in kayaken wordt toegepast. Er is gekozen voor het materiaal polypropyleen aangezien dit sterk en lichter van gewicht. Om te voorkomen dat het board gaat indeuken wanneer de gebruiker erop staat, is het gevuld met twee componenten PU- schuim. Dit wordt ook bij boten toegepast om het drijfvermogen te waarborgen. Daarnaast heeft PU schuim een erg lage dichtheid van 0,04 g/cm3. Dit concept heeft een loskoppelbaar accublok die direct is verbonden aan de mast om zo de montage te versimpelen.



- Het concept bevat:
- Uitneembaar en waterdicht onderdeel (accu + foil)
 - Gebruiksvriendelijk en stevig locksysteem
 - Concave vormgeving voor wendbaarheid
 - Uitsparing voor grip
 - Blowmoulded polypropyleen board

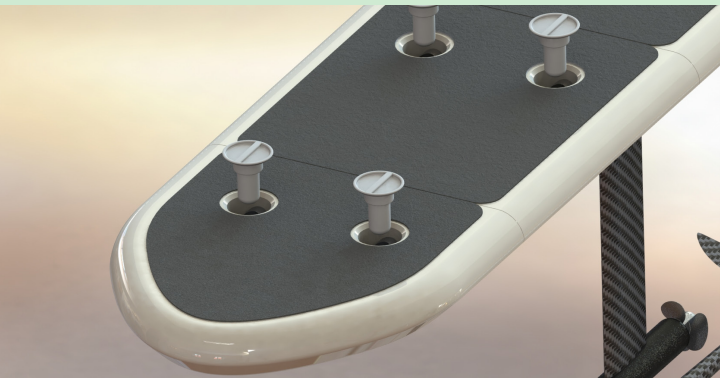
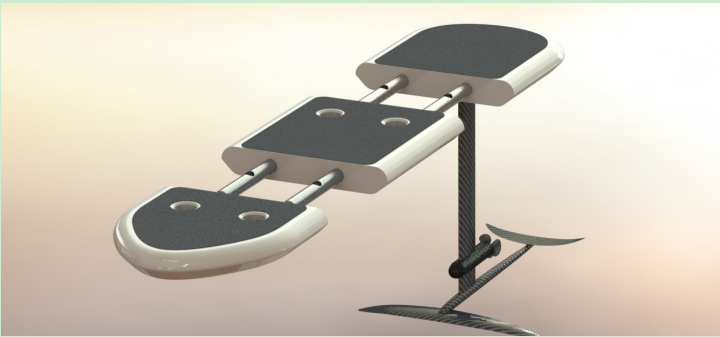
CONCEPT

Ontwerp
PROCES – CONCEPTRICHTING 2



Afbeelding 31 – Schets concept 2

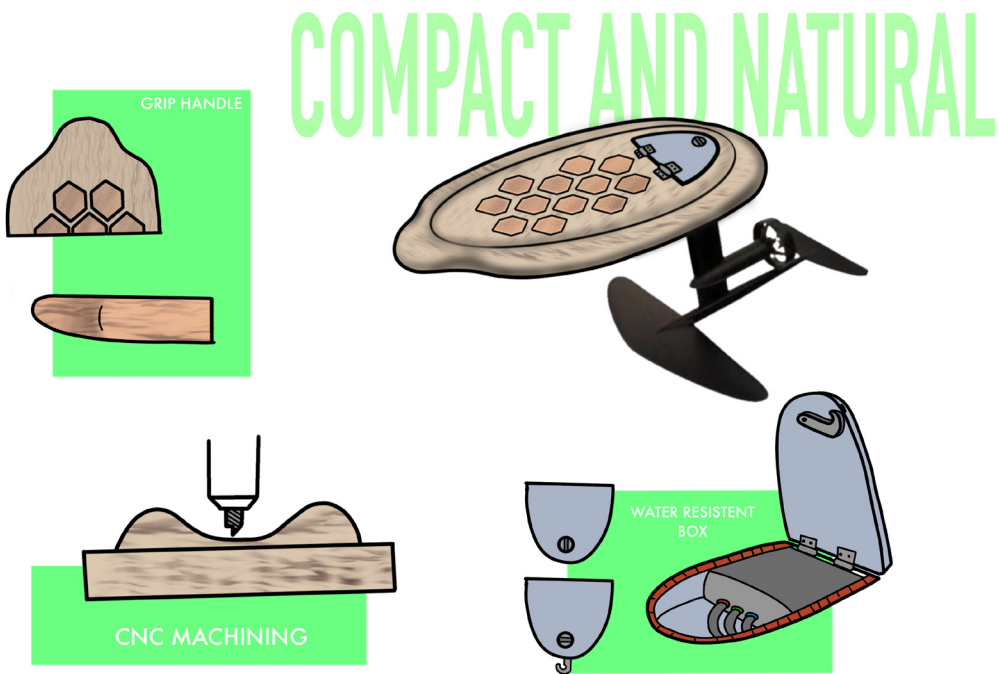
Het tweede concept staat volledig in het teken van modulariteit. Het board is opgebouwd uit verschillende blokken waardoor je het drijfvermogen kan vergroten of verkleinen. Zo kan de gebruiker afhankelijk van het niveau zelf bepalen hoeveel stabiliteit en drijfvermogen hij wilt hebben. Ook is in dit concept gekeken naar het toepasbaar maken van fietsaccu's. Hierdoor hoeft de gebruiker geen accu te kopen maar kan dan eigen fietsaccu's gebruiken. Hiervoor zijn wel enkele extra onderdelen nodig namelijk; omvormers, waterdichte doos en verschillende ESC's.



- Het concept bevat:
- Modulair accu systeem voor fietsaccu's
 - Gebruiksvriendelijk en stevig locksysteem
 - Modulair voor verschillende niveaus
 - Stalen constructie voor sterkte en stijfheid
 - Blowmoulded polypropyleen board

FASE

Ontwerp
PROCES – CONCEPTRICHTING 3



Afbeelding 32 - Schets concept 3

Het derde concept staat in het teken van natuurlijk materiaal gebruik. Het doel was om het product van vurenhout te maken aangezien dit een lage dichtheid van 0,46g/cm3 heeft, makkelijk verkrijgbaar en erg sterk is. Dit board kan helaas niet volledig van hout gemaakt worden anders wordt het te zwaar. Daarom is ervoor gekozen om verder te gaan met het uitdenken van een profiel en deze te gaan vullen met schuim en lamineren met hout. Zo worden velen surfboards ook gemaakt alleen kost dit gemiddeld 30 manuren. Dit is alleen ontzettend arbeidsintensief.

Het concept bevat:

- Compact ontwerp
- Vormgeving neus voor extra grip
- Natuurlijk materiaalgebruik.
- Uitsparing voor grip
- Gefreesd vurenhout met waterdichte coating

CONCEPT

Ontwerp
PROCES – DISCUSSIE CONCEPTRICHTINGEN

Eerder is aangegeven dat het leek alsof het de juiste keuze was om verschillende innovaties toe te passen per concept. Dit is echter voor verschillende functies gedaan, wat het moeilijk maakte om een goede keuze te maken op methodisch gebied. Dit werd duidelijk tijdens het overleg met de afstudeerbegeleider, die zei dat 'je appels niet met peren kunt vergelijken'. Wel is het mogelijk om te verklaren waarom bepaalde elementen wel en niet geschikt waren binnen het concept.

TOELICHTING CONCEPT 1

De matrijs kosten voor het blowmoulden van dit concept zou uitkomen op ongeveer 50.000 euro, wat te duur is voor een kleine oplage. Dit betekent dat alleen al de kosten voor de buitenkant van het board voor een startoplage van 10 stuks op ongeveer 5000 euro per board uitkomen. Bovendien bleek na verdere overweging dat de loskoppelbare accu in de praktijk minder toegevoegde waarde had. Het verhoogde de opbergbaarheid niet en maakte het verplaatsen niet gemakkelijker. Wel verminderde het aantal stappen tijdens het monteren.

TOELICHTING CONCEPT 2

Het productieproces van dit concept was hetzelfde als dat van concept 1. Bovendien bleek het niet rendabel om dit concept te maken voor gebruik met fietsaccu's. Dit komt omdat de voltages en capaciteiten van fietsaccu's sterk kunnen variëren, wat betekent dat er verschillende omvormers nodig zijn om ze op elkaar aan te sluiten. Daarnaast is het nodig om meerdere accu's tegelijk te gebruiken om dezelfde prestaties te behalen, afhankelijk van het voltage en de capaciteit. Bovendien hebben fietsaccu's een IP54-waarde, wat niet veilig is voor gebruik met de eFoil. Vanwege het grote aantal onderdelen dat moet worden toegevoegd voor dit concept en de complexiteit van het uitwerken van dit concept in de beoogde tijd, is ervoor gekozen om hier niet verder mee door te gaan.

TOELICHTING CONCEPT 3

Het realiseren van dit concept bleek op meerdere vlakken lastig. Wanneer het concept van massief hout zou worden gemaakt, zou het board te groot worden om het gewenste drijfvermogen te behalen. Bovendien is het cnc frezen van hout erg duur (€50-65 per uur) voor industriële productie. Er is ook veel restmateriaal en het hout moet nog worden afgewerkt om waterdicht te zijn. Er is ook gekeken naar het lamineren van een houten profiel, maar deze productietechniek is zeer arbeidsintensief en heeft geen hoge nauwkeurigheid.

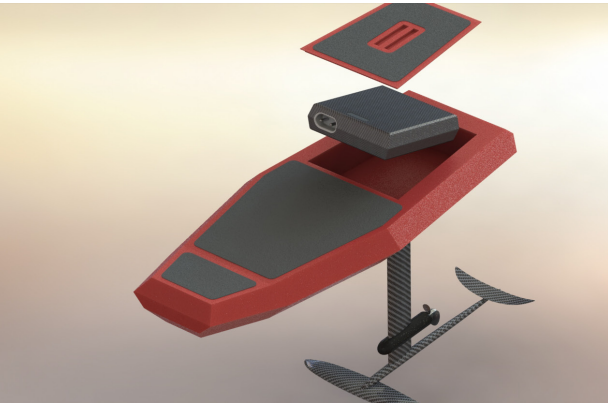
Met deze kennis zijn de conceptrichtingen hervormd tot drie verbeterde conceptrichtingen die vanaf de volgende pagina zullen worden toegelicht.

FASE

Ontwerp

PROCES – VERBETERDE CONCEPTEN

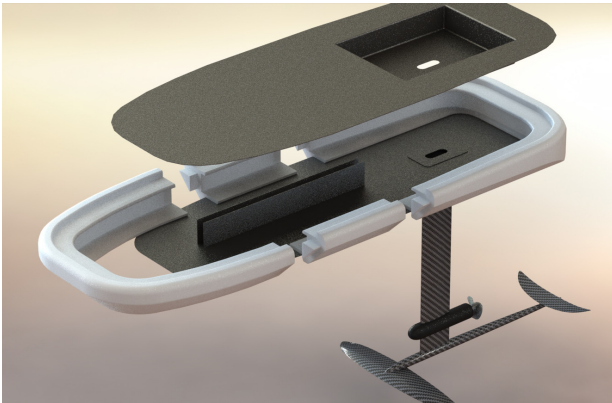
Om de concepten beter met elkaar te kunnen vergelijken is de productietechniek als onderscheidend element gekozen. Dit omdat deze innovatierichting het meest naar voren kwam binnen het project. Er is vanuit de opdrachtgever in eerste instantie van een oplage van 10 stuks uitgegaan. Dit aangezien ze eerst willen opstarten en testen of het gaat werken.



Afbeelding 33 - Concept 1

CONCEPT 1 - BLOWMOULDING

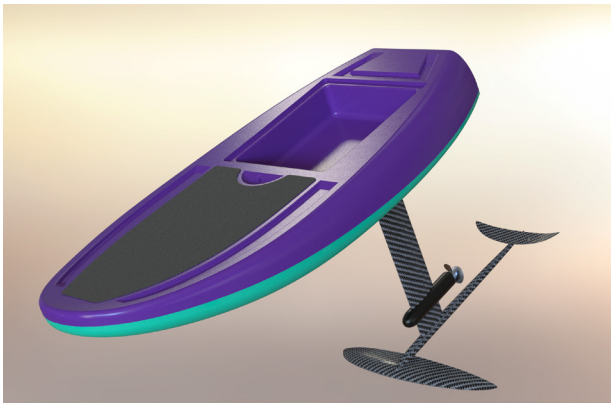
Binnen dit ontwerp werd er onderzocht hoe het ontwerp een makkelijke maar esthetische vormgeving kan krijgen door middel van de low poly method. Zodat de matrijs voor het blowmoulden of rotatiegieten zo goedkoop mogelijk kan worden gerealiseerd. Zo kan een lasser dan uitgesneden metalen platen aan elkaar lassen wat resulteert in een kostenbesparend matrijs.



Afbeelding 34 - Concept 2

CONCEPT 2 - 3D PRINTING

Binnen dit ontwerp werd er onderzocht hoe het product modulair kan worden opgebouwd zodat het in niveau/volume aanpasbaar is. Dit concept wordt door middel van 3D printing geproduceerd. Om de printtijd te reduceren wordt er gebruik gemaakt van een licht metaal die dient als boven en onderkant. Hierin kunnen ook sterkte dwarsbalken toegevoegd worden voor extra stijfheid.



Afbeelding 35 - Concept 3

CONCEPT 3 - TWIN SHEET THERMOFORMING

Binnen dit ontwerp werd er onderzocht hoe het concept kan worden opgebouwd uit deelfabricaten met gebruik van vacuümvormen. Aangezien vacuümvormen erg goedkoop is, is het doel om dit dan ook zo makkelijk mogelijk te laten produceren. Om het eFoilboard de holle vorm te geven werd er gekeken naar het verbinden van twee vacuümvormen.

CONCEPT

Ontwerp

PROCES – CONCEPT 1

BLOWMOULDING

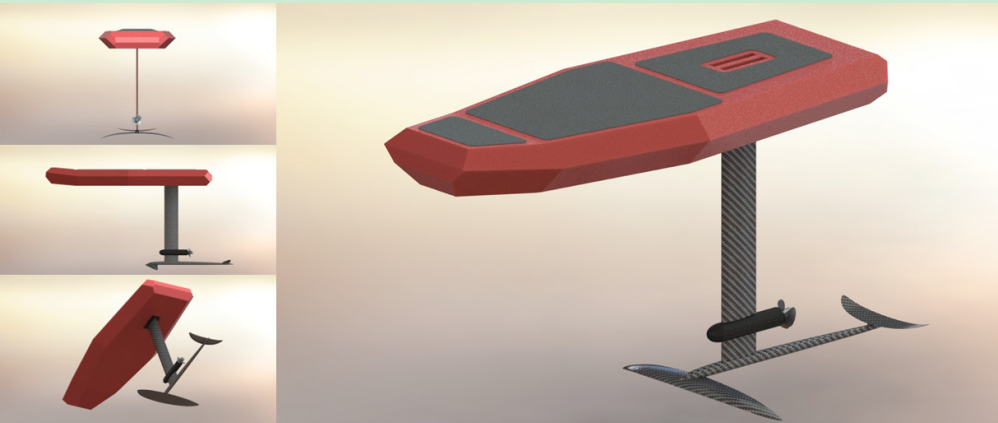
Bij dit concept staan hoekige vormen centraal, dit is nodig om de matrijskosten laag te houden. Wel kan dit ook als design element worden gebruikt. De iteratieslagen vind je in de bijlage 12 (iteraties C1)

De kosten voor de mal zijn door het inhuren van een lasser een stuk lager. Het polypropyleen blowmould concept is opgevuld met polyurethaan schuim zodat het zijn sterkte en drijfvermogen kan behouden. De kosten per stuk zullen ongeveer uitkomen in een oplage voor 10 stuks op: €296,78.

Laskosten (12 uren x €50) = €600,- / 10
Materiaal 1 plaat van 2000/1000mm = €216,- / 10
Snijkosten 1,5 uur= +/- €90,- / 10
Prijs per stuk pp = €5,82,-
2 componenten PU schuim = €32,-
Andere onderdelen (handvatten, grip, etc.) = €168,36

Als dit concept wordt gekozen zal er verder onderzoek worden gedaan naar vormstudie en constructie. Er zou ook knikspan kunnen worden toegepast om een hydrodynamisere en esthetischere vorm te bereiken.

Echter is er in het onderzoek niks gevonden over een gelasde matrijsen. Het kan een risico zijn om hiermee verder te gaan aangezien de matrijs niet nauwkeurig genoeg blijkt te zijn.



Afbeelding 36 - Concept 1



Afbeelding 37 - Concept 1

FASE

Ontwerp PROCES - CONCEPT 2

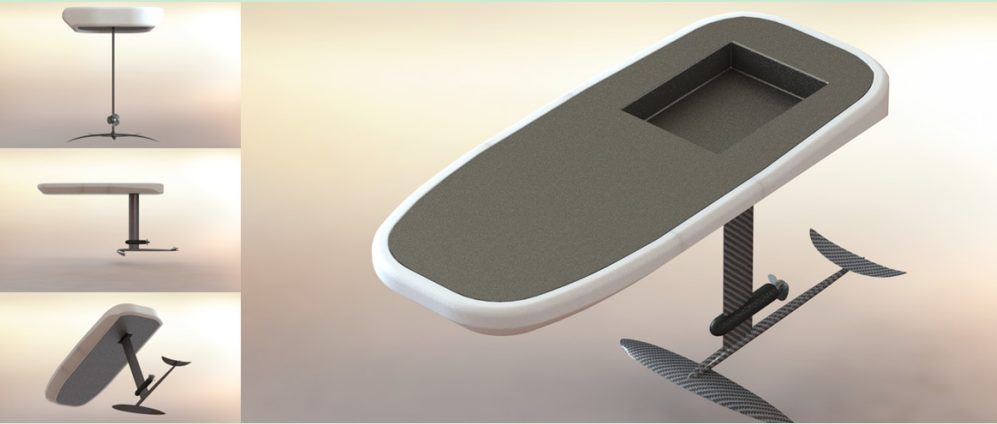
3D PRINTING
Je kunt het board bij dit concept tot je eigen gewenste drijfvermogen vergroten en/of verkleinen. Dit is mogelijk gemaakt door middel van een 3d geprint profiel die uit verschillende onderdelen bestaat. De iteratieslagen vind je in de bijlage 13 (iteraties C2)

Dit concept is ontworpen voor een grote 3d printer met als optie om in de toekomst te kijken naar een ander productieproces. Om de print tijd te reduceren wordt er gebruik gemaakt van een profiel die wordt samengebracht met 2 metalen platen.

Hierbij zijn er geen opstartkosten voor een mal maar de totale kosten bedragen per stuk +/- € 665,31

3D print materiaal= +/- 8,5 kg x €4,5 = €38,25
3D print kosten= 3 uur x €50 = €150
2mm dik plaat = € 263,70
Snijkosten 45min = €45 euro
Andere onderdelen (handvatten, grip, etc.) = 168,36

De kosten van het 3d printen kunnen uiteindelijk worden bespaard, door in de toekomst te vervangen door spuitgieten of injection blowmoulding. Als dit concept wordt gekozen moet er verder onderzoek worden gedaan naar het 3d printen en de constructie.



Afbeelding 38 - Concept 2



Afbeelding 39 - Concept 2

CONCEPT

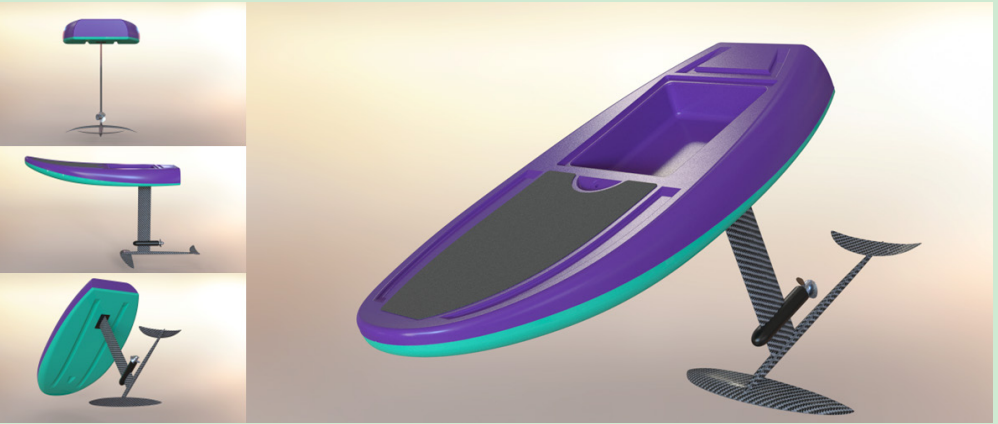
Ontwerp PROCES - CONCEPT 3

TWIN SHEET THERMOFORMING
Verschillende bronnen geven aan dat twin sheet thermoforming een interessante nieuwe manier is van het produceren voor soortgelijke producten. Het is een proces waarbij twee delen worden gevacuüm-vormd en op elkaar worden gedrukt, zodat ze aan elkaar hechten. De matrijs kosten zijn een stuk lager als bij de andere productietechnieken. Ook is het bij dit proces mogelijk om er schuimblokken in te verwerken. Deze kunnen de sterkte en het drijfvermogen verhogen. De iteratieslagen vind je in de bijlage 14 (iteraties C3)

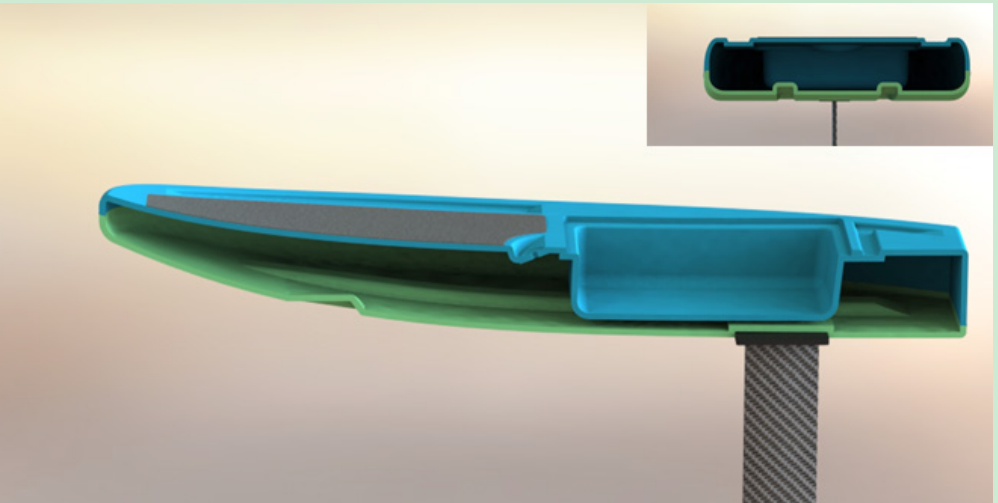
Om de stijfheid te behouden kunnen er meerdere ribben worden geïntigreerd in het ontwerp en deels vol geschuimd worden. Hierbij zijn er wel hoge opstartkosten voor de matrijs. Over tst matrijzen was in deze fase nog niks gevonden, maar als je uitgaat van een vacuumvorm voor deze grootte betaal je +/- 5000,-. Aangezien het concept uit twee delen bestaat doen we dit voor de schatting x 2. Zo kom je voor een oplage van 10 stuks op €1.260,36

Matrijs €5000 x 2 / 10 = €1000,-
PP plaat +/- €30,- x 2= €60,-
2 componenten PU schuim = €32,-
Andere onderdelen (handvatten, grip, etc.) = €168,36

Het concept is niet de goedkoopste van de drie maar verschillende producenten geven aan dat dit productieproces veel voordelen kent en dit zal worden toegelicht in de keuzematrix.



Afbeelding 40 - Concept 3



Afbeelding 41 - Concept 3

FASE

Ontwerp PROCES - PROTOTYPES

Naast de 3d-modellen zijn er ook spuugmodellen of prototypes gemaakt. De prototypes hebben geholpen om beter inzicht te krijgen in hoe de concepten in de praktijk zullen functioneren en welke verbeterpunten er nog aangepakt moeten worden. Zo heeft het prototype van concept 1 aangetoond dat het aantal lasuren kan worden verminderd door bepaalde vlakken te gaan buigen in plaats van lassen.

Het prototype van het tweede concept heeft aangetoond dat het huidige ontwerp te zwaar is. Daarom zal het ontwerp opnieuw moeten worden aangepast om te voldoen aan de vereisten. Er is te ook veel materiaal gebruikt en de verbindingen zijn nog niet efficiënt ontworpen.

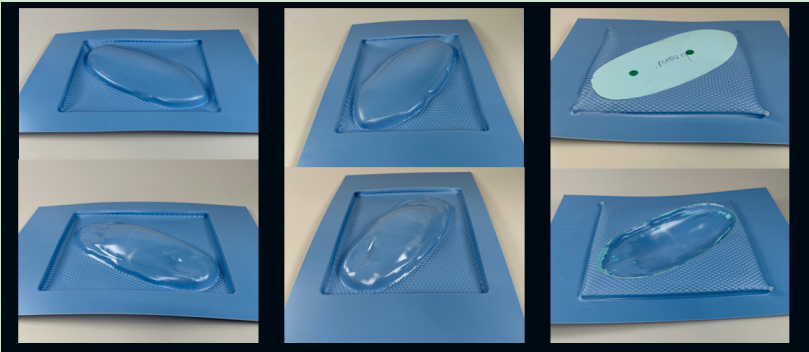
Bij het derde concept is gebleken dat de mal die is gebruikt te zacht is. Dit kan worden verbeterd door een hardere schuimsoort te gebruiken, zoals PU-schuim. Dit zal ervoor zorgen dat het prototype steviger is en beter in staat om de vorm te behouden.



Afbeelding 42 - Prototype 1



Afbeelding 42 - Prototype 2



Afbeelding 42 - Prototype 3

CONCEPT

Ontwerp PROCES - KEUZEMATRIX

Na overleg met de opdrachtgever is besloten om te gaan voor concept 2, omdat dit concept het meest veelbelovende innovatieve aspect bevat en het geen ontwikkelingskosten bevat. Dit aspect is het modulair opbouwen van de eFoil, wat het gemakkelijker maakt om onderdelen te vervangen en het product aan te passen aan de behoeften van de gebruiker. Dit vergroot de toegankelijkheid van het product, aangezien gebruikers niet het hele board opnieuw hoeven te kopen als er iets stukgaat. De kracht van dit concept ligt dus vooral in de toegevoegde functie. Hieronder vind je de bijgaande keuze matrix voor de conceptkeuze.

Meetniveau	Concept 1 – Cyber eFoil Blowmoulding	Concept 2 - Modular eFoil 3D printing	Concept 3 – VeFoil Thermoforming
1. Innovatief concept			
2. Goedkopere productietechniek			
3. Lage ontwikkelingskosten			
4. Sluit aan bij de doelgroep			
5. Drijfvermogen is haalbaar			
6. Het concept is sterk			
7. Het concept is duurzaam			
8. Ontwerpvrijheid in doorontwikkeling			
9. Ontwerpgevoel			

Tabel 4 - Keuzematrix

PRODUCTIEKEUZE

Voor de productiekeuze is besloten om in eerste instantie bij een oplage van 10 stuks te gaan voor 3d printing. Dit zorgde voor een grotere ontwerpvrijheid. Echter wordt 3d-printing in de toekomst voor grotere oplages te duur en daarom zal het productieproces later overgaan op blowmoulden. Blowmoulding zou makkelijker toepasbaar zijn voor concept 2 dan dat vacuumvormen zou zijn. Vacuumvormen ontleedt zich niet goed voor de modulaire verbindingen. Ook weten we vanuit marktonderzoek dat andere producten zoals modulaire kayaken ook gemaakt zijn door middel van blowmoulding.

Toch bleek concept 2 niet de juiste keuze te zijn vanwege meerdere redenen. Op de volgende pagina wordt onderbouwd welke dat zijn. Ook is het al deels terug te zien in de keuzematrix, dat concept 3 beter aansluit op de meetniveaus.

FASE

Ontwerp

PROCES - HEROVERWEGING

Het idee om een modulair eFoilboard te ontwikkelen bleek na overleg met een potentiële producent (Tanaruz) niet haalbaar te zijn vanwege beperkingen in het productieproces met 3D printing. Hierna volgde lang beraad over de mogelijkheden. Het modulaire aspect is hierna met de opdrachtgever geschrapt uit het productvoorstel.

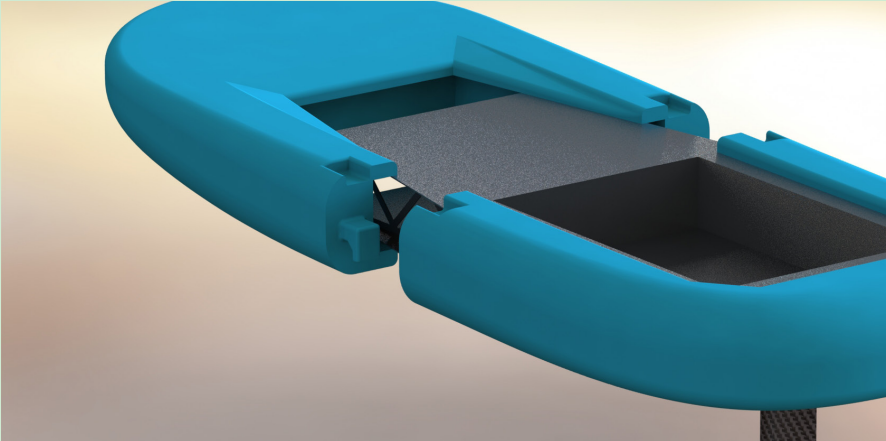
De opdrachtgever gaf aan dat het verhuren van de eFoils met aanpasbare onderdelen te complex zou zijn en dat het beter is om verschillende groottes boards te hebben voor snellere service.

Bij 3d printing zagen we te veel mankementen. Het product heeft een ruw oppervlak, wat resulteert in een hogere weerstand in het water en waar veel troep aan kan blijven hangen. Om dit op te lossen heeft het veel nabewerking nodig wat erg arbeidsintensief is en de kosten enorm verhoogt. Ook zou het product in een wanddikte van 4mm geprint worden en moet er rekening gehouden worden met bepaalde printbelemmeringen. Om het product sterk te ontwerpen is er ook invulling nodig. Wat het uiteindelijke product volgens de producent erg zwaar gaat maken, en wanneer het te zwaar is wordt het ontwerp weer groter. Dit botste erg met de wens om het board zo compact mogelijk te ontwerpen.

Al deze beperkingen zijn bij Twin sheet thermoforming veel kleiner. Ook kun je hier onderdelen, die de constructie en het drijfvermogen waarborgen, zoals schuimblokken en stringers, in mee produceren. Dit is bij blowmoulden niet het geval, hier zou je het holle board uit elkaar moeten snijden om hier dit in te bevestigen.



Afbeelding 43 - 3D geprinte boot



Afbeelding 44 - Modulair eFoil

CONCEPT

Ontwerp

PROCES - PRODUCTVOORSTEL

Het uiteindelijke productvoorstel werd dan het TST- concept, vanwege de innovatieve en kostenefficiënte productietechniek. Oorspronkelijk was de oplage gepland op 10 stuks, maar na overleg met de opdrachtgever is besloten om de oplage te verhogen naar 100 stuks. Dit kwam in eerste onderzoek neer op een prijsindicatie van ongeveer €360 voor de eerste oplage. Er moest alleen nog gekozen worden tussen een aluminium matrijs, dat ongeveer 25.000 tot 100.000 stuks meegaat, en een PU matrijs, dat ongeveer 200 stuks meegaat. Een PU matrijs is 3x goedkoper is dan een aluminium matrijs. De voorkeur gaat hierdoor dus ook uit voor de eerste oplage naar een PU matrijs om ontwikkelingskosten te besparen.

TST biedt verschillende voordelen voor het eFoilboard, zoals sterkte, stootbestendigheid, compactheid door de lichte thermoplast en holle vorm, en duurzaamheid door het gebruik van herbruikbare grondstoffen.

In afbeelding 45 en 46 wordt het concept weergegeven waarbij al meer werd gefocust op een betere vormgeving. De vormgeving werd hier gebaseerd op de persona, inspiratiebronnen en feedback van de opdrachtgever.

Er is binnen dit concept ook onderzoek gedaan naar hoe alle onderdelen samenkomen en hoe groot de accubak moet zijn, om de verhoudingen te bepalen. Het begin van het concept is al zichtbaar, en op de volgende pagina is het verder geoptimaliseerd op basis van vorm, constructie en details. Er zijn nog meer aanpassingen gedaan om het ontwerp te verfijnen.



Afbeelding 45 - TST concept



Afbeelding 46 - TST concept

FASE

Ontwerp

PROCES – VOORLOPIG CONCEPT

Hiernaast staat het toenmalige voorlopige concept voor het eFoilboard, waarbij er gekeken is naar hoe het product uit twee delen kon bestaan en hoe de vormgeving gebaseerd kon worden op verschillende auto's. De opmerking **"Het lijkt net op het achterlicht van Audi"** werd gegeven als positieve feedback.

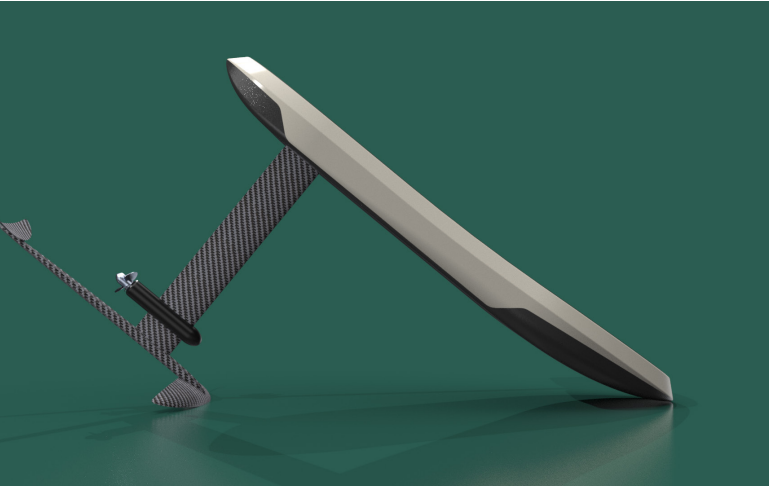
De splitsing van twee plastic platen geeft een uniek en aantrekkelijk uiterlijk, met een duidelijke onderscheiding tussen de voor- en achterkant. De achterkant heeft hierdoor een sportieve uitstraling.

Daarnaast is de bak verder uitgedacht en zijn er elementen overgenomen van andere bestaande eFoils, zoals de sluiting van de bak, de EVA grip en de mastverbinding. Ook is de binnenkant van het product verder geoptimaliseerd, maar daarover zal tijdens de materialisatiefase meer informatie worden gegeven.

Na overleg met de opdrachtgever en begeleider zijn er meerdere verbeterpunten naar voren gekomen. Het product moest een sportievere uitstraling hebben en een spitsere voorkant, en er waren ook enkele detailproblemen die opgelost moesten worden.

Tijdens een bezoek aan een producent die vacuumvormen kan, is er meer informatie verkregen over het proces. De eigenaar van Destic heeft aangegeven dat het belangrijk is om rekening te houden met de lossing tijdens het productieproces, die ongeveer 2% moet zijn. Ook is aangegeven dat polypropyleen een geschikt materiaal is voor het product, vanwege de lage dichtheid en sterkte, en dat een dikte van 6mm aanbevolen wordt.

Met deze informatie is het concept verder uitgewerkt en zijn alle details technisch uitgedacht. Het drijfvermogen kon nu ook bepaald worden, omdat alle nodige informatie beschikbaar was.

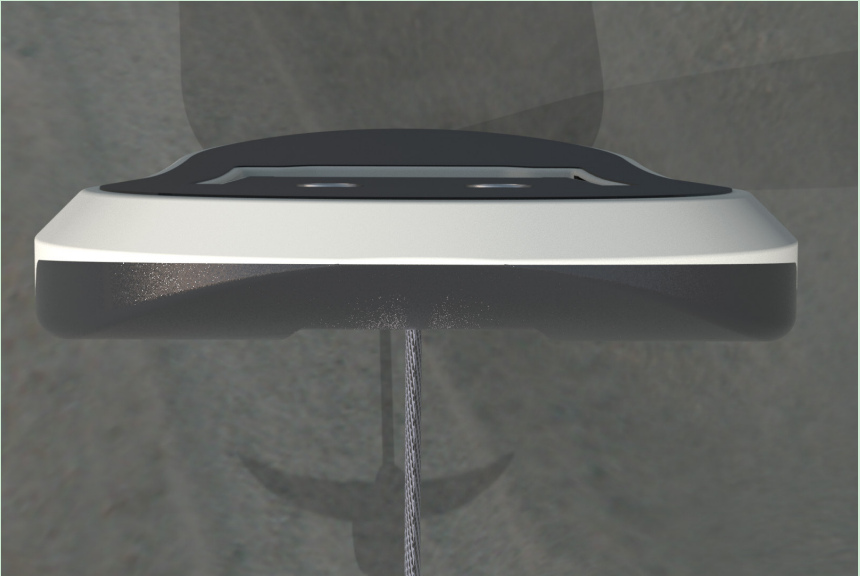


Afbeelding 47 - TST concept 2.0



Afbeelding 48 - TST concept 2.0

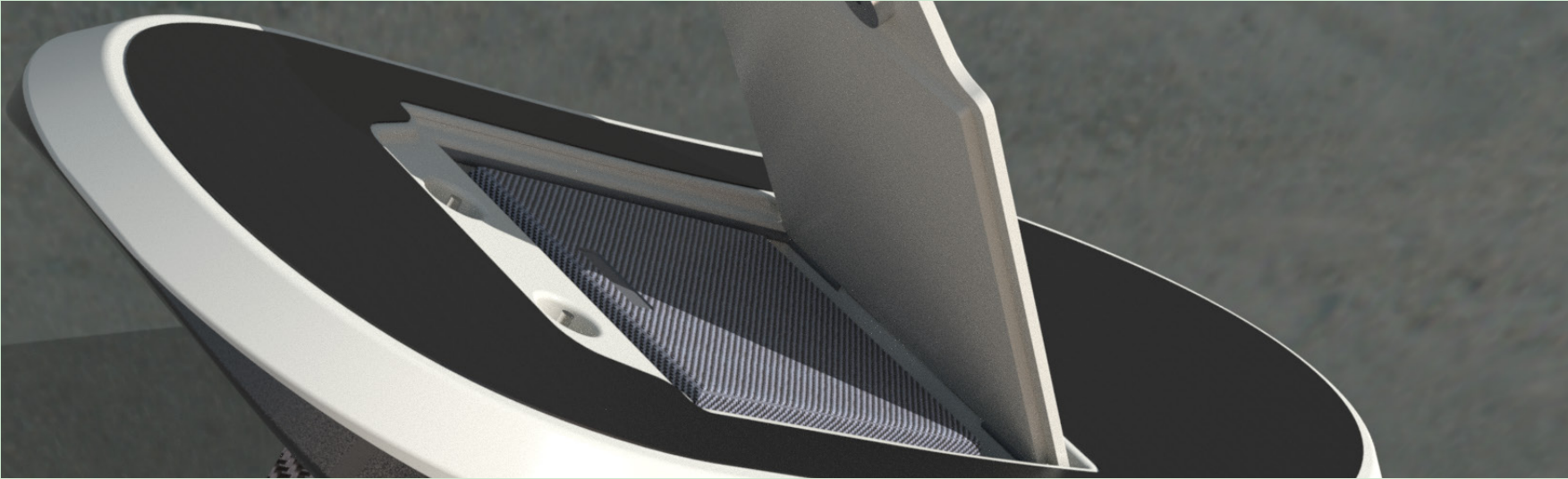
CONCEPT



Afbeelding 49 - TST concept 2.0



Afbeelding 50 - TST concept 2.0



Afbeelding 51 - TST concept 2.0

FASE

Product

EINDPRODUCT

Het eindproduct van deze afstudeerperiode is een board, gemaakt van twin sheet thermoformed polypropyleen, met metalen stringers die de sterkte en stijfheid van de krachten op de mast en het board waarborgen. Het board is gevuld met twee componenten PU schuim om, naast stijfheid, ook het drijfvermogen te verzekeren. Dit product is kostenefficiënt, beter industrieel te produceren, stootbestendiger en duurzamer dankzij het nieuwe productieproces.

Om het ontwerp geschikt te maken voor de twin sheet thermoforming-productie, is de vormgeving aangepast omdat het vorige concept niet bestond uit twee lossende vormen. De lijn waar de plastic platen aan elkaar hechten is aangepast, wat echter leidde tot het verlies van een sportieve uitstraling. Om deze uitstraling toch terug te laten komen in het ontwerp, is ervoor gekozen om de vormgeving van die specifieke lijn te behouden. Dit is te zien aan de voor- en achterkant en in de vlakken waar het EVA foam in ligt.



Op de volgende pagina's worden productvisualisaties weergegeven van het eindproduct. Er is ook een 1:5-prototype gemaakt om dit verder te ondersteunen. Daarnaast worden alle details verder belicht in de materialisatiefase, inclusief detailproblemen, exploded view, detailoplossingen, productieproces, drijfvermogen- en een kostprijsberekening.



Afbeelding 52 - Eindproduct



Afbeelding 53 - Eindproduct



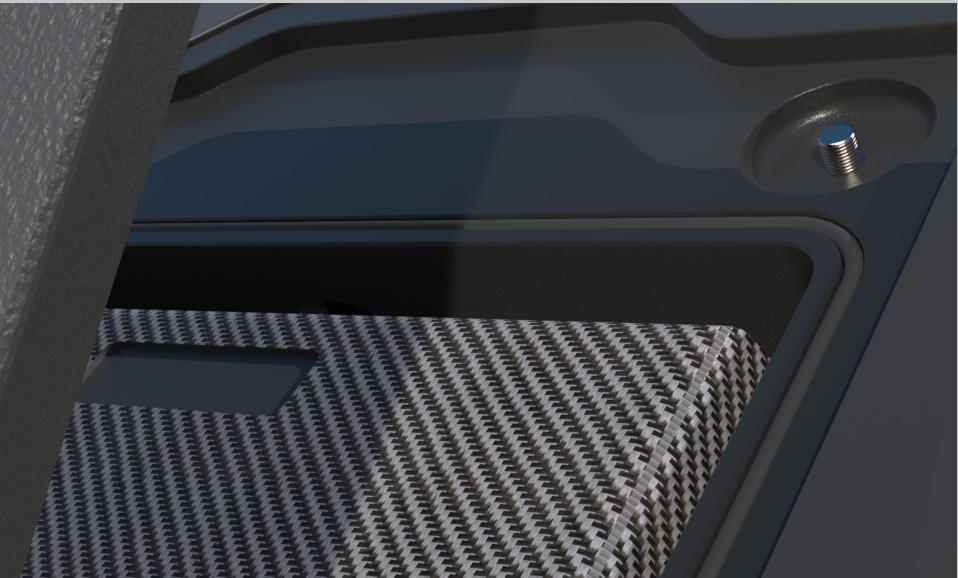
Afbeelding 53 - Eindproduct



Afbeelding 54 - Eindproduct



Afbeelding 55 - Eindproduct



Afbeelding 56 - Eindproduct



Afbeelding 57 - Eindproduct



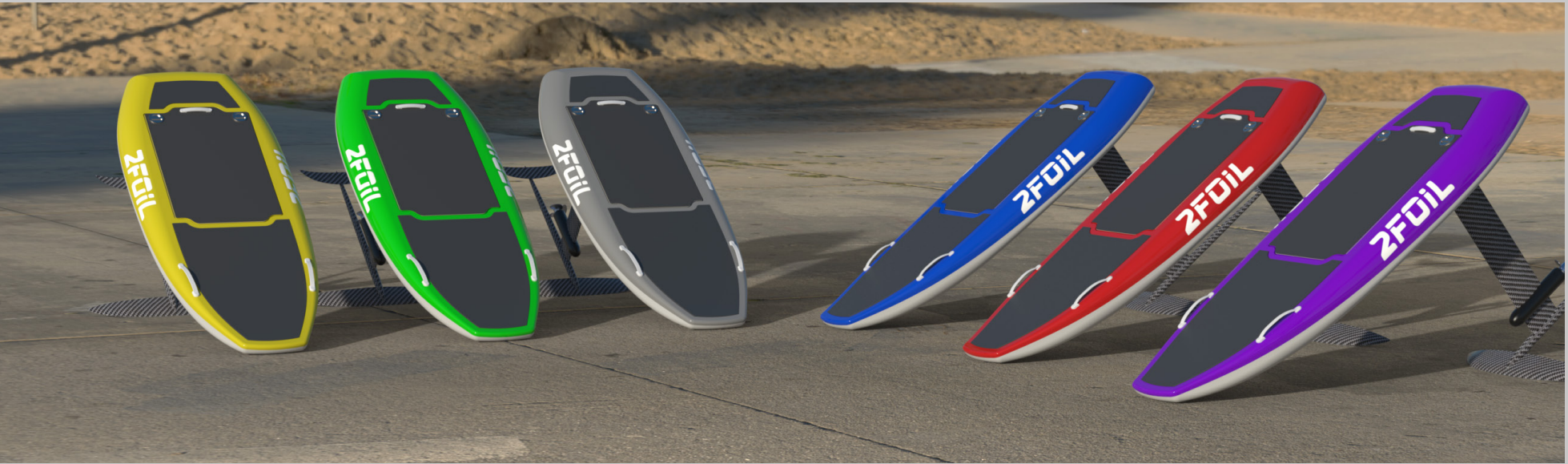
Afbeelding 58 - Eindproduct



Afbeelding 59 - Eindproduct



Afbeelding 60 - Eindproduct



Afbeelding 61 - Eindproduct

Product

1:5 PROTOTYPE

Om kennis op te doen over de productietechniek zijn er kleinere prototypes gemaakt met gebruik van een kleinere vacuümvormer van de Hanze Hogeschool. Bij het maken van de matrijzen was het belangrijk om rekening te houden met het materiaal van de matrijs, aangezien het bestand moet zijn tegen hoge temperaturen. In het prototype is gebruik gemaakt van een 3D-geprinte matrijs, omdat dit snel te realiseren was en voor een paar keer goed werkte. Het plastic begon helaas na 3 keer gebruik te vervormen. Desondanks had de matrijs zijn doel al bereikt en heeft het verschillende boven- en onderkanten van het 1:5-prototype kunnen worden produceren. Uiteindelijk zou er voor het eindproduct een aluminium, PU of MDF matrijs gekozen worden, aangezien deze volgens de producent het meest toegankelijk zijn. MDF kan worden gebruikt voor kleine aantallen van 1 tot 10 stuks, PU tot ongeveer 200 stuks en aluminium van 25.000 tot 100.000 stuks.

Om te voorkomen dat er luchtbellens ontstaan tijdens het productieproces, is het noodzakelijk om kleine gaten in de matrijs te integreren. Dit maakt het ook gemakkelijker om het product via vacuüm te vormen en het lossen ervan te vergemakkelijken doordat lucht weer kan worden geperst naar de kleine gaten..

Het 1:5 prototype op pagina 47 bestaat uit twee vacuümvormen die met een soldeerbout aan elkaar zijn bevestigd. Het prototype is van transparant plastic gemaakt, zodat de andere onderdelen ook zichtbaar zijn. Dit geeft een goed beeld van de verhoudingen tussen de verschillende onderdelen ten opzichte van het board.

Het doel is om na het indienen van dit afstudeerverslag een 1:1 prototype te maken, wat verder wordt toegelicht in hoofdstuk "Producent - Prototype" op pagina 55.



Afbeelding 62 - 1:5 Prototype

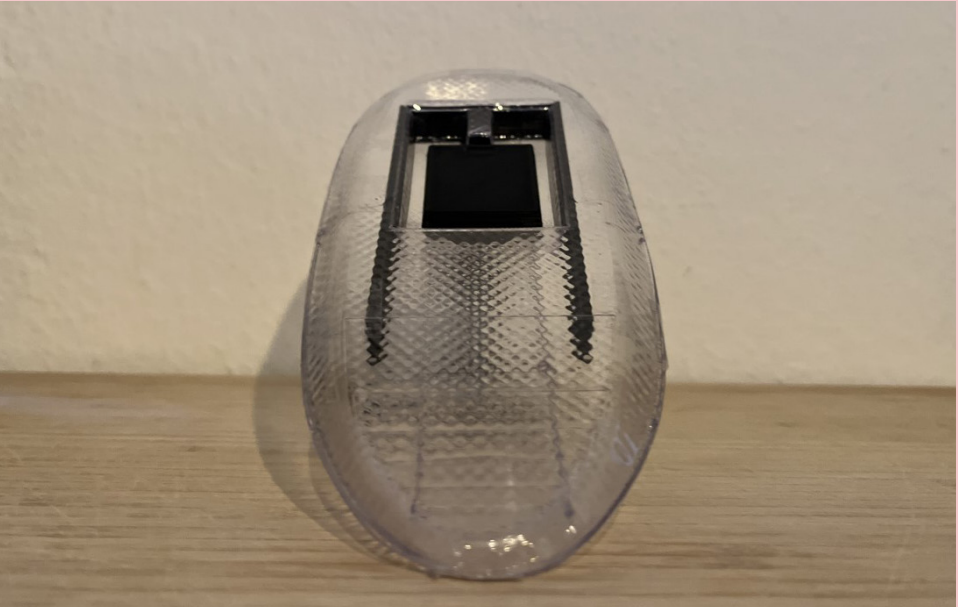


Afbeelding 63 - 1:5 Prototype



Afbeelding 64 - 1:5 Prototype

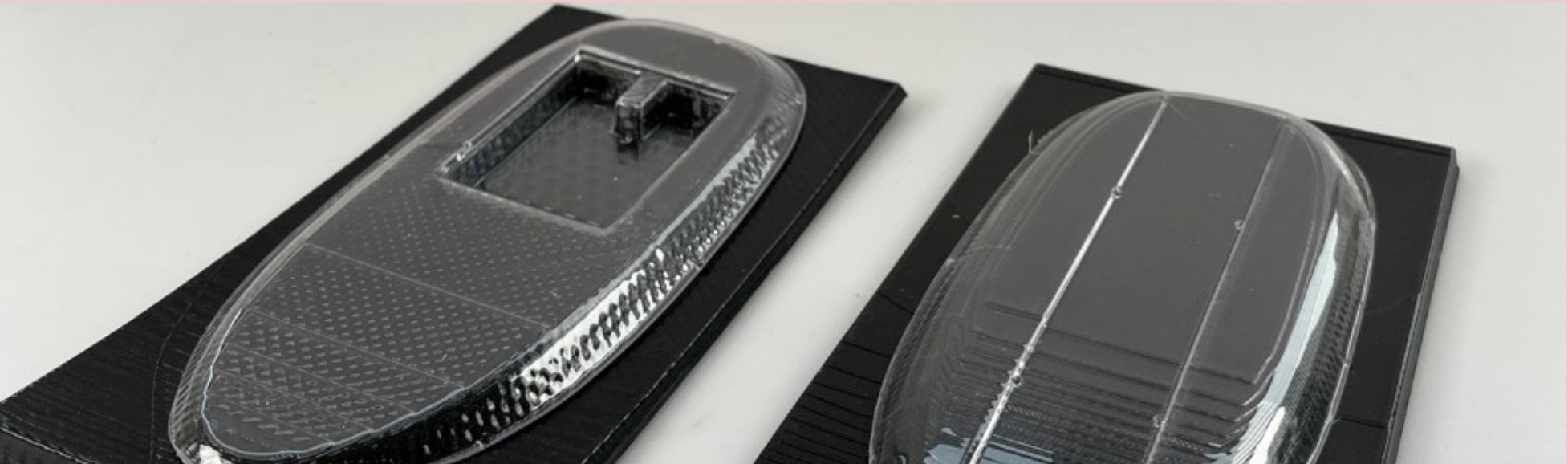
MATERIALISATIE



Afbeelding 65 - 1:5 Prototype



Afbeelding 66 - 1:5 Prototype



Afbeelding 67 - 1:5 Prototype

FASE

Specificaties
DETAILS – PROBLEMEN

Tijdens het ontwerpproces zijn er diverse detailproblemen naar voren gekomen die opgelost moesten worden. Deze problemen hadden voornamelijk te maken met beperkingen van plastic. Om deze problemen op te lossen werd er eerst onderzocht welk plastic het meest geschikt was voor het efoilboard. Hierbij werd gekeken naar de sterkte en dichtheid van het materiaal. Verder werd gekeken naar manieren om de TST vorm te versterken tegen de belaste krachten, zodat het board stevig en betrouwbaar zou zijn.

Ook werd gezocht naar oplossingen voor het voorkomen van lekkage van het board, zodat het niet vol zou lopen met water. Verder werd gekeken naar manieren om de mast stevig te verbinden aan het board, zodat deze niet los zou komen en het board niet beschadigd tijdens het gebruik. Tot slot werd gezocht naar manieren om de plastic vorm van het TST proces op een goede manier te bewerken, zodat de randen niet zichtbaar zouden zijn en het board een professionele uitstraling zou hebben.

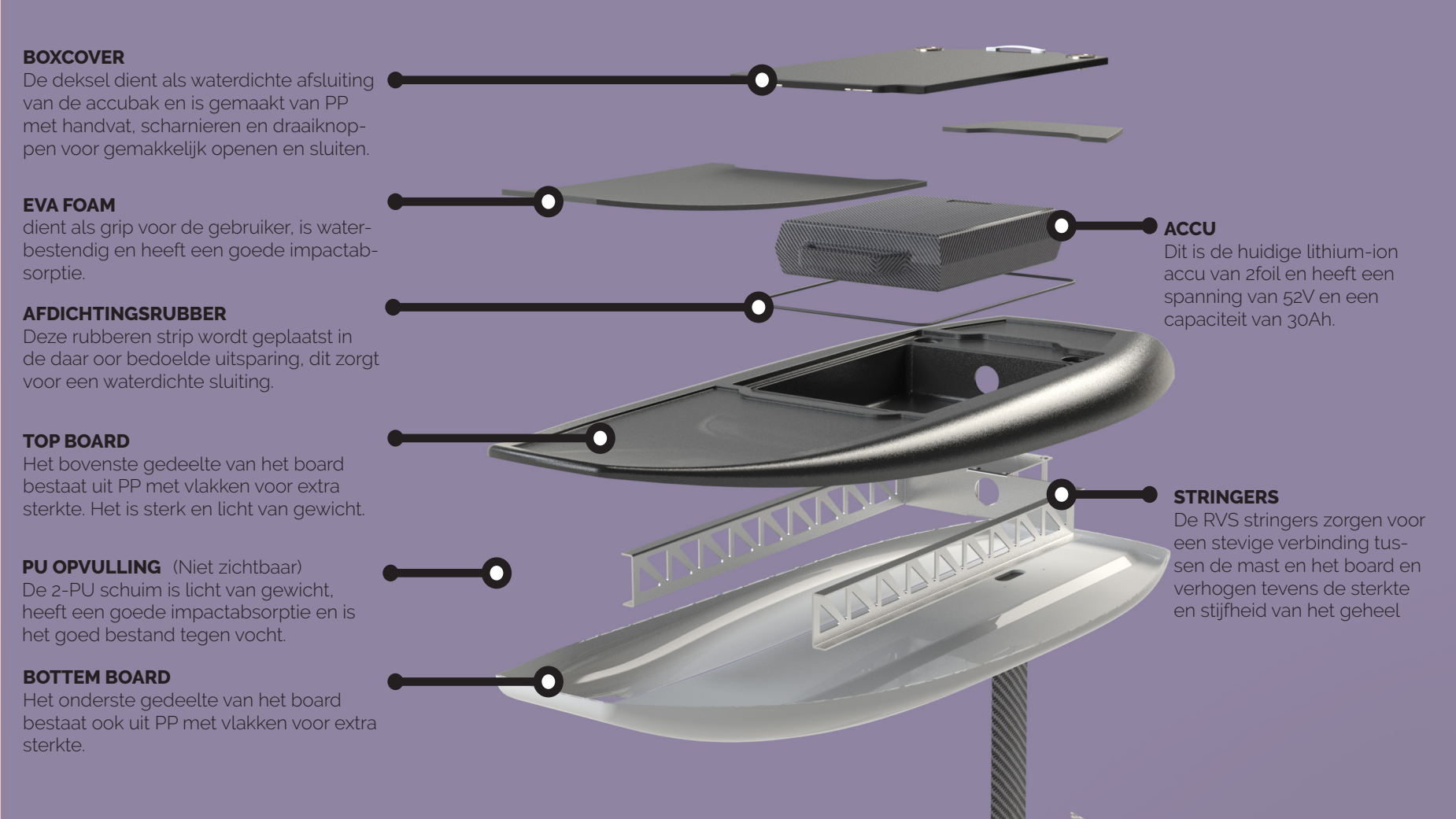
Al deze problemen worden uitgelegd op basis van materiaal- en ontwerpkeuzes, die bij hoofdstuk: Details - Oplossingen op pagina 50 zullen worden toegelicht.

Ook was het noodzakelijk om bepaalde onderdelen toe te voegen aan het product, zoals de grip, handvatten, scharnieren, knoppen, moeren, en de mast, motor, accu, wings & stabs, om het product compleet te maken.



MATERIAALISATIE

Specificaties
DETAILS – EXPLODED VIEW



Figuur 5 - Exploded view

FASE

Specificaties DETAILS – OPLOSSINGEN

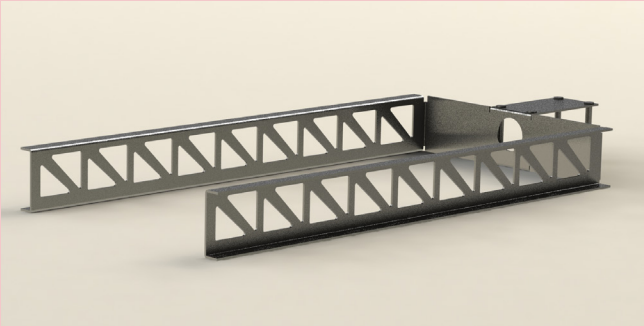
De keuze voor Polypropyleen als het materiaal voor het holle board ontstond doordat PP een relatief lage dichtheid heeft ten opzichte van andere plastics, wat leidt tot een hoger drijfvermogen. Daarnaast bezit PP ook andere kenmerken zoals hoge sterkte, slagvastheid en lage vochtopname. Deze combinatie van eigenschappen resulteerde in de beste materiaalkeuze, zoals weergegeven in bijlage 15 - Eigenschappen plastics.

Bij het overwegen van verschillende opties voor opvulling werd de keuze eenvoudig gemaakt door het productieproces te bekijken. Het was nodig om een materiaal te kiezen dat zich volledig zou kunnen vullen in de holle vorm. Aan gezien andere schuimen vaak in blokken worden geleverd en vervolgens nog in de gewenste vorm moeten worden gevormd, werd uiteindelijk gekozen voor een twee-componenten PU-schuim dat vloeibaar in de vorm kan worden gegoten en dat zichzelf uitzet. Om het maximaal haalbare drijfvermogen te behalen, werd gekozen voor de variant met een dichtheid van 40 kg/m3, wat de laagste dichtheid is. Deze opvulling zorgt ook ervoor dat de holle vorm nu extra bestand is tegen belaste krachten en daardoor minder snel in kan deuken

Bij het ontwerpen van de constructie werd rekening gehouden met het feit dat de verbinding tussen het board en de mast het zwakste punt is bij het opvangen van klappen op het water. Daarom is er een RVS constructie aangebracht om knikken bij de verbinding van de mast te voorkomen. Deze constructie is zo ontworpen dat het materiaalgebruik zo laag mogelijk wordt gehouden en het gewicht zo licht mogelijk is, met behulp van gaten in het ontwerp. Bovendien is er een U-profiel aangebracht in de stringers om de belaste krachten zo efficiënt mogelijk op te vangen.

Bij de nabewerking is het van belang om de matrijs zo te ontwerpen dat de platen zo veel mogelijk verticaal met elkaar verbonden zijn. Op deze manier kan het resterende plastic nauwkeurig op het punt waar de verticale as de horizontale as raakt, worden weggesneden, waardoor de rand nauwelijks zichtbaar is. Daarnaast is het mogelijk om de laatste oneffenheden te verwijderen door te strijken.

MATERIALISATIE

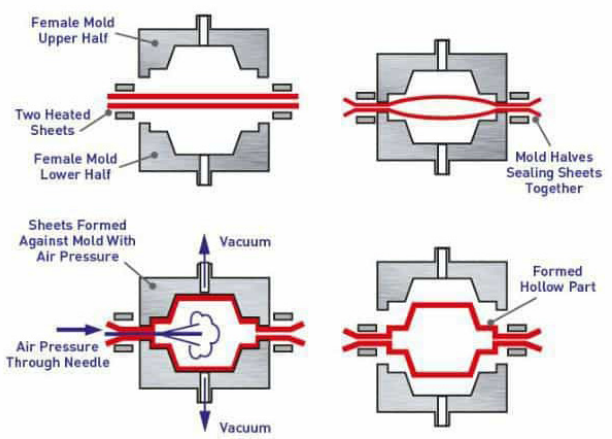


Specificaties DETAILS – PRODUCTIEPROCES

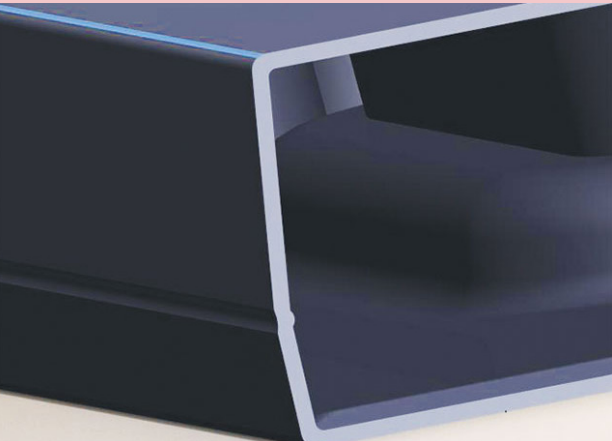
Vacuümvormen was de oorspronkelijke productiemethode vanwege de kostenefficiëntie en de mogelijkheid om versterkingen binnenin te plaatsen. Tijdens het ontwerpproces werden verschillende ideeën onderzocht, waarvan enkele te zien zijn in Bijlage 14.0 Iteraties C3. In vergelijking met TST waren deze ideeën te complex, wat betekende dat er extra onderdelen moesten worden ontworpen of aangeschaft en dat de waterdichtheid onzeker bleef.

Na verdere onderzoek van het TST-productieproces bleek dat dit alles bood wat nodig was. In het onderzoek naar dit productieproces kwam naar boven dat de verbinding tussen de twee platen het sterkste onderdeel was van de plastic vorm en dat deze volledig waterdicht was.

Tijdens het productieproces worden twee platen verhit en daarna gevormd door middel van het vacuümtrekken van boven- en ondermal. Terwijl dit gebeurt, legt een medewerker snel een RVS-constructie in de onderkant. Vervolgens worden de twee malen op elkaar gedrukt, waardoor de platen aan elkaar hechten. Na afkoeling kan de afwerking plaatsvinden. Hierbij wordt het resterende plastic verwijderd en afgeslepen totdat de rand niet langer zichtbaar is. Daarna worden er twee gaten in de bovenkant gesneden, waarin het vloeibare PU-schuim kan worden geplaatst en uitzetten. Het resterende PU-schuim wordt verwijderd en de gaten worden afgesloten. Hierna worden de andere onderdelen, zoals de deksel, afsluitingsrubber, grip en handvatten, bevestigd.



Figuur 6 - TST-proces



Afbeelding 68 - TST doorsnede

FASE

Specificaties

DETAILS – DRIJFVERMOGEN

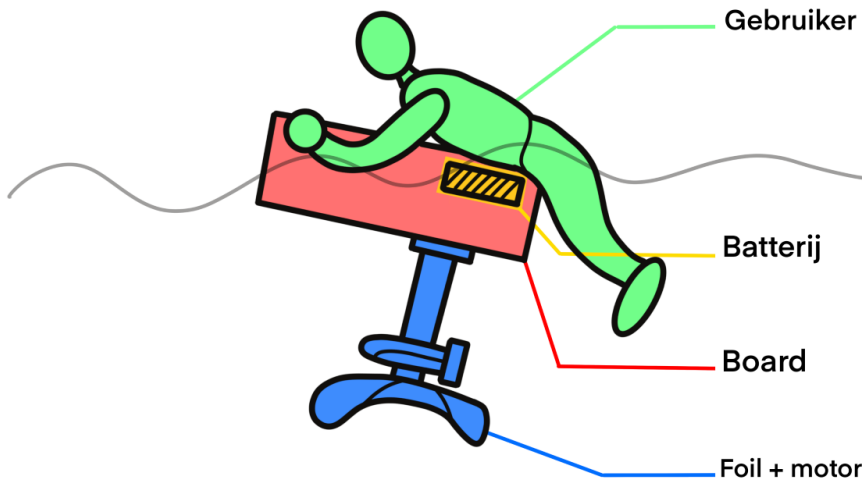
Voor het bepalen van het drijfvermogen is de volgende berekening opgesteld:
F_a = F_z **p x g x V = m x g**
De gravitatieversnelling kan van elkaar weg worden gestreept aangezien deze aan beiden kanten staat. Dan luidt de formulie als volgt: p x V = m. Wanneer p x V > m, drijft het object. Met alle informatie die onderin is weergegeven kan de formule worden ingevuld.
P x V = 997 kg/m³ x 0,133 m³ = 132,60 **m = 90,85 kg**
132,60 > 90,85

Er kan nu vastgesteld worden dat het board hoogstwaarschijnlijk gaat drijven.

INFORMATIE
P = Massa dichtheid van het water = 997 kg/m³
g = Valversnelling = 9,81 m/s²
V = Volume
F_a = Opwaartse kracht van het water.
F_p = Tegengestelde kracht van het object.
Wanneer F_a=F_p kun je ervan uitgaan dat het object drijft.

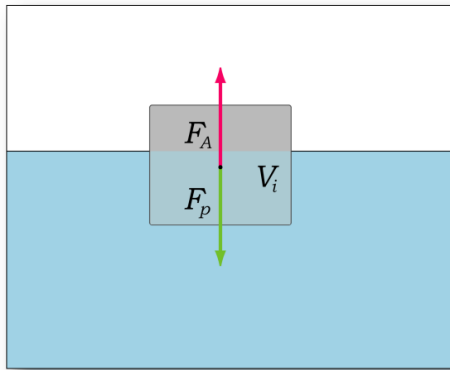
VOLUME
Gebruiker p95 = 0,051 m³
Board = 0.08 m³ (de batterij zit hierin opgeborgen)
Foilpart + Motor = +/- 0.002 m³
Totaal Volume = 0,133 m³

GEWICHT
Gebruiker p95= 51,25 kg (De helft van 102,5 kg)
6mm PP board = 8,43 kg
PU opvulling = 3,19 kg
3mm RVS stringers = 4,53 kg
Batterij = 11,30 kg
Foil + Motor = 7,20 kg
Extra onderdelen (handvatten, deksel, etc. = +/- 5kg)
Totaal Gewicht = 90,85 kg



Afbeelding 69 - Visualisatie

$$F_a = \rho \cdot g \cdot V$$
$$F_z = m \cdot g$$



Afbeelding 70 - Wet van Archimedes

MATERIALISATIE

Specificaties

DETAILS – PRIJSINDICATIE

Om te laten zien dat het product kostenefficiënt is, is er een kostprijsindicatie gemaakt die te vinden is in bijlage 16 - Prijsindicatie. Deze berekening bevat de kosten voor materialen, matrijzen, onderdelen en manuren. Om de betrouwbaarheid van deze indicatie te verhogen, zijn de prijzen van elk onderdeel vergeleken met twee verschillende bronnen en hier is het gemiddelde van genomen. Sommige prijzen zijn relatief hoog omdat ze per stuk werden aangegeven. Er wordt verwacht dat bepaalde onderdelen goedkoper kunnen worden ingekocht als ze in grotere aantallen worden besteld. De prijzen voor de handgrepen, doos sluitingen en elektrische cover konden niet worden gevonden omdat dit aangepaste onderdelen zijn. Daarom is ervoor gekozen om deze over te nemen uit het kostenoverzicht van de huidige boards van 2Foil, dat te vinden is in Bijlage 17 - Bestellijst 2Foil.

Daarnaast ontbraken de productie- en montagekosten in de berekening. Tijdens de kerstvakantie konden er geen offertes hiervoor worden aangevraagd om een correcte prijsindicatie te krijgen. Daarom is ervoor gekozen om een inschatting te maken van het aantal werkuren per onderdeel. Dit aantal uren is vermenigvuldigd met het gemiddelde uurloon in de metaalsector. Op deze manier is er geprobeerd om dichtbij de huidige kostprijs te komen.

De totale indicatie bedraagt: €517,32, maar dit is alleen voor het eFoilboard zonder de mast, propellor (+ bescherming), motor, accu, ESC, fuselage, wings, connectoren, controller en draagtassen

In vergelijking met het huidige board van 2Foil is er een aanzienlijk verschil in prijs. Het huidige eFoilboard, zonder de eerder genoemde onderdelen, kost €1480,20. De prijsindicatie voor het verbeterde eFoilboard betekent een daling van ongeveer 65% ten opzichte van het huidige board.

Deze berekening suggereert dat er, op basis van deze schatting, €962,88 bespaard kan worden. Dit biedt ruimte voor verschillende mogelijkheden, zoals het toevoegen van extra features aan het product of het verlagen van de verkoopprijs om de winstmarge te verhogen.

Onderdeel eFoilboard	Eerste bron prijsindicatie in €	Tweede bron prijsindicatie in €	Gemiddelde prijs indicatie
PU Matrijs (oplage 100)	€5.980,- x 2 = €11.960,-	€6.000,- x 2 = €12.000,-	€11.980/100 = €119,80
PP platen	€111,49	€119,50	€115,49
2-PU Schuim - opvulling	€29,81	€37,80	€33,80
RVS plaat - metalen constructie	€33,07	€55,72	€44,39
Subonderdelen eFoilboard			
Rubberen strip	€3,07	€9,99	€6,53
EVA foam – grip	€14,99	€30,61	€22,80
Scharnieren	€1,60	€2,35	€1,975 x 2 = €3,95
Handvatten	Huidige prijs €6,65	N.v.t.	€6,65
Doos sluiting - draaiknoppen	Huidige prijs €27,33	N.v.t.	€27,33
Electric cover	Huidige prijs €71,06	N.v.t.	€71,06
Productie & montage - uren		Uurloon indicatie - €12,11	
RVS constructie - +/- 1,5			
TST - +/- 2,00			
Nabewerking - +/- 0,5			
Montage - +/- 1,00			
Totaal aantal uren - +/- 5,00	€14,10 x 5,00 = €70,50	€12,11 x 5,00 = €60,55	€65,52
Totale kostprijs			€517,32

Tabel 5 - Prijsindicatie

FASE

Productie **PRODUCENT** - TST

In het proces van het ontwikkelen van het product is er onderzoek gedaan naar lokale producenten die de techniek van twin sheet thermoforming konden toepassen. Dit was belangrijk omdat het TST productieproces leidend was in de uiteindelijke realisatie. Bovendien heeft het kiezen van een lokale producent voordelen zoals lagere verzendkosten, efficiëntere communicatie en gemakkelijker overleg op locatie. Dit kwam ook overeen met het Programma van Eisen dat is vastgesteld.

Er zijn in Nederland diverse bedrijven die zich bezighouden met thermovorming, zoals Batelaan Kunststoffen, Thermoforming, Polymess, Flowproducts en Destic. Helaas was het TST productieproces niet beschikbaar bij deze Nederlandse producenten.

Er zijn wel enkele Europese bedrijven die het TST-productieproces kunnen uitvoeren, zoals Hombach Kunststofftechnik in Duitsland, Durotherm in Duitsland, Linecross in Engeland en Vitalo in België. Deze bedrijven zijn nog relatief dichtbij en zouden in de toekomst als producenten kunnen dienen voor de verbeterde eFoil.

Deze producenten staan ook open voor nieuwe opdrachten. Het kan in de toekomst nuttig zijn om contact op te nemen met een van deze bedrijven om de ontwikkeling van de verbeterde eFoil te starten, wat een verbetering zou zijn ten opzichte van de huidige productieplek.



Afbeelding 71 - Productiemedewerker



Afbeelding 72 - TST apparaat

REALISATIE

Productie **PRODUCENT** - PROTOTYPE

Het was niet mogelijk om een bedrijf te vinden dat het twin sheet thermoforming proces kan uitvoeren voor het maken van het 1:1 prototype van het eFoilboard. Wel is er contact geweest met het bedrijf Destic in Veenendam, dat wel beschikt over grote vacuumvormers en andere apparatuur, zoals grote lasersnijders, cnc frezen en printers voor bedrukkingen.

De eigenaar beschikte over veel kennis van deze apparaten en wilde graag meedenken. Zo zijn er ook aan hem tekeningen laten zien waar hij erg enthousiast van werd. Hij vertelde dat dit ook makkelijk gerealiseerd kon worden met de vacuumvormers die hij in huis had.

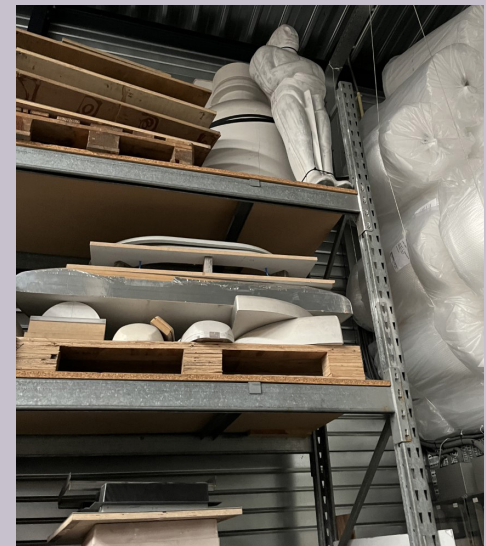
Er is al eerder onderzoek gedaan naar kunstofflassen, maar dit bleek arbeidsintensiever en duurder dan TST. Desondanks leek kunstofflassen voor het prototype een goed idee voor de eigenaar. Het plan is om een boven- en ondermatrijs van MDF te maken, omdat dit goedkoper is en meerdere keren gebruikt kan worden. Het enige verschil met het "echte" productieproces is dat er twee losse vacuumvormen ontstaan die nog aan elkaar gelast moeten worden. Na inleveren van dit afstudeerverslag hoopt men dit in de beoogde tijd te realiseren.



Afbeelding 73 - Destic



Afbeelding 74 - vacuumvormer



Afbeelding 75 - Matrijzen

FASE

Afsluiting

NAWOORD

Tijdens mijn afstudeerperiode werd ik erg uitgedaagd door dit project, wat heeft geleid tot het verbeteren van mijn vaardigheden in 3D-modelleren en prototyping. Bovendien heb ik mijn kennis uitgebreid op het gebied van verschillende productietechnieken en materialen. Dit is dan ook de rede dat ik het gevoel heb dat ik een betere ontwerper ben geworden door het zelfstandig uitvoeren van dit project voor een opdrachtgever.

Ik wil Johan van Hese en Marnix Kleefman bedanken voor hun begeleiding en steun tijdens mijn afstudeerperiode. Hun beschikbaarheid voor al mijn vragen en hun bereidheid om met me mee te denken, hebben bijgedragen aan een waardevolle en leerzame ervaring. Bovendien hebben ze me enorm geïnspireerd, wat heeft geleid tot meer inzichten.

In de laatste twee maanden werd me duidelijk dat mijn ontwerpkader, ondanks dat het al was vastgelegd, nog steeds erg breed was. Bij het innoveren van een product is dat natuurlijk ook vaak zo. Hierdoor kan het moeilijk zijn om de focus te behouden tussen alle bedachte ideeën en concepten. Dit was soms een uitdaging tijdens het werken aan het project, vooral omdat ik het zelfstandig moest doen. In de toekomst zou ik, in overleg met de opdrachtgever, eerder focus willen aanbrengen om meer tijd over te houden voor de verfijning van het concept.

Er staat nu een verbeterd eFoilboard dat veelbelovend is. Volgens de prijsindicatie is het aanzienlijk goedkoper dan het huidige model, wat mogelijkheden biedt. Daarom zou ik 2Foil aanraden om hiermee verder te gaan en te kijken naar de realisatie van dit product. Het hangt af van de visie van 2Foil welke weg zij willen inslaan. Persoonlijk geloof ik dat het product zich kan onderscheiden op basis van prijs en kwaliteit, wat het toegankelijk maakt voor een bredere doelgroep.

Naast het verlagen van de kosten door het nieuwe productieproces, wilde 2Foil ook dat ik me zou richten op innovatievere functies. Deze zijn meegenomen in de ideegeneratie, maar wegens tijdgebrek niet verder uitgewerkt. Ik heb bewust gekozen om iets af te leveren wat haalbaar is en niet alleen conceptueel. Door de daling in de kosten is er nu meer ruimte om nieuwe functies te integreren en ik ben gevraagd om hier een aanbeveling voor te schrijven, wat te vinden is op de volgende pagina.



Afbeelding 7 - Portret

Afsluiting

AANBEVELINGEN

Als 2Foil verder wilt gaan met de ontwikkeling van hun eigen eFoil, kan het helpen om na te denken over de richting die ze willen inslaan. Dit kan gedaan worden met behulp van een marketingexpert.

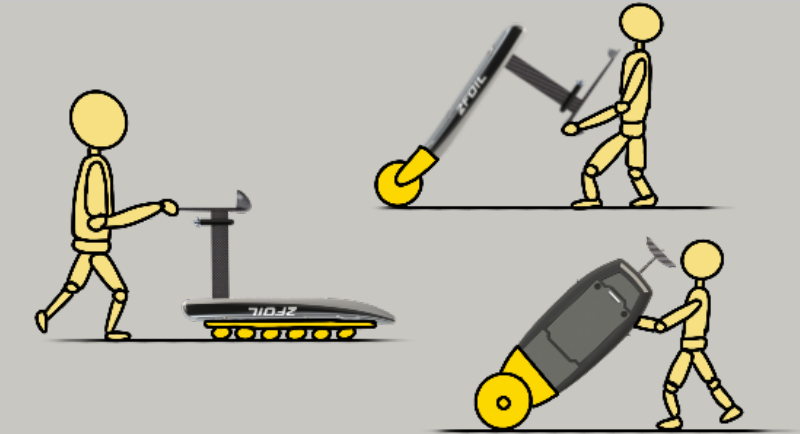
Het is belangrijk om een evenwicht te vinden tussen het aanbieden van kwalitatief hoogwaardige functies en het behouden van een realistische prijs voor het product. Daarom raad ik aan om bewust te kiezen voor specifieke functies of unique selling points. Dit kan bijdragen aan een efficiënte productontwikkeling en aan een duidelijke positionering op de markt.

Het is verstandig om te kijken naar de eisen die niet helemaal zijn behaald tijdens deze afstudeerperiode, met name op het gebied van gebruiksvriendelijkheid. Er is nog veel winst te behalen op dit vlak binnen de eFoil. Als we iets bedenken om de verplaatsbaarheid te verbeteren en het integreren van makkelijkere verbindingen, is er een goede kans dat het product positiever en toegankelijker wordt ervaren door de doelgroep.

Het verhogen van de feedback naar de gebruiker kan ook een onderscheidende functie zijn. Op dit moment is het niet zichtbaar voor de gebruiker hoe hoog de mast uit het water staat. Als dit zichtbaar is, kan voorkomen worden dat de motor uit het water vliegt en de eFoil in snelheid vermindert. Hierdoor is het makkelijker om valpartijen op het water te voorkomen.

De feedback van het eerder genoemde punt zou op dezelfde plek als de informatie over de snelheid en batterijcapaciteit weergegeven kunnen worden. De huidige plek hiervan is de controller, maar door mijn eigen boardsportervaring lijkt het me beter om de informatie op een andere plek te integreren. Dit omdat je bij het balanceren vaak naar je voeten kijkt. Het lijkt logisch om de informatie op deze plek te plaatsen, maar het is wel verstandig om deze verplaatsing van informatie te overwegen met de doelgroep voordat het wordt ontwikkeld.

Tot slot raad ik aan om ook goede functies van andere merken over te nemen. Bijvoorbeeld een GPS-trackingsysteem, gebruiksvriendelijkere verbindingen/sluitingen, een achterlicht voor betere zichtbaarheid voor de omgeving en een stootbestendige controller. Dit kan bijdragen aan het verhogen van de kwaliteit en gebruiksvriendelijkheid van het product.



Afbeelding 76 - Verplaatsbaarheid



Afbeelding 77 - Informatieweergeving

Afsluiting

LITERATUUR

Acculaders.nl. (2015, 8 september). Welke soorten accu's zijn er? Geraadpleegd op 18 oktober 2022, van <https://www.acculaders.nl/blogs/blog-acculaders/welke-soorten-accus-zijn-er/>

Almond Techniek B.V. (2022, 24 november). Alles over het lassen van kunststof. Geraadpleegd op 30 november 2022, van <https://www.almond.nl/alles-over-kunststof-lassen/>

Andrew, W. (2020, 9 april). How to Make a 3D Printed a Surfboard [YouTubel. Geraadpleegd op 3 november 2022, van <https://www.youtube.com/watch?v=UgEgwWx5bJg>

Awake. (z.d.). Awake VINGA. Geraadpleegd op 5 september 2022, van <https://awake-boards.com/products/awake-vinga>

Berg, B. V. D. (2020, 28 december). Met e-foilen kun je vliegen over de grachten. het Parool. Geraadpleegd op 8 september 2022, van <https://www.parool.nl/ps/met-e-foilen-kun-je-vliegen-over-de-grachten-b2d171b8/>

Batelaan Kunststoffen. (z.d.). Matrijskosten berekenen. Geraadpleegd op 28 november 2022, van <https://www.batelaan.nl/malkosten-calculeren/>

Big Game Bikes. (2021, 30 maart). Dx2 Dx3 DATEx2 Overview: How to safely connect multiple eBike batteries. YouTube. Geraadpleegd op 8 september 2022, van <https://www.youtube.com/watch?v=pvumfnCff10>

Binspecial products (z.d.). [Custom-made lithium-ion batterypacks]. Geraadpleegd op 10 september 2022, van <https://www.binspecialproducts.nl/maatwerk/>

Blow Up Industry. (z.d.). Vacuümvormen. Geraadpleegd op 20 november 2022, van <https://blowupindustry.com/vacuümvormen>

Budget Bikes Brabant. (2020, 5 april). Alles wat je moet weten over Ebike batterijen. Geraadpleegd op 8 september 2022, van <https://budgetbikesbrabant.nl/alles-wat-je-moet-weten-over-ebike-accu/>

Chrispijn, C. (z.d.). Vacuumvormen voor Ontwerpers en Engineers. prezi.com. Geraadpleegd op 20 november 2022, van <https://prezi.com/n82mbwu6xi4t/vacuümvormen-voor-ontwerpers-en-engineers/>

Destic. (2022a, september 30). Destic Kunststoffen. Geraadpleegd op 20 november 2022, van <https://destic.nl/>

DNA Performance Sailing. (2020, 30 maart). F1X Foiling Catamaran - Foiling Multihull. Geraadpleegd op 12 september 2022, van <https://dnaperformancesailing.nl/onze-boten/f1x-a-klasse-foiling-catamaran/>

Dunham's Sports. (2013, 16 april). Pelican International: Twin Sheet Thermoforming. Geraadpleegd op 30 november 2022, van YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=D1XR3iPiWE8>

Durotherm. (z.d.). Innovationen aus Kunststoff – in Form gebracht. Geraadpleegd op 18 december 2020, van <https://durotherm.de/>

Takuma (z.d.) Efoil Cruising 2 Plus. Geraadpleegd op 9 september 2022, van <https://takuma.com/en/full-sets/290-efoil-cruising-2-plus.html>

Elektrofiets accuservice. (z.d.). Accu Technieken. Geraadpleegd op 8 september 2022, van <https://www.elektrofietssaccuservice.nl/accu-technieken>

Ernst Hombach GmbH & Co.KG. (2021, 9 november). Hombach - Inventor of the simultaneous Twin-Sheet Forming technology. Hombach-Kunststofftechnik. Geraadpleegd op 18 december 2022, van <https://www.hombach-kunststofftechnik.de/en/company/>

Eu point65 (z.d.). Kingfisher Modular Fishing Kayak. Geraadpleegd op 29 november 2022, van <https://eu.point65.com/collections/all-modular-kayaks/products/kingfisher>

Evek. (z.d.). roestvrij stalen plaat. Geraadpleegd op 5 december 2022, van <https://eveks.nl/roestvrij-staal/2294-rvs-plaat-12-3mm-aisi-304-v2a-14301-platen-plaatsnijden-selecteerbaar-maatwerk-mogelijk-100-1000mm-4066435017613.html>

Fliteboard Europe. (z.d.). Fliteboard. Geraadpleegd op 8 september 2022, van <https://eu.fliteboard.com/pages/fliteboard>

Flow Products. (2022, oktober 26). Flow Products. Geraadpleegd op 9 september 2022, van <https://www.flowproducts.nl/>

Flow Products. (2021, 27 september). Rotatiegieten blaasvormen of spuitgieten. Geraadpleegd op 9 september 2022, van <https://www.flowproducts.nl/index.php/rotatiegieten-blaasvormen-of-spuitgieten/>

Flying Mantis. (z.d.). Home. Geraadpleegd op 2 september 2022, van <https://www.flying-mantis.com/home/>

Gemel. (z.d.). Custom Waterproof battery IP67 IP68 Waterproof Battery Packs-Custom Battery Pack. Geraadpleegd op 18 september 2022, van <https://www.sz-battery.com/special-battery-pack/waterproof-battery/319.html>

Get foil. (2021, 26 juli). Foil. Geraadpleegd op 2 september 2022, van <https://www.getfoil.com/order/>

Gong Galaxy. (z.d.). Our range of Foils. Geraadpleegd op 18 december 2021, van <https://www.gong-galaxy.com/en/category-product/foil-en/nos-gammes-foils-en/ljzershop>. (2023, 9 januari). Plaat rvs 1000x500x3mm. Geraadpleegd op 6 december 2022, van https://ijzershop.nl/roestvaststaal-plaat/962-3711-plaat-rvs-1000-x-500-x-3mm.html?gclid=CjwKCAiA8OmdBhAgEiwAShr40yo7eUraeLq-WAaYneK2J9pLRZP-oMKpSdgYbO3RudjsJZwBMpxOjxoCbLAQAvD_BwE+https://www.amazon.nl/Zelf-klevende-EVA-schuimband-zelfklevende-achterkant-snij-album/dp/B08NJWSX5B/ref=asc_df_B08NJWSX5B/?tag=nlshogostdde-21

Instructables (2018, 24 november). Homemade ELECTRIC Hydrofoil E-foil (Hiorth). Geraadpleegd op 10 september 2022, van <https://www.instructables.com/Buil-ding-an-ELECTRICAL-Hydrofoil-Part-12/>

Kunststofshop. (z.d.). Perlaplast Kunststofshop. Geraadpleegd op 12 december 2022, van kunststofshop.nl/pp-polypropyleen-plaat-ral-7032-dikte-3mm

Tekdaflex (z.d.). Kunststofbewerking. Geraadpleegd op 16 december 2022, van <https://www.tekdaflex.nl/>

Vink Kunststoffen (z.d.) Kunststofsoorten. Geraadpleegd op 16 december 2022, van <https://www.vinkkunststoffen.nl/kunststofsoorten>

Lacroix Boards. (z.d.). Lacroix Boards. Geraadpleegd op 8 september 2022, van <https://lacroixboards.com/>

Linecross (2017, 15 november). Linecross. Geraadpleegd op 28 december 2022, van <https://www.linecross.co.uk/>

Liftfoils (z.d.). LIFT3 F EFOIL Geraadpleegd op 8 september 2022, van <https://liftfoils.com/nl/products/lift3f>

Mantafoils. (z.d.). Mantafoils V3. Geraadpleegd op 8 september 2022, van <https://www.mantafoils.com/online-store/Efoil-Board-Inflatable-110L-p253836782>

Manta5. (2022, 19 augustus). Hydrofoiler XE-1. Geraadpleegd op 1 september 2022, van <https://manta5.com/product/hydrofoiler-xe-1/>

Mr. Boat. (z.d.-a). PU 2-componenten schuim 40kg/m3. Geraadpleegd op 20 december 2022, van <https://www.mrboat.nl/epoxyschuim-en-pu-schuim/pu-2-componenten-schuim-40kgm3/>

Mr. Boat. (z.d.-b). PUR Schuim - 40 kg/m3. Geraadpleegd op 20 december 2022, van <https://www.mrboat.nl/epoxyschuim-en-pu-schuim/pur-schuim-40kgm3/>

Nationale Beroepengids. (2021, 20 oktober). Salaris Metaalbewerker: Hoeveel verdient een Metaalbewerker? Geraadpleegd op 4 januari 2023, van <https://www.nationaleberoepengids.nl/salaris/metaalbewerker>

Offerte Adviseur (z.d.). Overzicht. Geraadpleegd op 2 januari 2023, van <https://www.offerteadviseur.nl/categorie/bouw/verbouwing/kosten-metaal-lassen/>

Overheid.nl. (2017, 1 januari). Binnenvaart politie regement. Geraadpleegd op 5 september 2022, van <https://wetten.overheid.nl/BWBR0003628/2017-01-01>

Part Gurus. (2020, 17 augustus). What is Twin Sheet Thermoforming? | C&K Plastics Thermoforming | Metuchen, NJ. YouTube. Geraadpleegd op 24 november 2022, van <https://www.youtube.com/watch?v=tJPGec23ddw>

Pelican International. (2016, 13 april). How kayaks are built. YouTube. Geraadpleegd op 25 november 2022, van <https://www.youtube.com/watch?v=rQWpxNRDxbs>

Pelican International. (2020, 11 februari). Pelican Ultimate 100NXT Sit-Inside Recreational Kayak. YouTube. Geraadpleegd op 1 december 2022, van <https://www.youtube.com/watch?v=mCmaOklBCYk>

PolyesterShoppen. (2018, 21 juni). Zo verstevig je de bodem van je boot! | Alles voor jouw boot! #13. YouTube. Geraadpleegd op 26 november 2022, van <https://www.youtube.com/watch?v=8owRW3qICsM>

Quadrofoil. (z.d.). Q2S Electric. Geraadpleegd op 5 september 2022, van <https://quadrofoil.com/q2s.html>

RCexplained. (2021, 25 mei). Do this if your RC Brushless Motor is Stuttering, Vibrating or Screeching Upon Startup. YouTube. Geraadpleegd op 25 september 2022, van <https://www.youtube.com/watch?v=ow3Ff61RV2I>

Varen doe je samen (2022, 26 april). Tips en regels voor veilig gebruik van een e-foil. Geraadpleegd op 9 september 2022, van <https://varendoejesamen.nl/kenniscentrum/artikel/tips-en-regels-voor-veilig-gebruik-van-een-e-foil>

Surfbuddha. (z.d.). Golfsurfen in België en Nederland met de Surfbuddha. Geraadpleegd op 14 november 2022, van <https://surfbuddha.blogspot.com/2016/09/workshop-budalab-bouw-je-eigen-houten.html>

Surf Simply. (2020, 3 juli). Surfing Explained: Ep10 Surfboard Materials EPS & PU Foam. YouTube. Geraadpleegd op 4 november 2022, van <https://www.youtube.com/watch?v=CSWJhST7zkU>

Surf Simply. (2020, 10 juli). Surfing Explained: Ep11 Surfboard Material Innovation. YouTube. Geraadpleegd op 4 november 2022, van <https://www.youtube.com/watch?v=6NM-zqaArlgU>

Takuma concept. (2021, 14 juni). How To | Takuma Efoil - Set Up Your Board. YouTube. Geraadpleegd op 16 november 2022, van <https://www.youtube.com/watch?v=Tt-3Q1GybZcE>

Tanaruz boats. (2021, 1 Januari). 3D-printed customisable boat built from reusable polymers. Geraadpleegd op 23 november 2022, van <https://tanaruz.boats/>

The Fine Line Between Stupid and Clever. (2021, 25 januari). DIY Cedar Strip E-Foil Build Part 7. YouTube. Geraadpleegd op 5 november 2022, van https://www.youtube.com/watch?v=ZtbKF_2pOB0

Thermoforming. (z.d.). Thermovormen. Geraadpleegd op 15 november 2022, van <https://www.thermoforming.nl/thermovormen>
Vitalo. (2022, 9 november). Home. Geraadpleegd op 28 december 2022, van <https://www.vitalo.net/>

WageIndicator.org. (z.d.). WageIndicator Foundation. Geraadpleegd op 4 januari 2023, van <https://wageindicator.org/>

WaveShark. (z.d.). Waveshark Foil. Geraadpleegd op 8 september 2022, van <https://www.waveshark.com/eu/product/foil-1/>

Waydoo (z.d.). Flyer One Plus Efoil. Geraadpleegd op 29 augustus 2022, van <https://waydootech.com/products/flyer-one-plus-efoil>

Whimsifoil. (z.d.). WhimsiFoil Shop. Geraadpleegd op 28 september 2022, van <https://www.whimsifoil.com/shop/fr/planche-gonflable-whimsifoil/27/54>

Wijngaarden, J. van. (2022, 31 augustus). Bericht auteur: Jaimy van Wijngaarden. ISUPCENTER. Geraadpleegd op 9 november 2022, van <https://www.isupcenter.nl/2022/02/foil-surfing-benodigdheden/>

Xometry Europe. (z.d.). Xometry Europe. Geraadpleegd op 7 december 2022, van <https://get.xometry.eu/quotes>

Your plastic solutions. (z.d.). Welke kunststoffen kunnen worden gevacuümvormd. Geraadpleegd op 18 november 2022, van <https://www.yourplasticsolutions.com/nl-nl/nieuws/welke-kunststoffen-kunnen-worden-gevacuümvormd>

2Foil. (z.d.). Zweef & Beleef. Geraadpleegd op 2 september 2022, van <https://www.2foil.com/>



Afsluiting
BIJLAGEN – 1.0 PVE

Programma van eisenEfoilboard

Axel Ribberink – 371983
Afstudeerstage 2Foil
Hanze hogeschool

Fase	Nummer	Hoofdeis	Hoe meten/weten?
Alle	0.0	Ontwerp een <innovatief> <eFoilboard> dat <goedkoper> kan worden geproduceerd en aansluit op het <onderwatergedeelte> dat nu in de huidige markt is te vinden.	Ontwerp vergelijken met de huidige markt
		Toelichting hoofdeis	
Alle	0.1	<innovatief> = Niet volgens de <traditionele manier> geproduceerd.	Ontwerp vergelijken met de huidige markt
	0.1.1	<traditionele manier> = Een foamboard dat is bekleed met carbonfiber en epoxy.	
	0.1.2	<traditionele manier> = Vorm die is afgeleid van een surfboard.	
	0.2	<eFoilboard> = Elektrisch aangedreven surfplank, waarmee je boven het water kunt zweven.	
	0.2.1	<eFoilboard> = De behuizing voor de oplaadbare lithium-ion batterij , bms en/of (v)esc.	
	0.2.2	<eFoilboard> = Die aangesloten is op het <onderwatergedeelte>.	
	0.2.2.1	<onderwatergedeelte> = Een mast met een draagvleugel en een elektrische propeller die aan de onderkant is bevestigd in plaats van een vin.	Kostenprijs berekenen
	0.3	<goedkoper> = Lagere totale inkoopprijs dan 4.801,33 euro.	
		Eisen	
		Vormgeving	
Marktfase	1.0	Een ontwerp dat aansluit bij de <doelgroep> en trends binnen de (eFoil)markt.	Gebruikersonderzoek
Conceptfase	2.0	Het ontwerp misstaat niet bij het <onderwatergedeelte>.	Gebruikersonderzoek

BIJLAGEN – 1.1 PVE

Ideefase	3.0 3.1	Het ontwerp bevat een <uniek> element. <Uniek> = Opvallend en eigenzinnig.	Marktonderzoek
		Constructie	
Materialisatie fase	4.0	De behuizing van de accu, de moter en het board zijn minimaal dompeldicht en volledig beschermd tegen stof volgens een ip67 waarde.	Product testen in een simulatie opstelling
Materialisatie fase	5.0 5.1 5.2	De eFoil beschikt over een <(V)ESC> dat de motor tot een max snelheid van 20km/h kan begrenzen volgens de <wet- & regelgeving>. <(v)esc> = Electronic Speed Controller. <(v)esc> = Hiermee reguleer je de stroomsterkte toevoer, wat voor de snelheid zorgt.	Huidig product onderzoeken
Materialisatie fase	6.0 6.1 6.2 6.3	Het product heeft een <verplaatsbare> <stroomvoorziening>. <Verplaatsbare> = Vrij beweegbaar, licht van gewicht en zonder vaste kabels. <Stroomvoorziening> = Kan minimaal voor een snelheid van 20 km/h zorgen. <Stroomvoorziening> = Moet minimaal 60 minuten meegaan.	Productonderzoek gericht op accu
Idee & concept fase	7.0 7.1 7.2 7.2.1	De boards kunnen <variëren> in het <drijfvermogen>. <Variëren> = Aanpasbaar op het niveau en/of gewicht van de gebruiker. <Drijfvermogen> = Het product moet minimaal drijven bij een <totaal> gewicht van 72,6kg. < totaal gewicht> = Accu (kg) + mast, motor, fuselage en wings (kg) + bovenlichaam man p95 (105,2/2=52,6kg) = 72,6kg	(Wens) Materiaalonderzoek, Drijfvermogen berekenen
Materialisatie fase	8.0 8.1	Het product heeft een <sterke> stijfheid. <Sterke> = Breekt niet bij het gebruik van iemand die 120 kg is.	Sterkte berekening materiaalonderzoek
Materialisatie fase	9.0	Het product is stoot bestendigd.	Materiaalonderzoek
Materialisatie fase	10.0 10.1 10.2	De <deelproducten> zijn <stevig> aan elkaar verbonden. <Deelproducten> = Board, accu, mast, motor, fuselage, wings & stabs. <Stevig> = Gaat niet met krachten en stoten van het water los.	Verbindingen onderzoeken
Conceptfase	11.0	Het product heeft zo min mogelijk weerstand van het water, zodat het zijn snelheid behoudt en het zo min mogelijk energie kost.	Materiaalonderzoek en productonderzoek
Materialisatie fase	12.0	Het product is met de hand <bestuurbaar>. <bestuurbaar> = Van een afstand van min 3 meter.	Productonderzoek gericht op controller
Ideefase	13.0 13.1	Het board heeft <grip>. <Grip> = De gebruiker glijd er niet van af.	Materiaalonderzoek Gebruikersonderzoek
Ideefase	14.0 14.1	Het product is <wendbaar> te besturen in het water. <Wendbaar> = Bochten maken van links naar rechts.	Vormstudie en product onderzoek

BIJLAGEN – 1.2 PVE

		Doelgroep	Gebruikersonderzoek
Analysefase	15.0	<Doelgroep> = Mannen en/of vrouwen tussen de 25 en 60 jaar.	
	15.1	<Doelgroep> = Beschikt over een boven modaal inkomen.	
	15.2	<Doelgroep> = Doen vaak aan <avontuurlijke sporten>.	
	15.2.1	<avontuurlijke sporten> = Zoals bijvoorbeeld klimmen, mountainbiken, duiken, kitesurfen & golfsurfen.	
	15.3	<Doelgroep> = Hebben affiniteit met <dure gadgets>.	
	15.3.1	<dure gadgets> = Zoals bijvoorbeeld drones, e-bikes, e-steps, e-skateboards, smartwatches & Ipads.	
Analysefase	16.0	<avontuurlijke sporten> = Zoals bijvoorbeeld klimmen, mountainbiken, duiken, kitesurfen & golfsurfen.	
	17.0	<dure gadgets> = Zoals bijvoorbeeld drones, e-bikes, e-steps, e-skateboards, smartwatches & Ipads.	
Analysefase	18.0	Het product is voor <verschillende niveaus> te gebruiken.	(Wens)
	18.1	<verschillende niveaus> = 1. Beginner, heeft veel drijfvermogen en stabiliteit nodig. 2. Intermediate, Heeft het drijfvermogen en stabiliteit nodig. 3. Pro, heeft weinig drijfvermogen en wil wendbaar zijn.	
		Productie	
Marktfase	19.0	Het product wordt <lokaler> geproduceerd dan de <huidige productieplek>.	Wens (In Nederland)
	19.1	<Lokaler> = Binnen Europa.	
	19.2	<Huidige productieplek> = China.	
Marktfase	20.0	Het board heeft een <goedkopere> fabricageprijs.	Kostenprijsberekening
	20.1	<Goedkopere> = Lager dan €1480,20.	
Marktfase	21.0	De stroomvoorziening heeft een <goedkoper> fabricageprijs.	(Wens) Kostenprijsberekening
	21.1	<Goedkopere> = Lager dan €1227,66.	
Materialisatie fase	22.0	Het product is <makkelijk> te produceren.	Productieonderzoek
	22.1	<Makkelijk> = Met machines, zonder veel nabewerking en handwerk.	
		Ergonomie	
Idee & concept fase	23.0	Het product is <makkelijker> te <vervoeren> naar de waterkant.	Flowchart handelingen, Gebruikersonderzoek
	23.1	<Makkelijker vervoeren> = Minder belasting op het lichaam dan de <huidige situatie>.	
	23.1.1	<Huidige situatie> = Het <verplaatsen> van een eFoil, dat +/- 30kg weegt en een grootte omvang heeft.	
	23.1.2	<Verplaatsen> = Optillen en lopen naar bestemming.	

BIJLAGEN – 1.3 PVE

Idee & concept fase	24.0	Het product is <makkelijk> <mee te nemen> in de auto.	(Wens) Gebruikersonderzoek
	24.1	<Makkelijk> = Weinig handelingen om het board <compact> te maken.	
	24.1.1	<compact> = Zo klein mogelijk.	
	24.2	<Meenemen> = Past minimaal in een <kleine> auto met de achterbank naar beneden.	
	24.2.1	<Kleine> = Waar gemiddeld maximaal 20 shoppers in kunnen.	
Idee & concept fase	25.0	Het product is <makkelijker> gereed te maken voor gebruik.	(Wens) Flowchart handelingen Gebruikersonderzoek
	25.1	<Makkelijker> = Met minder handelingen de mast op het board kunnen bevestigen.	
	25.2	<Makkelijker> = Met minder handelingen de accu kunnen installeren.	
	25.3	<Makkelijker> = Zonder gereedschap.	
Idee & concept fase	26.0	Het product is <makkelijk> op te bergen.	(Wens) Testen met gebruiker
	26.1	<makkelijk> = Zo klein mogelijk in een plek te plaatsen.	
Concep & materialisatie fase	27.0	Het product is <veilig> in gebruik.	Gebruikersscenario na simuleren
	27.1	<Veilig> = Je kunt je niet openhalen aan scherpe randen.	
		Wet- & regelgeving	
Marktfase	28.0	Bij een snelheid hoger dan 20 km/h, moet de gebruiker zich houden aan de <regels> van het binnenvaartpolitiereglement (BPR).	
	28.1	<Regels> = Vaarbewijsplicht (Binnenvaartwet).	
	28.2	<Regels> = Leeftijd bestuurder minimaal 18 jaar (artikel 1.09 lid 1 onder a BPR).	
	28.3	<Regels> = Registratieplicht (artikel 8.01 en 8.02 BPR).	
	28.4	<Regels> = Alleen op aangegeven vaargebieden varen.	
	28.5	<Regels> = Er moet een reddingsvest gedragen worden (artikel 8.05 lid 5).	
Marktfase	29.0	Bij een snelheid lager dan 20 km/h, moet de gebruiker zich houden aan de <regels> van het binnenvaartpolitiereglement (BPR).	
	29.1	<Regels> =Bij een snelheid hoger dan 13 km/h is de leeftijd van de bestuurder minimaal 16 jaar om zelfstandig te kunnen varen(artikel 1.09 lid 1 onder a BPR).	
	29.2	<Regels> =Bij een snelheid lager dan 12 km/h is de leeftijd van de bestuurder minimaal 12 jaar om zelfstandig te kunnen varen(artikel 1.09 lid 1 onder a BPR).	
		Milieu	
Materialisatie fase	30.0	Het ontwerp is <duurzaam>.	(Wens) LCA uitvoeren
	30.1	<Duurzaam> = Het product heeft een lagere LCA score dan de huidige versie van 2Foil.	
		Wensen	
	31.0	Wordt in Nederland geproduceerd.	Producent benaderen

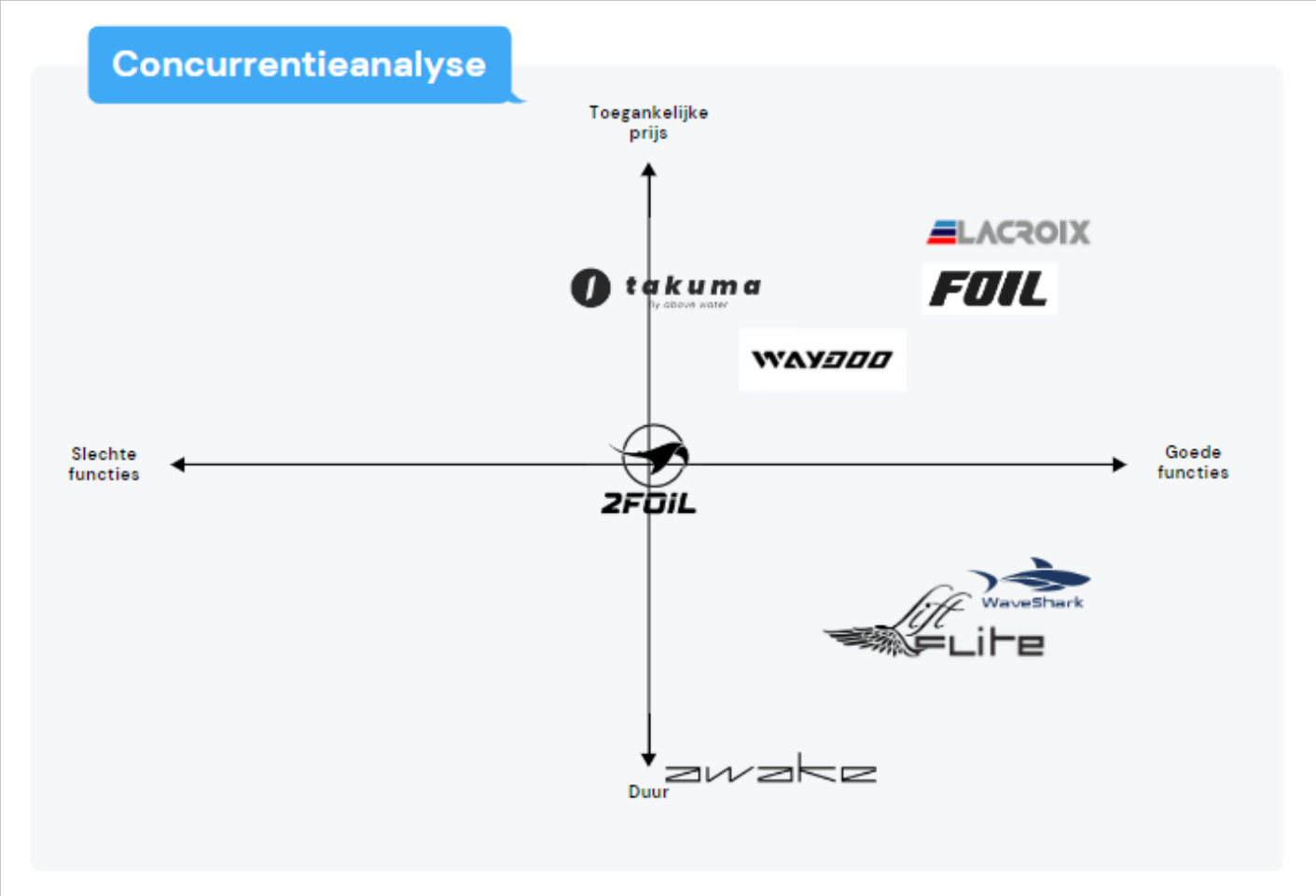
BIJLAGEN – 1.4 PVE

	32.0	Beschikt over een modula ir systeem gericht op markttoegankelijke accu's.	
	33.0	Is zo compact mogelijk.	
	34.0	Onderscheidt zich van zijn concurrenten.	
	35.0	Is zo goedkoop mogelijk te produceren.	
	36.0	Is met zo min mogelijk moeite en in zo weinig mogelijk tijd te (de)monteren.	
	37.0	Heeft een lange levensduur.	

BIJLAGEN – 2 Kessering

	Wee gfact or (1-3)	2Foil	Waydoo	Flite	Takuma	Lift	Foil	Awake	Lacroix	Wavesh ark
1.. Prijs	3	2 6	2 6	2 6	3 9	2 6	3 9	1 3	4 12	2 6
2.0 Kwaliteit	3	3 9	4 12	5 15	3 9	5 15	5 15	4 12	2 6	5 15
3.0 Innovatief	2	2 4	2 4	2 4	2 4	2 4	2 4	3 6	4 8	4 8
4.0 Learning curve (Overstapopties hoger niveau)	2	2 4	1 2	3 6	2 4	3 6	3 6	1 2	3 6	2 4
5.0 Gebruiksvriendelijk	2	2 4	3 6	2 4	2 4	2 4	2 4	4 8	3 6	3 6
Totaal:		27	30	35	30	35	38	31	38	39

BIJLAGEN – 3 Analyse



BIJLAGEN – 4.0 Concurrenten

Waydoo : <https://waydootech.com/products/flyer-one-plus-efoil>

6.649 EU

Wat opvalt aan dit board is dat het een gebruiksvriendelijke accu heeft. Deze hoeft je er alleen in te leggen en hij klikt er als het ware in. Daarna hoeft je maar 2 draaiknoppen een kwartslag te draaien om de bovenkant te sluiten. Dit zijn maar 3 handelingen. Alhoewel de vaarduur 120 min bedraagt zeggen verschillende recensies dat deze accu maar 60 min meegaat. Het board is in carbon of EPP verkrijgbaar. EPP is minder bros dan carbon en kan zich beter verweren tegen stoten. De wings zijn van carbon, wat gebruikelijk is.



Flite : <https://eu.fliteboard.com/pages/fliteboard>

10.600 EU

Dit board wordt in elkaar gezet net als de 2foil met 4 bouten, 2 kabels op de accu en een klep die dicht wordt gedraaid met 2 draaiknoppen. Niet heel innovatief alleen het onderstel is anders vormgegeven waarbij de motor is samengevoegd met de fuselage. Hiernaast heeft Flite wel de meeste mogelijkheden voor elk gebruikersniveau en kun je met dit board zeker 120min gemiddeld varen.



Takuma : <https://takuma.com/en/full-sets/290-efoil-cruising-2-plus.html>

5.890 EU

De Takuma lijkt erg veel op de versie van 2foil hij heeft alleen 2 kabels minder wat makkelijker is te monteren. Ook heeft het veel handvatten wat voor beginners prettig is. Daarnaast hebben ze veel keuze in wings en zijn er 3 verschillende boards. Takuma heeft net een nieuwe eFoil gelanceerd die gebruik maakt van een jet. Dit is gebruiksvriendelijker aangezien de motor volledig is afgeschermd.



Lift : <https://liftfoils.com/nl/products/lift3f>

9.999 EU

Bij dit board ben je de meeste handelingen kwijt. Er zijn 5 kabels die gekoppeld moeten worden als je de accu wilt installeren. Ook is het daarnaast dan nog nodig om de waterkoelingskabel te bevestigen. De velen kabels hebben als doel dat het makkelijker is om onderdelen te vervangen. Dit is vrij uniek bij dit board maar andere motoren lijkt dit niet nodig te hebben of zijn op een gebruiksvriendelijkere manier opgelost. Ze hebben 2 accu's beschikbaar waarbij je 60 of 90 min mee kan varen, alleen betaal je voor de langere +/- 800 euro meer.



BIJLAGEN – 4.1 Concurrenten

Foil : <https://www.getfoil.com/order/>

5.999 EU

Bij Foil zitten er een paar goede functies. Full color display met gps tracking in de controller. Maar 1 kabel voor de accu en 2 draaiknoppen om de klep dicht te draaien. Aluminium grills om de motor mee te koelen. De controller laadt op via de accu. Forged carbon fiber wings met een carbon board. Vaart 120 min +/- . De motor heeft geen bekapping wat wellicht onveilig kan zijn.



Awake : <https://awakeboards.com/products/awake-vinga>

12.900 EU

Erg makkelijk in elkaar te zetten want je hebt geen bouten nodig alleen maar 2 hendel klemmen en er zijn geen losse kabels. Het heeft een accu die toepasbaar is voor andere boards van dit merk en een propeller die volledig is afgeschermd. Makkelijker te vervoeren doordat het zo makkelijk in elkaar te zetten is kun je dat ook aan de waterkant doen. Heeft een handvat aan de bovenkant, wat volgens de gebruiker de beste plaatsing is.



Lacroix : <https://lacroixboards.com/pages/efoil>

4.899 EU

Modulair in gebruik want het is een compleet onderstel die toepasbaar is op al je eigen boards. Zo maken ze het eFoilen toegankelijker. Hiernaast is het ook nog makkelijk om je eigen wings er op te bevestigen. Over de specificaties valt nog weinig te zeggen aangezien het product nog niet gelanceerd is.



Waveshark : <https://www.waveshark.com/eu/product/foil-1/>

9.999 EUR excl. tax, excl. shipping

Waveshark heeft een innovatief element toegevoegd aan hun product. Ze maken namelijk gebruik van een rode ledbalk aan de achterkant dat de richting weergeeft aan de omgeving. Hiernaast hebben ze ook een accu ook gebruiksvriendelijker ontworpen met nieuwe knob battery locks. Dit merk is erg innovatief alleen wel best prijzig.



BIJLAGEN – 5.0 Regels

§ 3. Vaarbewijs		    
Artikel 13		12     
1	Voor de vaart op rivieren, kanalen en meren is de gezagvoerder voorzien van een groot, beperkt groot, dan wel klein vaarbewijs, voor rivieren, kanalen en meren.	
2	Voor de vaart op de overige binnenwateren is de gezagvoerder voorzien van een groot, beperkt groot, dan wel klein vaarbewijs, voor alle binnenwateren.	
3	Voor de toepassing van het eerste lid worden onder rivieren, kanalen en meren verstaan de binnenwateren met uitzondering van de Westerschelde, de Oosterschelde, de Waddenzee, de Eems, de Dollard, het IJsselmeer, het IJmeer en het Markermeer met uitzondering van de Gouwezee.	
Artikel 16		36     
Een klein vaarbewijs is vereist voor het voeren van:		
a.	schepen met een lengte van ten minste 15 en minder dan 20 meter die niet behoren tot de in artikel 14, eerste lid, onderdelen b, c, en d, bedoelde categorieën ;	
b.	pleziervaartuigen met een lengte van ten minste 15 meter en minder dan 25 meter;	
c.	sleepboten, duwboten of sleepduwboten met een lengte van ten minste 15 meter en minder dan 25 meter, indien:	
1°.	ze blijken een verklaring van Onze Minister uitsluitend worden gebruikt als pleziervaartuig, en	
2°.	ze overeenkomstig de voorwaarden gesteld op die verklaring worden gebruikt, of	
d.	schepen met een lengte van minder dan 15 meter die door middel van de eigen mechanische voortstuwingsmiddelen een snelheid van meer dan 20 kilometer per uur ten opzichte van het water kunnen bereiken, en niet behoren tot de in artikel 14, eerste lid, onderdelen b, c, d en e, genoemde schepen .	

BIJLAGEN – 5.1 Regels

Artikel 25		135     
1	Voor het voeren van bij of krachtens algemene maatregel van bestuur te bepalen categorieën van schepen is aan de gezagvoerder een geldig vaarbewijs afgegeven.	
2	Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur worden de verschillende soorten vaarbewijzen en de geldigheidsduur vastgesteld.	
3	Dit artikel is niet van toepassing op de gezagvoerder aan wie een bij of krachtens algemene maatregel van bestuur aan te wijzen gelijkwaardig document is afgegeven.	
4	Het is verboden een schip te gebruiken zonder dat aan de gezagvoerder het daarvoor vereiste geldige vaarbewijs is afgegeven.	
5	Het voeren of als gezagvoerder doen voeren van een schip is verboden aan degene:	
a.	die weet of redelijkerwijs moet weten dat een op zijn naam gesteld vaarbewijs voor een gedeelte of het geheel van de geldigheidsduur ongeldig is verklaard, gedurende dat gedeelte of het geheel van de geldigheidsduur,	
b.	aan wie ingevolge artikel 35b van de Scheepvaartverkeerswet de bevoegdheid tot het voeren van schepen is ontzegd, gedurende de termijn van ontzegging, of	
c.	van wie het vaarbewijs of het bewijs van vrijstelling of ontheffing, bedoeld in artikel 31 , met toepassing van de artikelen 35a of 35c van de Scheepvaartverkeerswet is ingenomen en niet is teruggegeven.	
Artikel 26		5     
1	Onze Minister verstrekt een vaarbewijs na overlegging van verklaringen waaruit blijkt, dat de aanvrager voldoet aan bij of krachtens algemene maatregel van bestuur te stellen voorschriften om het binnenschip veilig te voeren.	
2	De in het eerste lid bedoelde voorschriften hebben betrekking op:	
a.	de lichamelijke en geestelijke geschiktheid; en	
b.	de kennis en de bekwaamheid om het binnenschip te voeren.	
3	De in het eerste lid bedoelde voorschriften kunnen betrekking hebben op de vaartijd. Onder vaartijd wordt verstaan de tijd die na het bereiken van de leeftijd van 16 jaar is doorgebracht als lid van de dekbemannning van een schip.	
4	De in het eerste lid bedoelde voorschriften kunnen verschillend zijn naar gelang het soort vaarbewijs.	

BIJLAGEN – 5.2 Regels

Artikel 27

14

1

Een vaarbewijs of bewijs van vrijstelling of ontheffing, bedoeld in [artikel 31](#), wordt niet afgegeven aan degene:

a.

die de leeftijd van 18 jaar nog niet heeft bereikt;

b.

van wie het bewijs ongeldig is verklaard, gedurende de termijn van ongeldigheid;

c.

aan wie ingevolge [artikel 35b van de Scheepvaartverkeerswet](#) de bevoegdheid tot het voeren van schepen is ontzegd, gedurende de termijn van ontzegging; of

d.

van wie het bewijs met toepassing van de [artikelen 35a](#) of [35c van de Scheepvaartverkeerswet](#) is ingenomen en niet is teruggegeven.

2

Voor de toepassing van het eerste lid, onderdeel b, wordt onder vaarbewijs mede verstaan een vaarbewijs, afgegeven door het daartoe bevoegde gezag buiten Nederland, waarvan de houder in Nederland woont.

Artikel 1.09. Sturen van een schip

37

1

Een schip mag niet varen, indien het sturen niet wordt verricht door een daartoe bekwaam persoon. Voor deze persoon geldt:

a.

een minimum leeftijd van 18 jaar voor het sturen van een snelle motorboot;

BIJLAGEN – 5.3 Regels

Artikel 8.01. Registratiebewijs

17

1

Een snelle motorboot moet ten name van de eigenaar zijn geregistreerd bij een door de Minister van Infrastructuur en Milieu aangewezen instelling. Deze instelling kent aan hem een registratieteken toe en geeft een bijbehorend registratiebewijs af volgens een door de Minister van Infrastructuur en Milieu vastgesteld model.

2

Het registratiebewijs bedoeld in het eerste lid moet tijdens het varen met een snelle motorboot aan boord aanwezig zijn.

3

De Minister van Verkeer en Waterstaat kan nadere regels stellen met betrekking tot de registratie.

Artikel 8.02. Registratieteken

9

1

Een snelle motorboot mag niet deelnemen aan de scheepvaart indien hij niet is voorzien van het, door de in [artikel 8.01, eerste lid](#), bedoelde instelling toegekende registratieteken. Dit teken bestaat uit een of meer letters en een nummer, met een hoogte van ten minste 150 mm, een breedte van ten minste 100 mm en een stamdikte van ten minste 20 mm. Het moet goed waarneembaar zijn en in een van de ondergrond afwijkende kleur zijn aangebracht aan weerszijden van de boot.

2

Een snelle motorboot, welke tengevolge van de constructie niet kan voldoen aan het in het eerste lid bepaalde omtrent de grootte van de registratieletters en nummers, moet zijn voorzien van een of meer letters en een nummer van ten minste respectievelijk 100 mm, 60 mm en 15 mm.

Artikel 8.05. Verplichtingen bestuurder

16

1

De bestuurder van een snelle motorboot moet tijdens het varen:

a.

zijn gezeten op de voor hem bestemde zitplaats;

b.

te allen tijde gebruik maken van de technische inrichting, bedoeld in [artikel 8.03 onderdeel d](#);

c.

zich zodanig gedragen, dat geen hinder of gevaar voor andere gebruikers van het vaarwater wordt veroorzaakt.

2

De bestuurder draagt er zorg voor dat de motor van een snelle motorboot geen onnodige geluidhinder veroorzaakt.

3

De bestuurder draagt er zorg voor dat de motor van een stilliggende snelle motorboot niet onnodig lang of zonder redelijk doel in werking wordt gehouden.

4

De verplichting, genoemd in het eerste lid, onder a, is niet van toepassing indien de constructie van een snelle motorboot zodanig is dat de bestuurder het schip ook veilig staande dan wel slechts staande kan besturen.

BIJLAGEN - 6.0 Consument

Moodboards

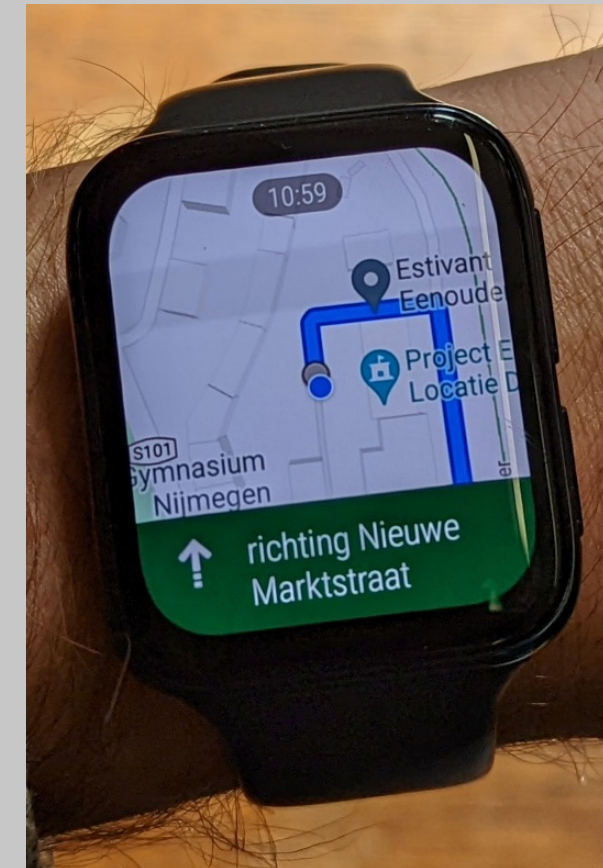
DOELGROEP

'Het is voor avontuurlijke techfanaten'

AVONTUURLIJKE TECHNOLOGIE

BIJLAGEN - 6.1 Consument

SmartWatch - Apple



Ebike - VanMoof



Charger - Miele



BIJLAGEN - 6.2 Consument

Electrisch Skateboard



Electrische auto



Smart home system



INNOVATIEF EN (FUN)CTIONEEL

BIJLAGEN - 6.3 Consument

Drone - EASA



Electrische step

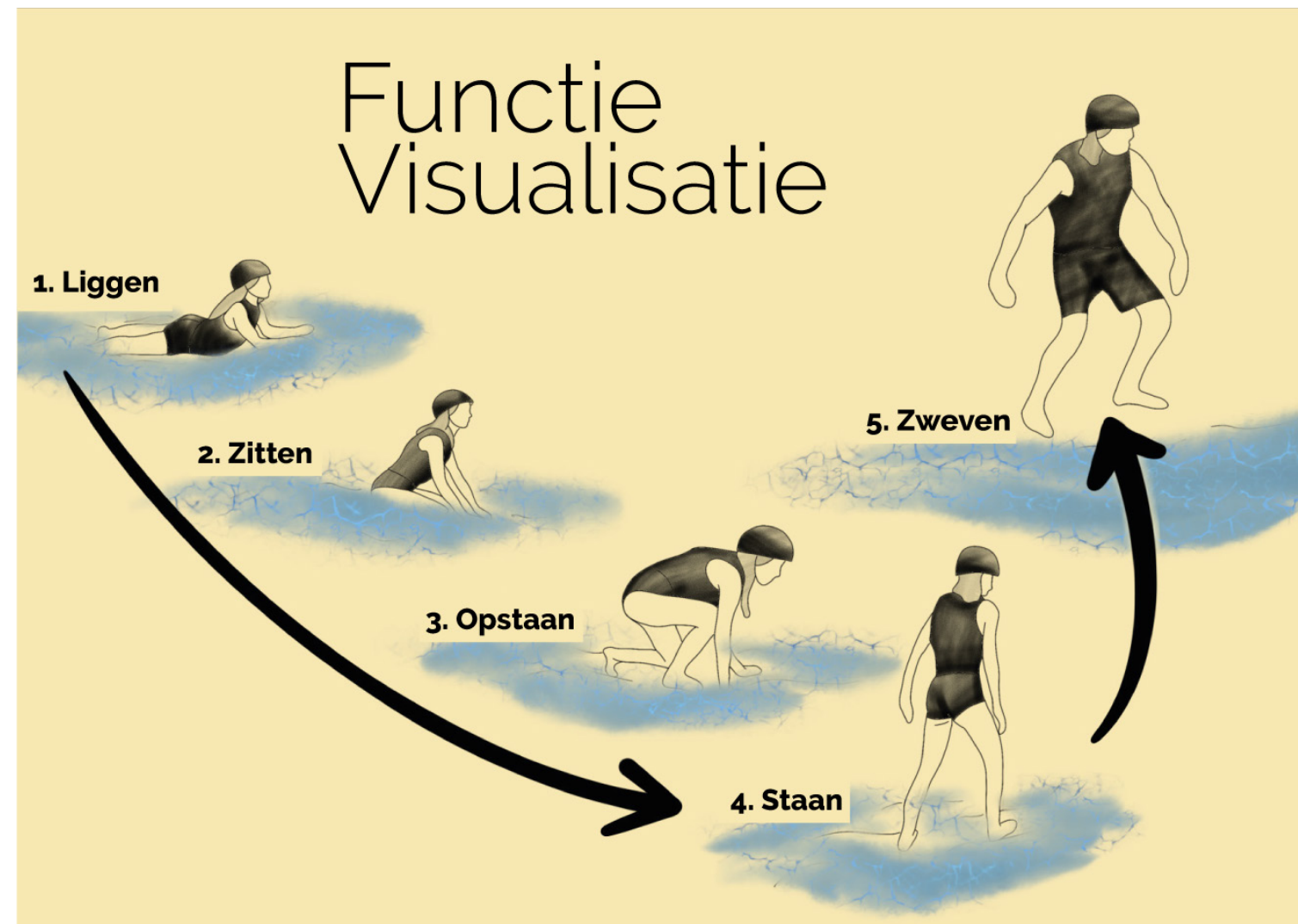


Playstation 5 - Sony



TOEGANKELIJK EN LEUK

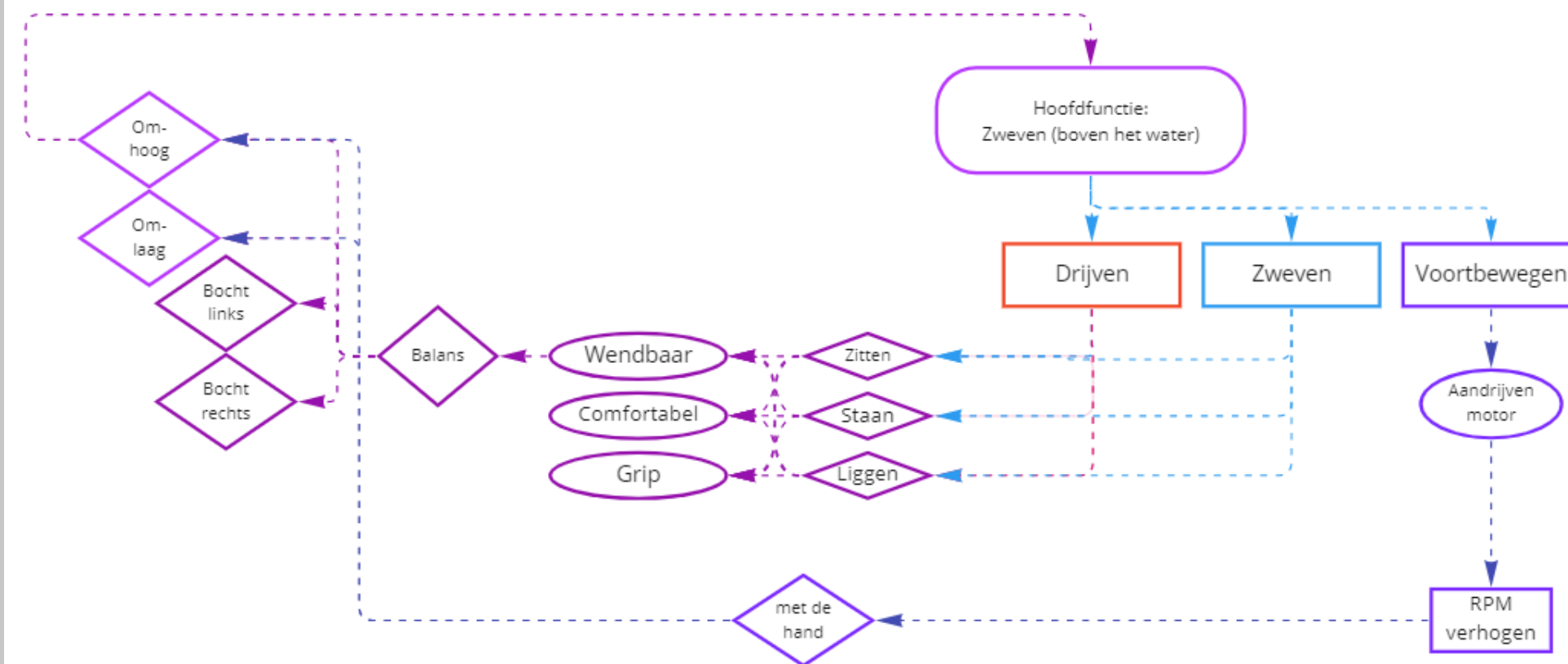
BIJLAGEN - 7 Functievisualisatie



BIJLAGEN - 8 Functieboom

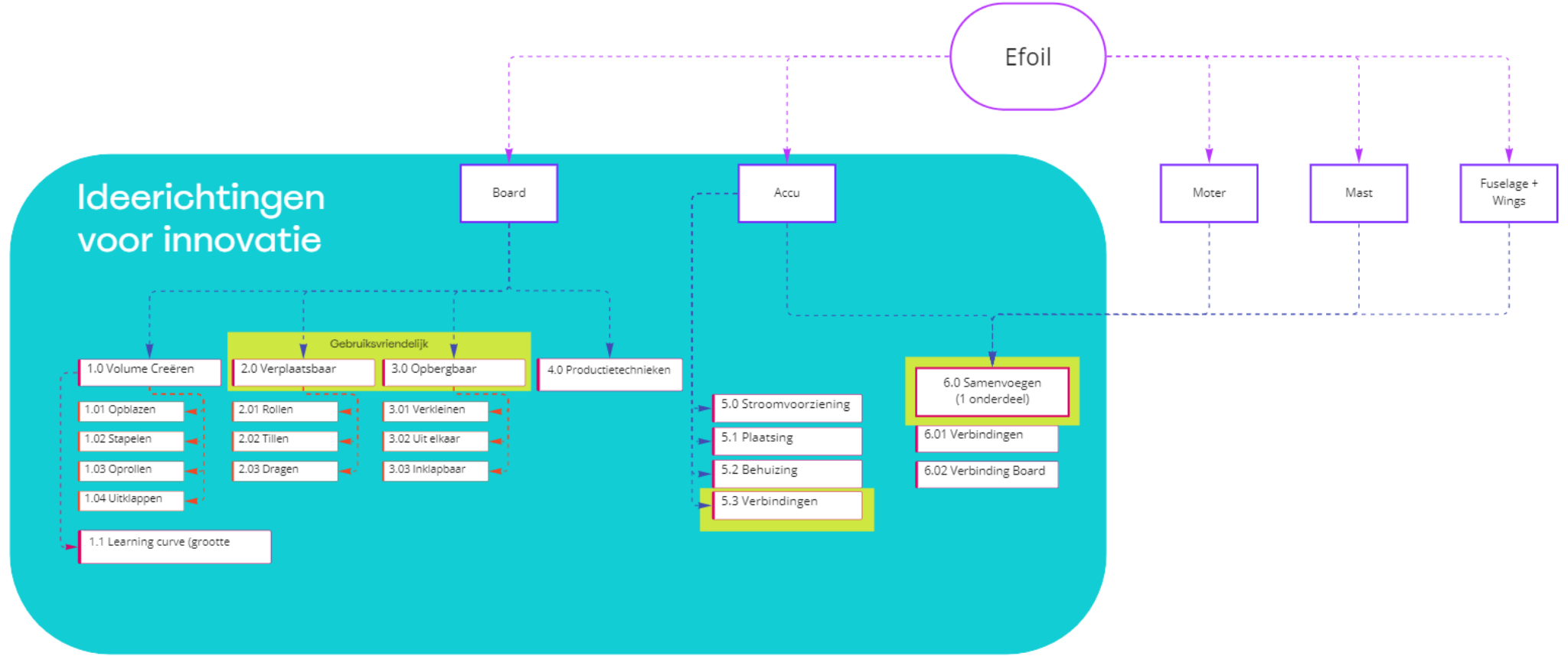
Functieboom

Wanneer de eFoil aanstaat in het water

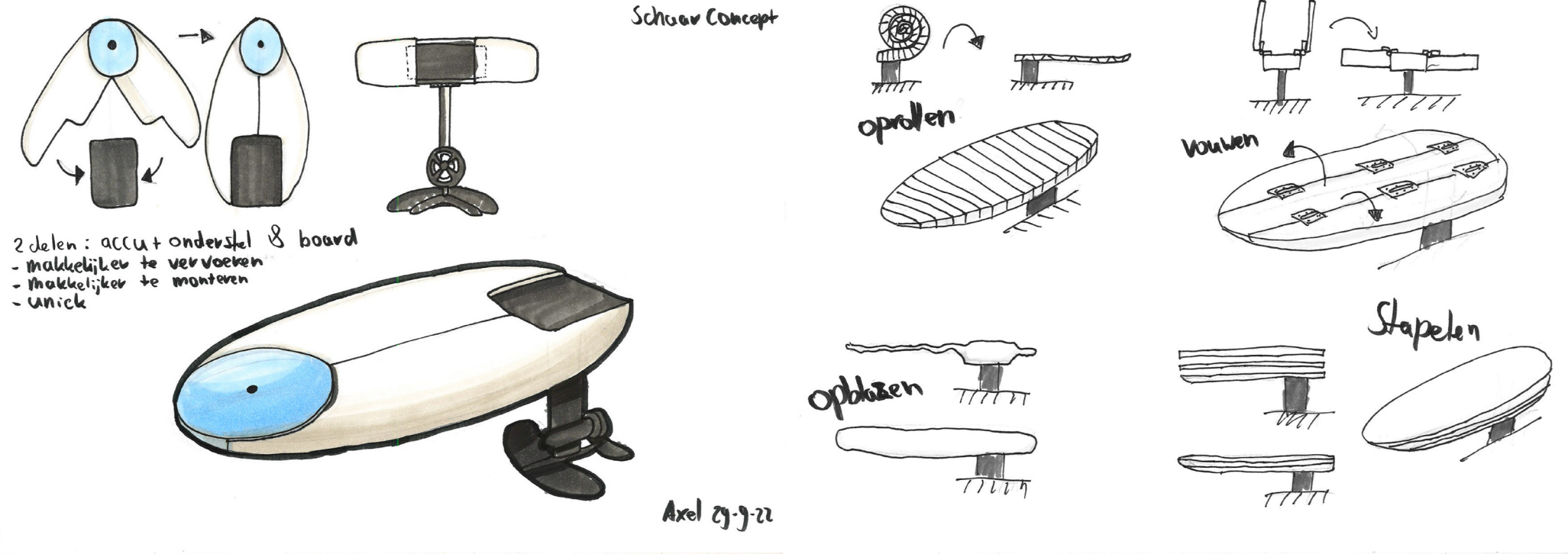


Zweven wordt bereikt bij de ideale balans van het zwaartepunt in combinatie met de juiste snelheid.

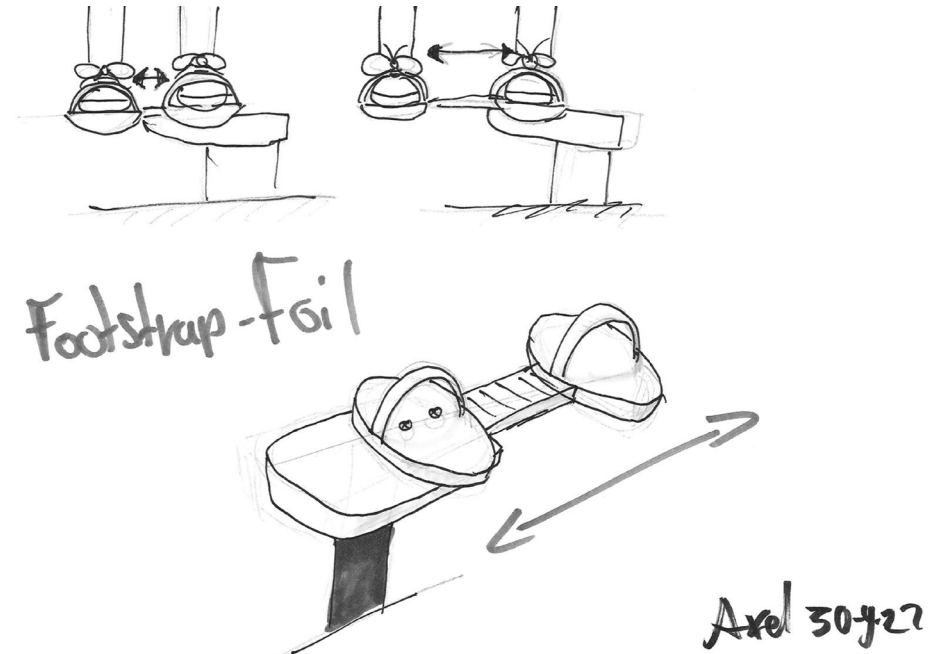
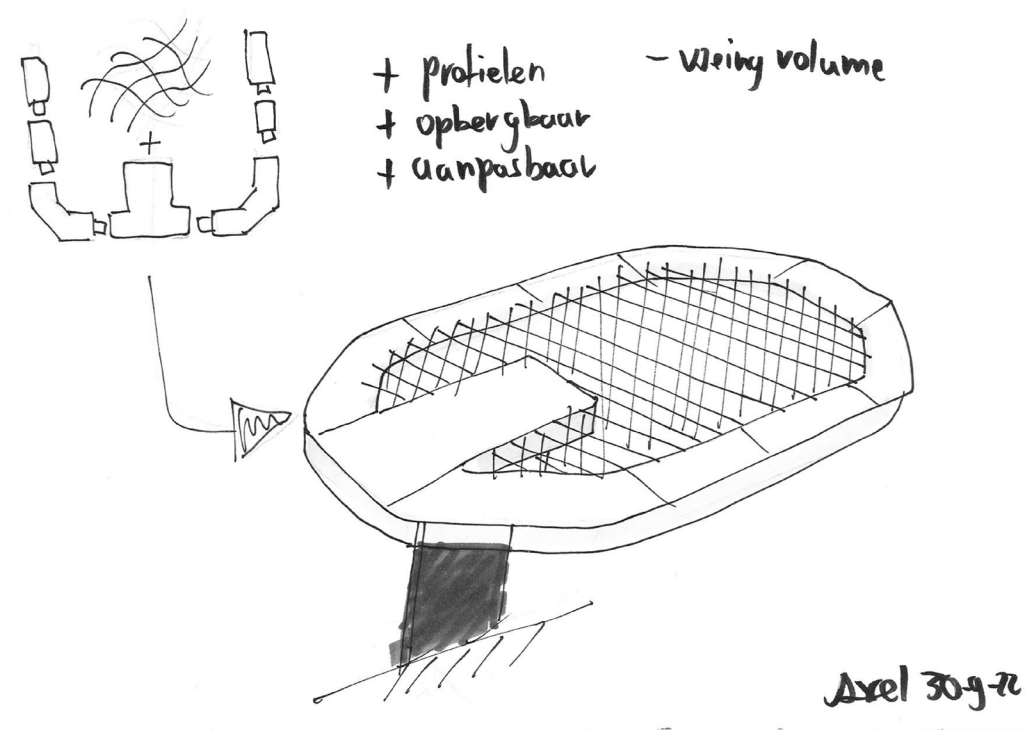
BIJLAGEN – 9 Mindmap



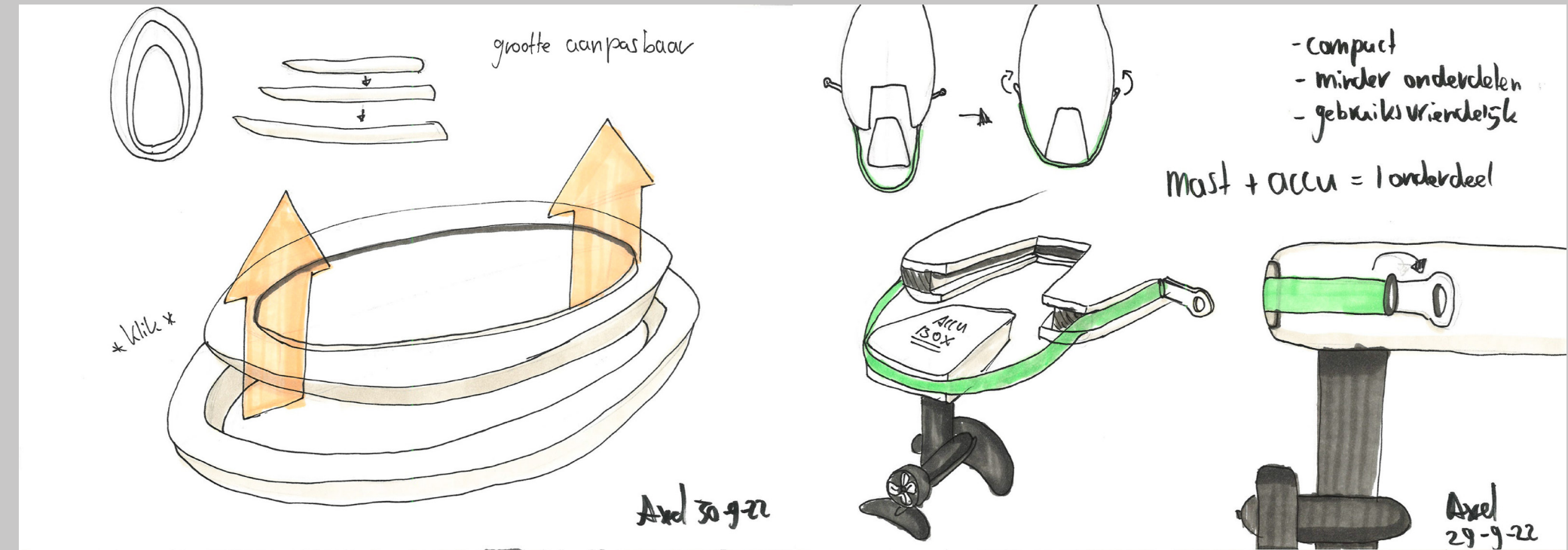
BIJLAGEN – 10.0 Schetsen



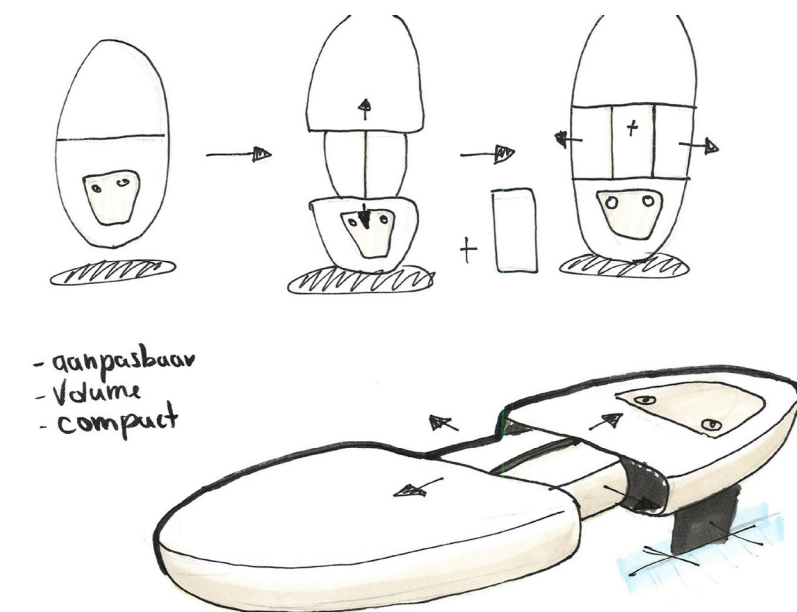
BIJLAGEN - 10.1 Schetsen



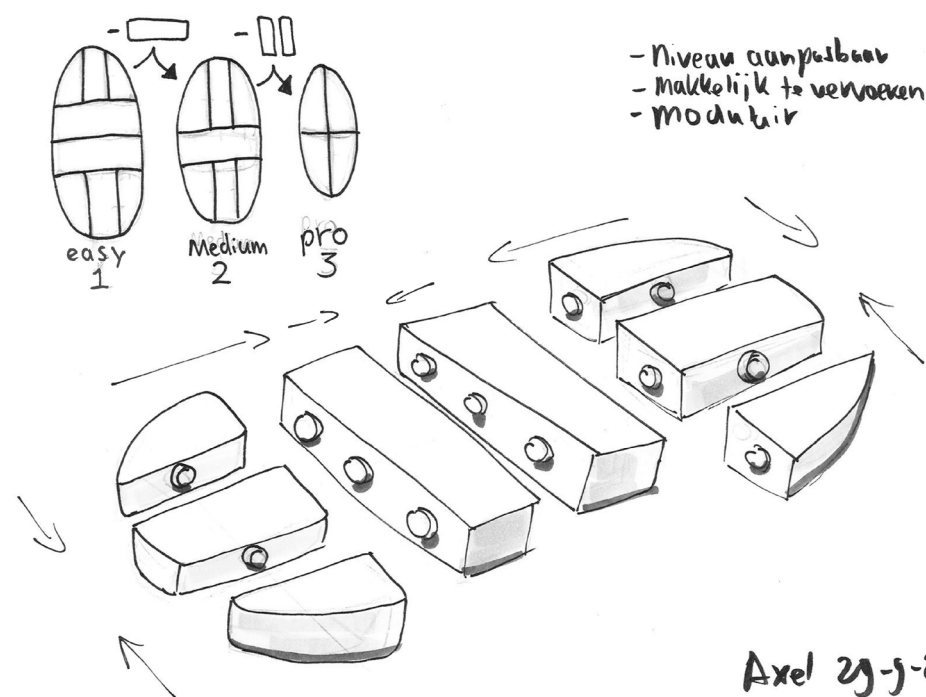
BIJLAGEN - 10.2 Schetsen



BIJLAGEN - 10.3 Schetsen

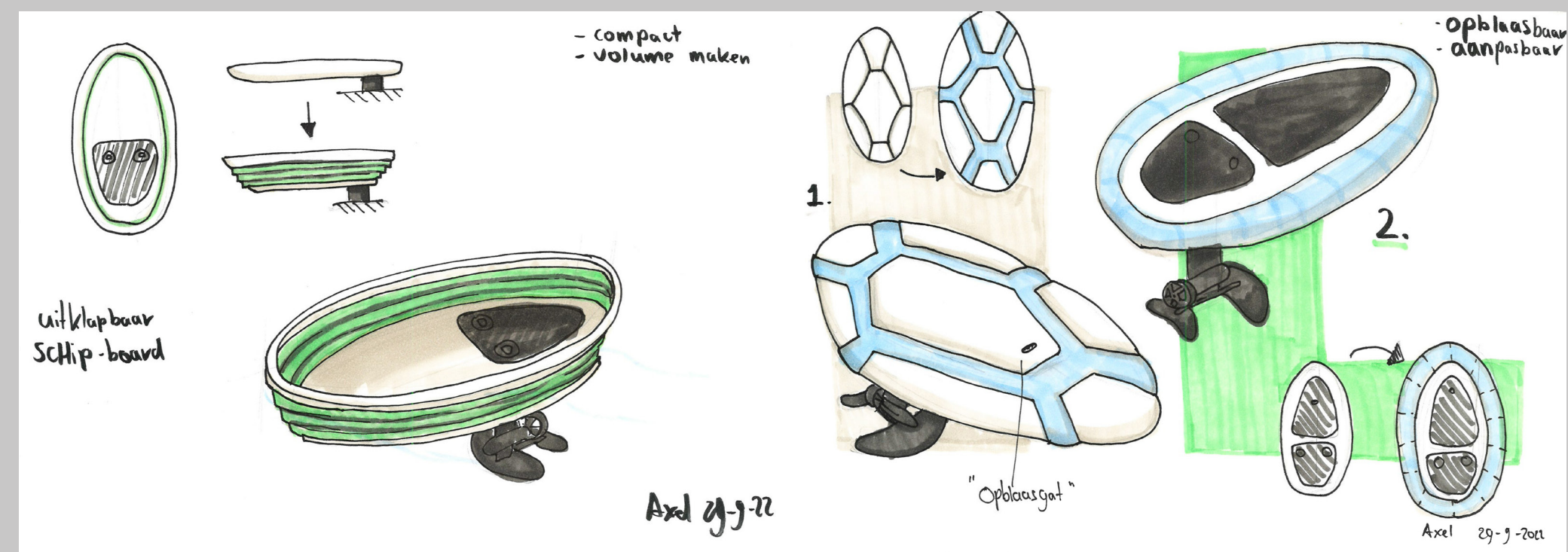


Axel 29-9-22



Axel 29-9-22

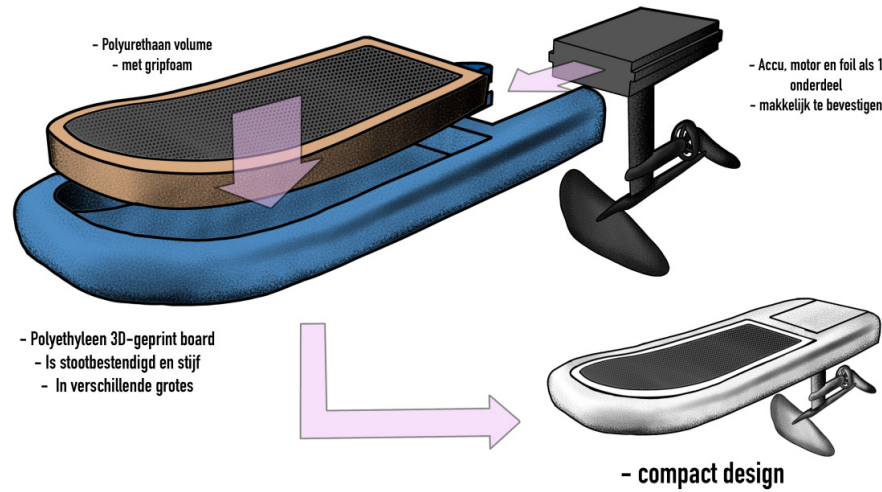
BIJLAGEN - 10.4 Schetsen



Axel 29-9-22

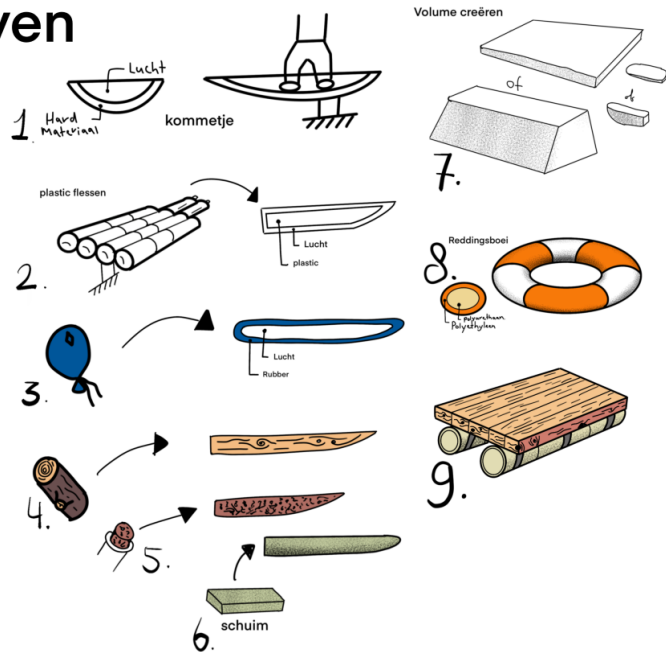
BIJLAGEN - 10.5 Schetsen

Concept - modulaire efoil



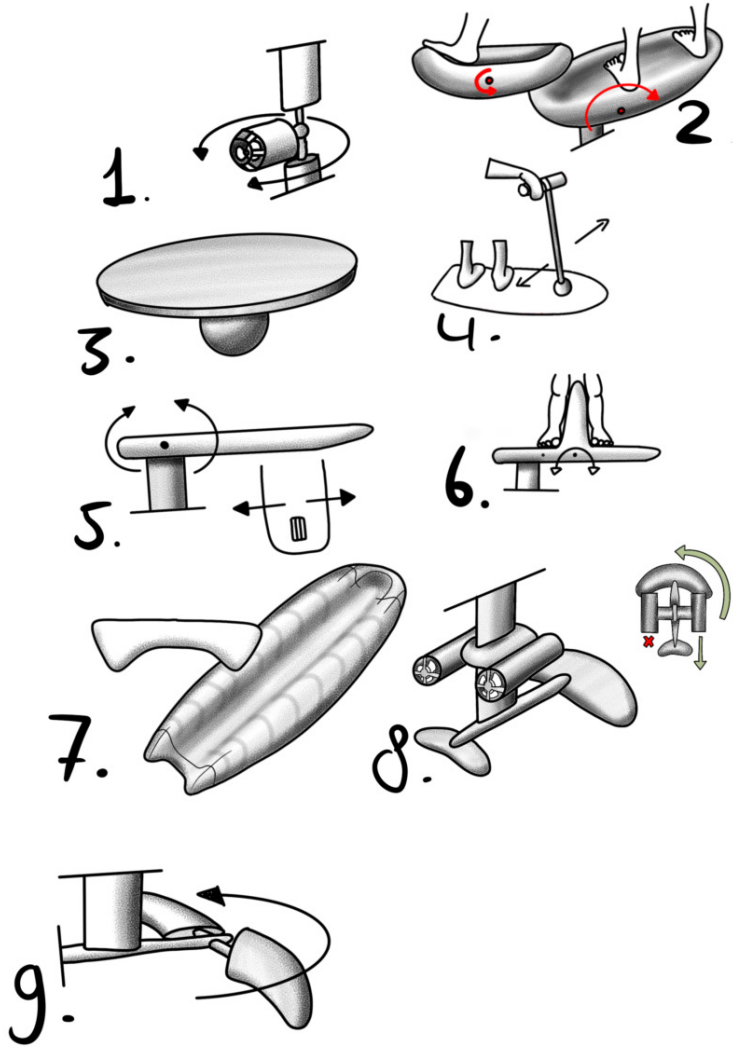
Axel Ribberink
371983
09-10-2022

Drijven



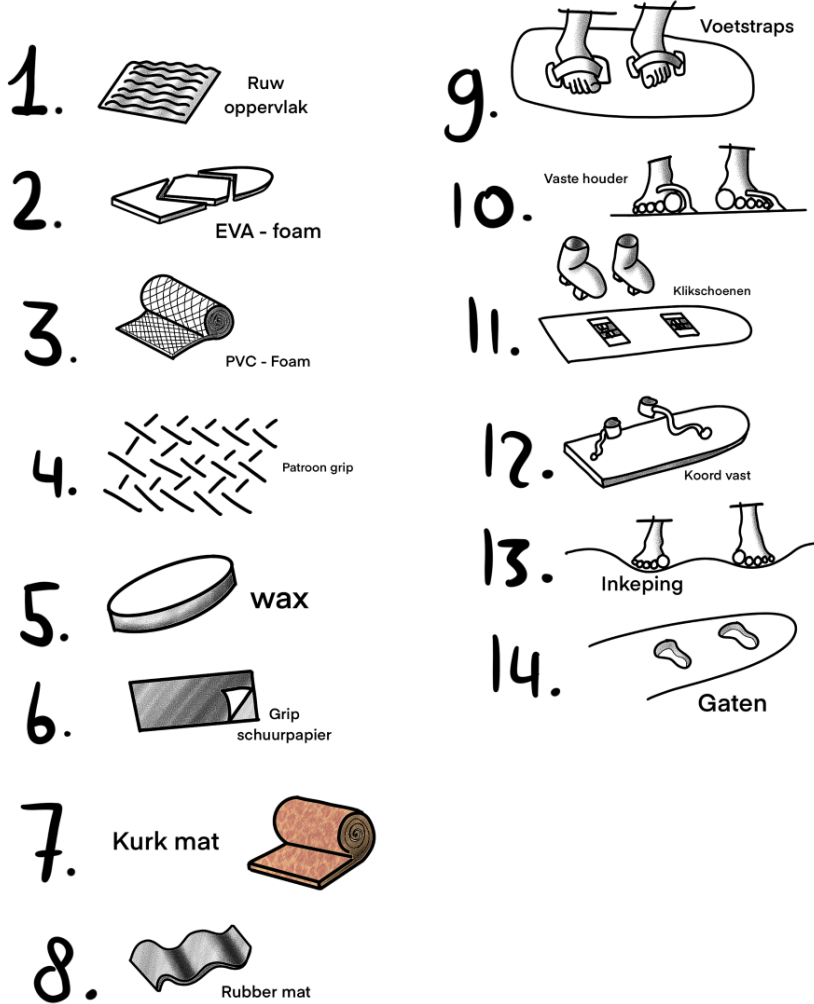
BIJLAGEN - 10.6 Schetsen

Wendbaar/Balans



Grip - Staàn

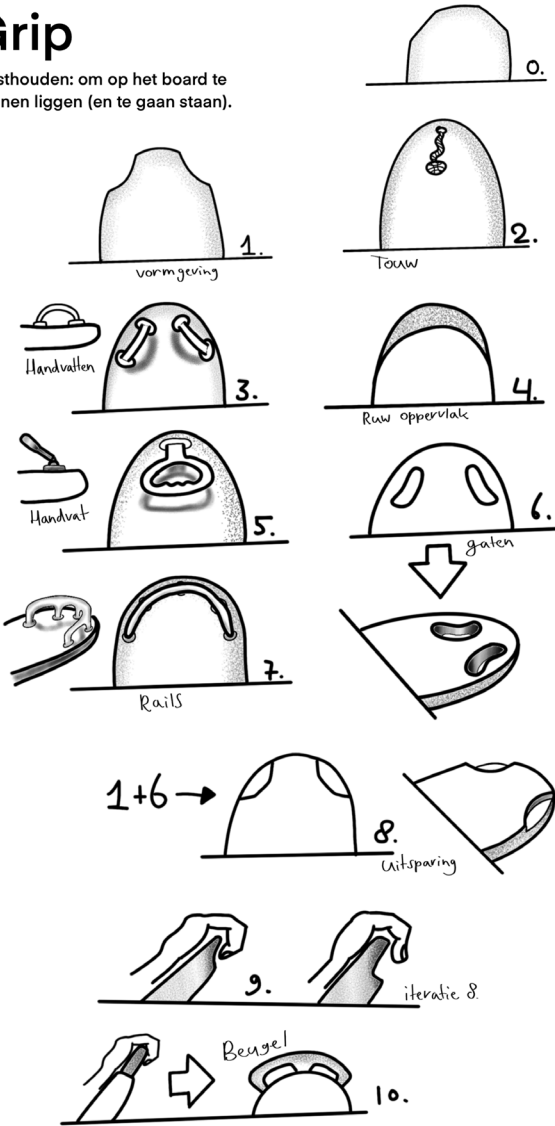
Grip om er niet van af te glijden en zwaartepunt te kunnen verplaatsen.



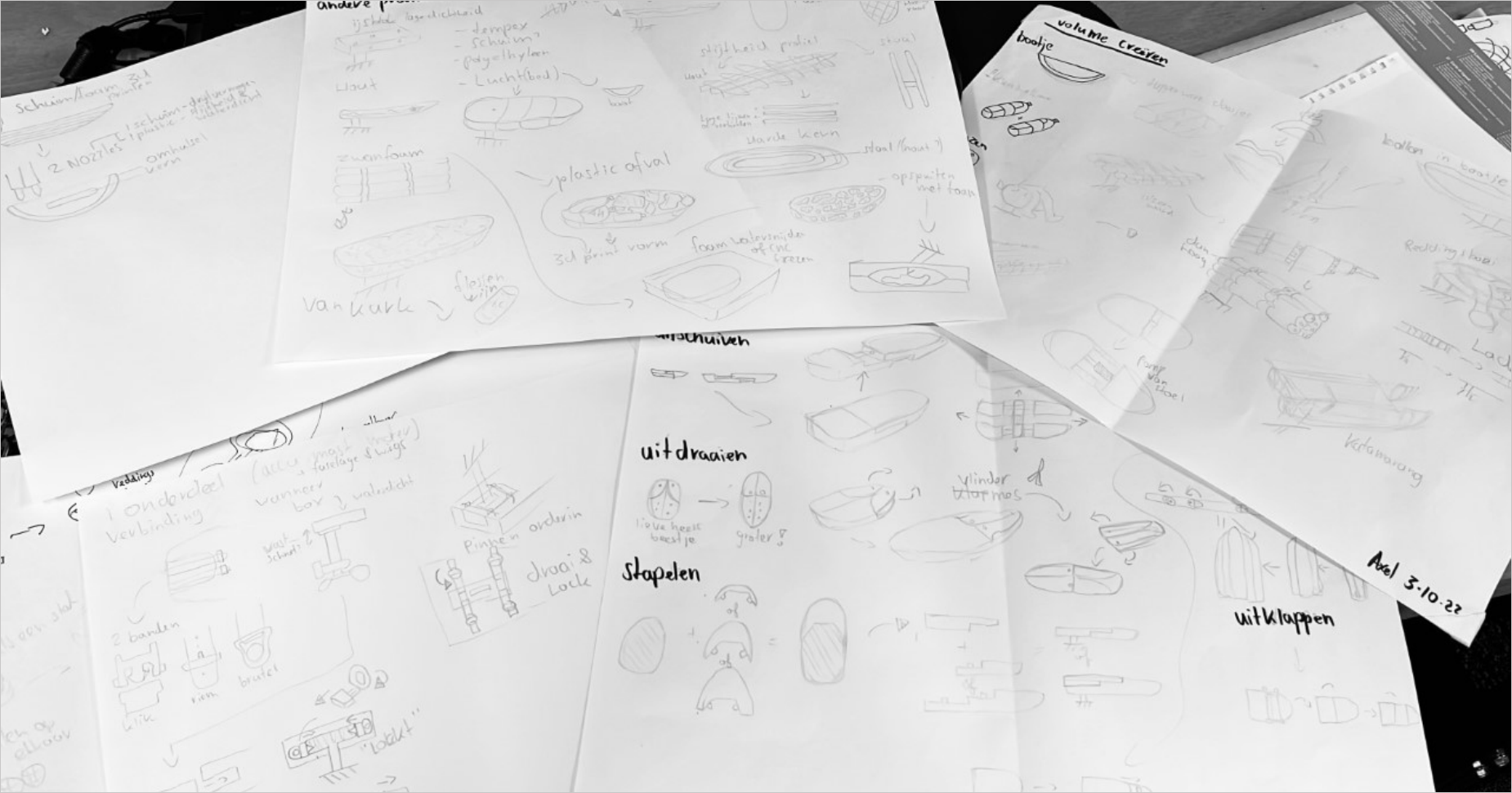
BIJLAGEN - 10.7 Schetsen

Grip

Vasthouden: om op het board te kunnen liggen (en te gaan staan).



BIJLAGEN - 10.8 Schetsen



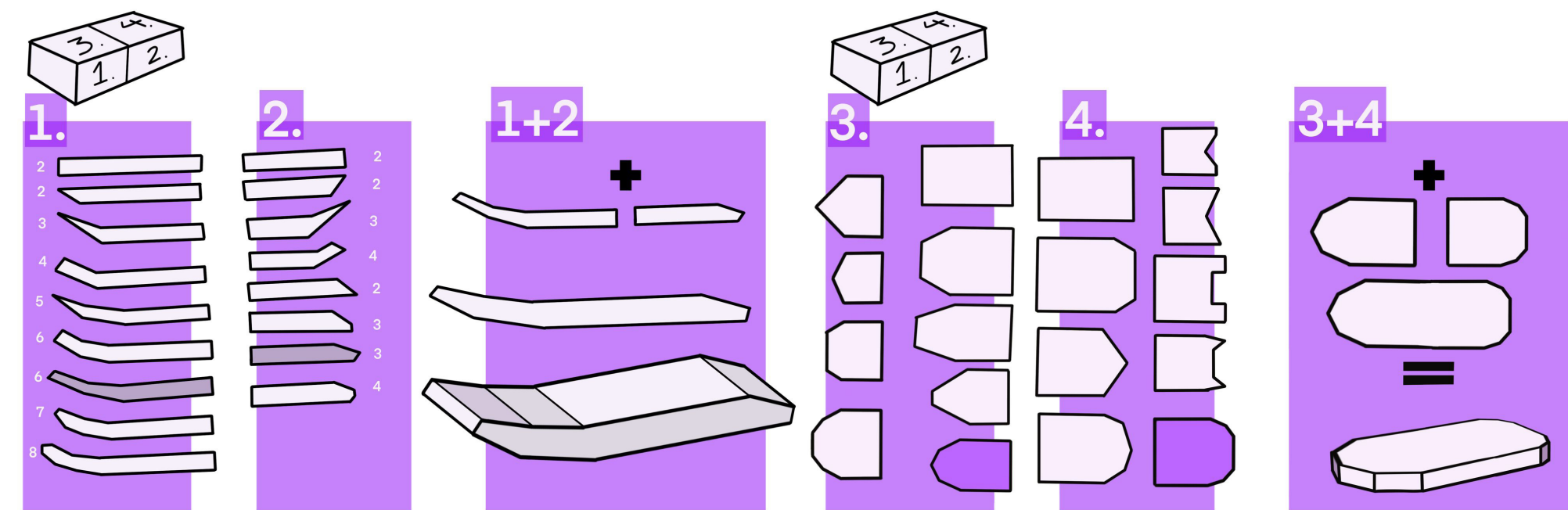
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.

DRIJFVERMOGEN De efoil moet kunnen drijven op het water.		
GRIP Voor het opstarten moet de gebruiker zich op het board kunnen trekken met zijn handen en armen.		
GRIP De gebruiker moet grip hebben tijdens het vliegen, zodat je er niet vanaf valt en beter je zwaartepunt kan verplaatsen.		
WENDBAARHEID/BALANS De gebruiker moet bochten kunnen maken.		
COMFORT Het board moet een zacht oppervlakte hebben, zodat je niet je lichaam kan bezoren.		
NIVEAU Het board kan verhogen in volume voor verschillende niveaus.		
OPBERGBAAR Het board is zo compact mogelijk ontworpen, zodat het makkelijk is op te bergen.		
VERVOER Het board is makkelijker te vervoeren.		

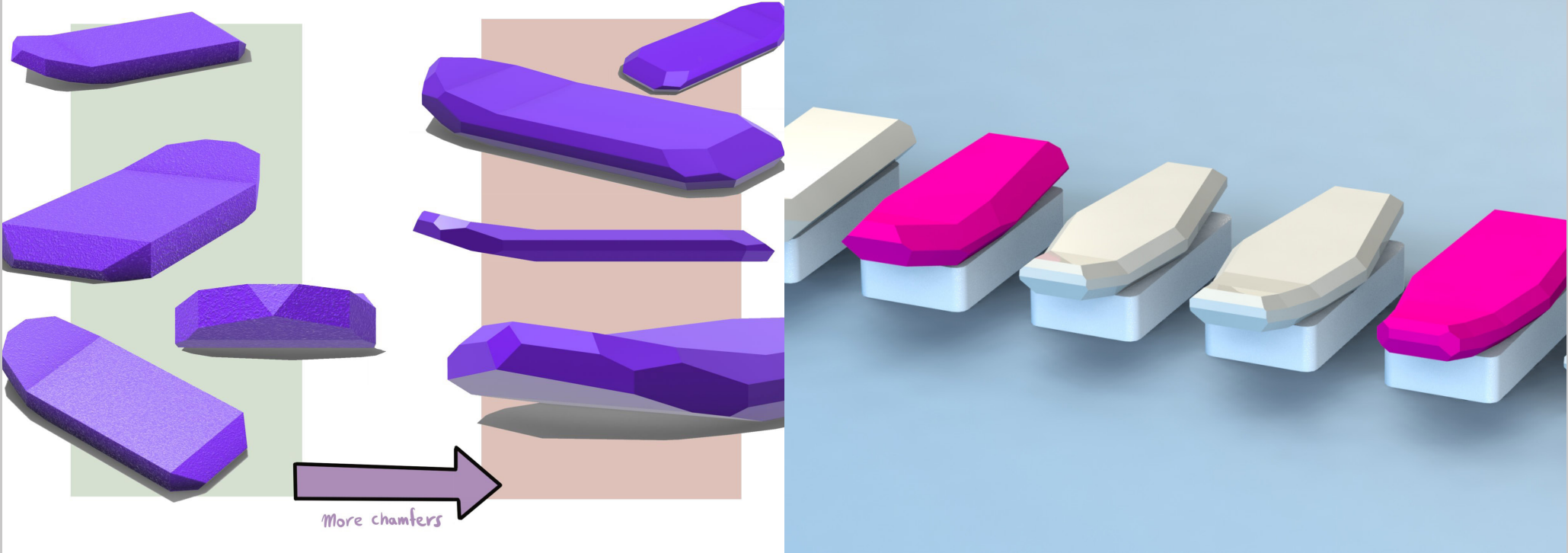
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
STIJFHEID Het board moet sterk zijn, zodat hij niet breekt als iemand van 105,2kg erop staat.												
STOOT BESTENDIGHEID Het product moet aan de buitenkant stootvast zijn.												
WATERDICHT Het board moet waterdicht zijn volgens een ipx7.												
ENERGIE TOEGVOER Het product heeft een eigen stroomvoorziening.												
VERBINDINGEN De mast en accu zitten stevig bevestigd op het board.												
PRODUCTIE TECHNIEK Het product maakt gebruik van een goedkopere productietechniek.												

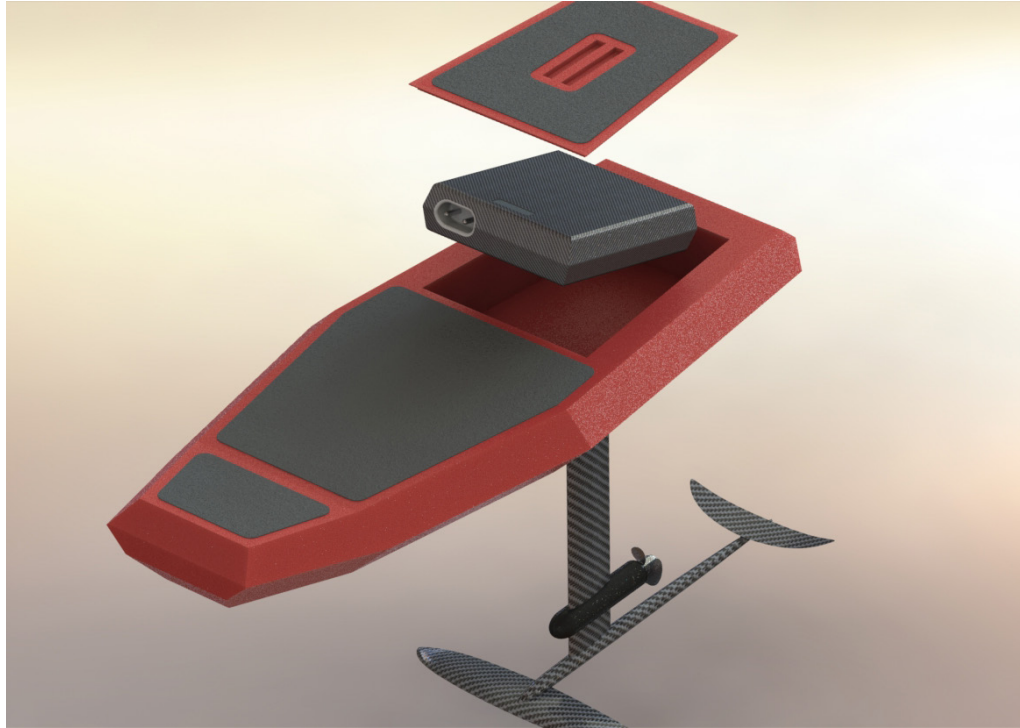
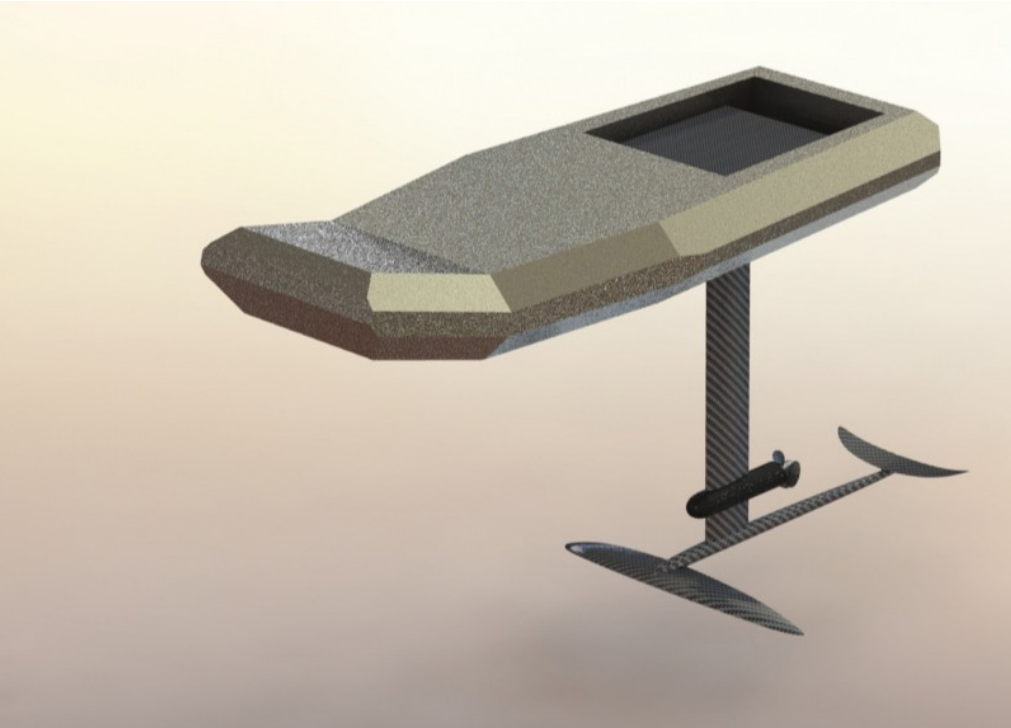
BIJLAGEN - 12.0 Iteraties C1



BIJLAGEN - 12.1 Iteraties C1

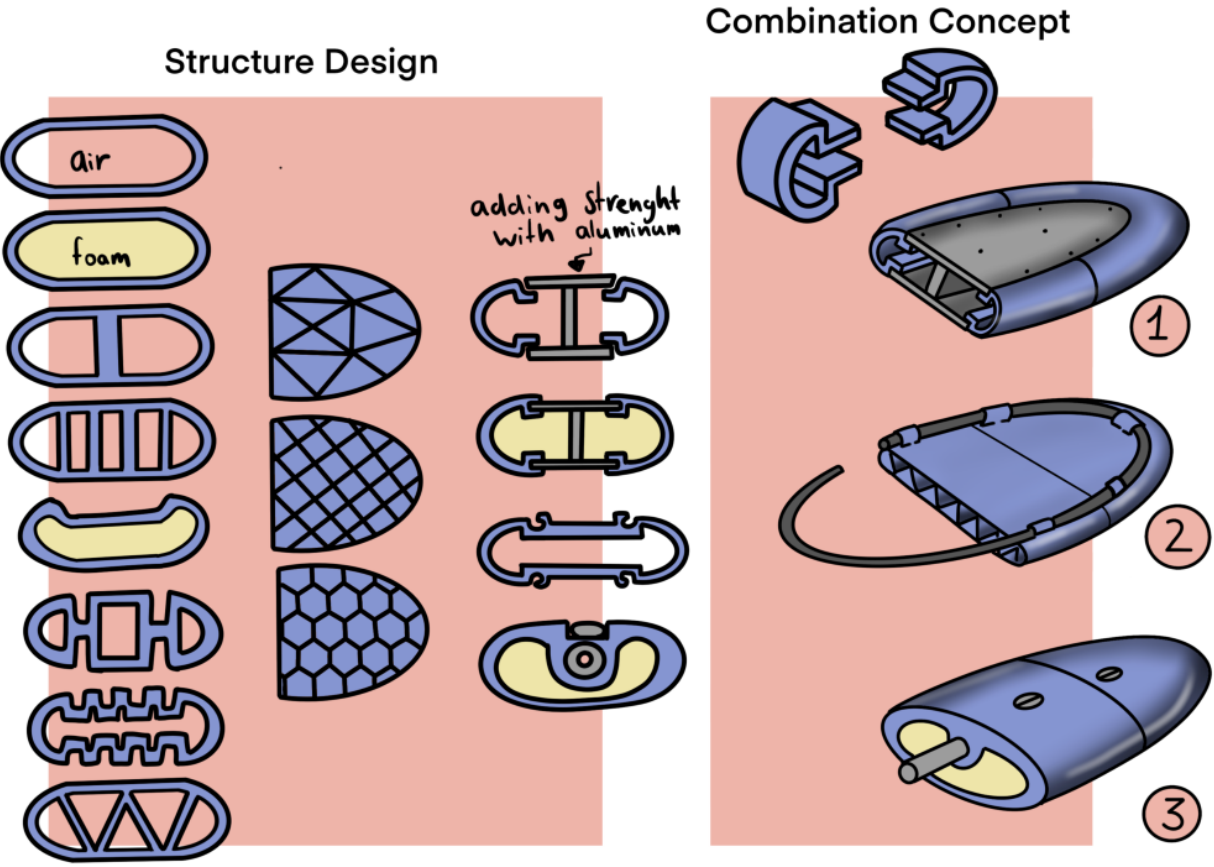


BIJLAGEN - 12.2 Iteraties C1



BIJLAGEN - 13.0 Iteraties C2

3D printing PP



BIJLAGEN - 13.1 Iteraties C2

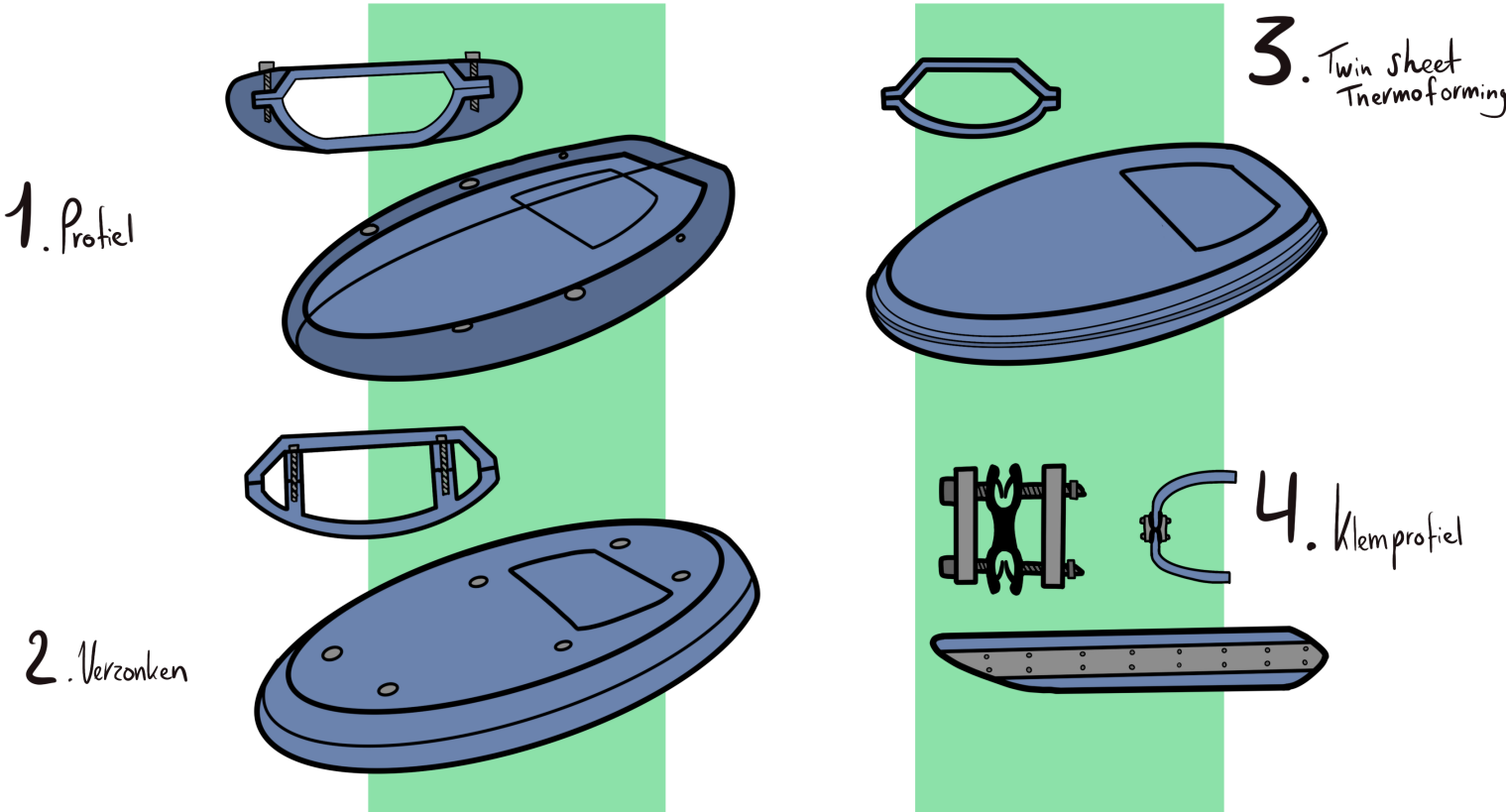


BIJLAGEN - 13.2 Iteraties C2

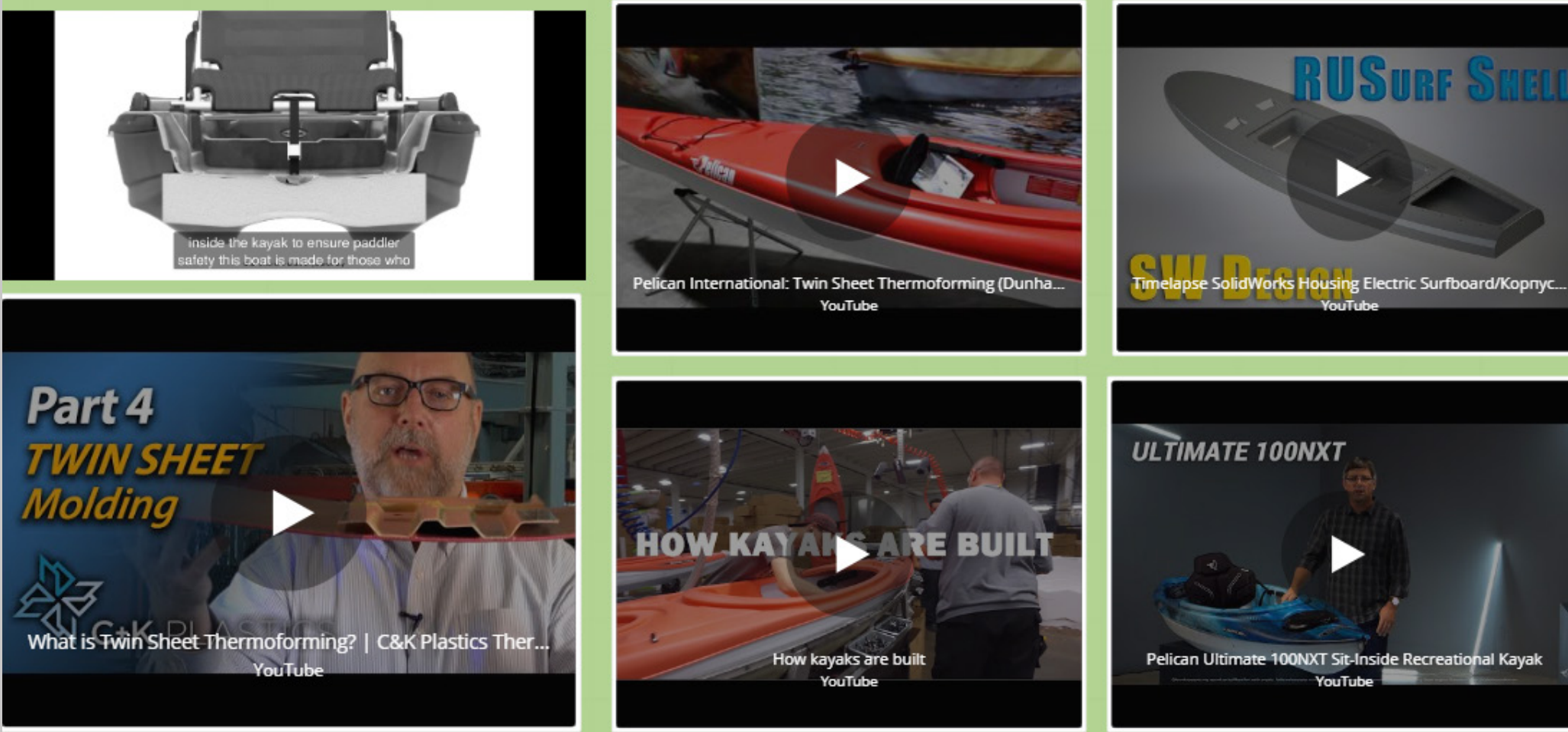


BIJLAGEN - 14.0 Iteraties C3

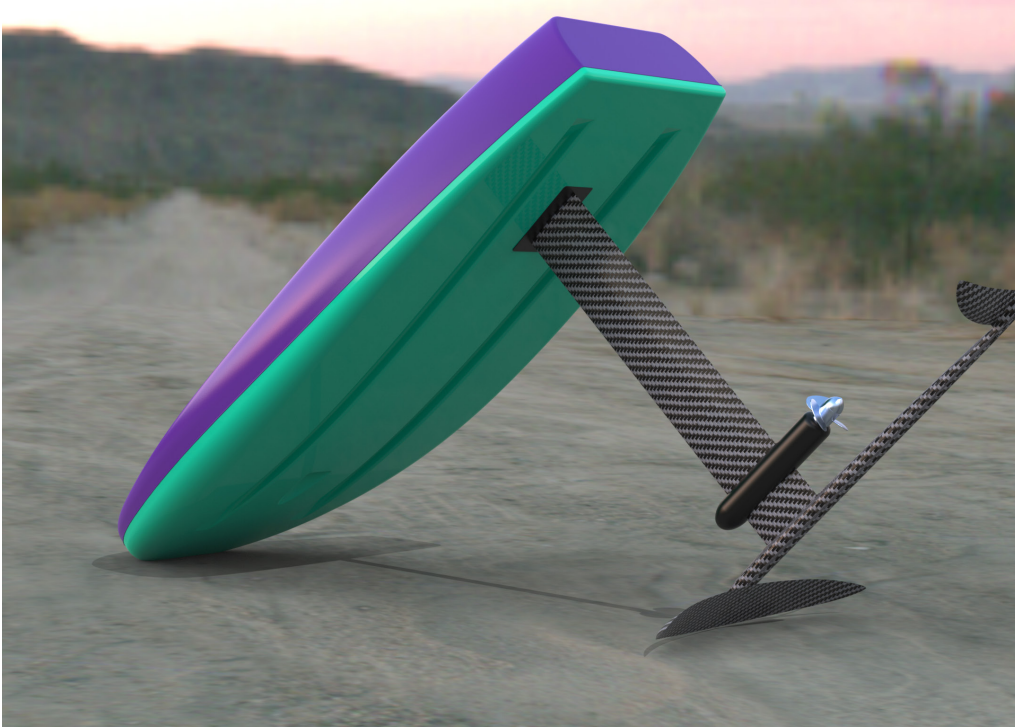
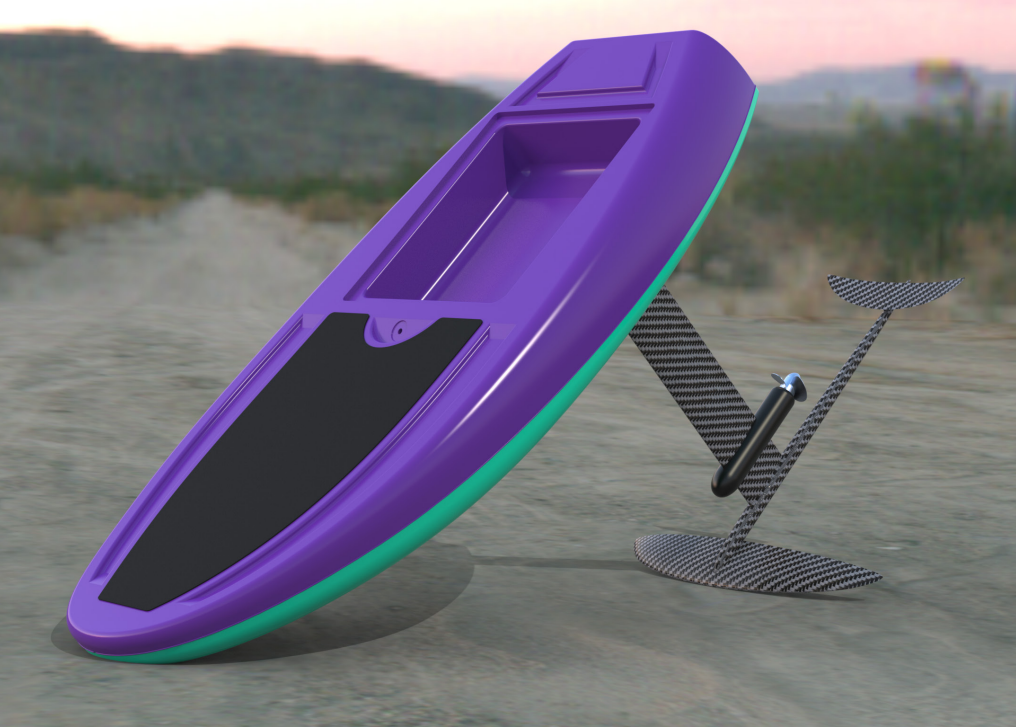
Concept 3 - Vacuumvorm verbinding



BIJLAGEN - 14.1 Inspiratie C3



BIJLAGEN - 14.2 Iteraties C3



BIJLAGEN - 15 Eigenschappen plastics

	Dichtheid in g/cm ³	Buigsterkte in N/mm ²	Rek tot breuk (%)	Kerfslagsterkte in KJ/m ²	Vochtopname bij RV 100%
ABS	1,04	70	45	2	0,40
HDPE	0,95	25	>500	20	0,05
PETP	1,38	145	>25	>4	0,20
PMMA	1,19	120	6	3	0,50
PC	1,20	75	100	>30	0,20
PP	0,91	45	800	18	0,05
PS	1,05	50	>50	>3	0,10
PVC	1,45	80	>35	>2	0,05

Hier is zichtbaar waarom PP de juiste keuze is geweest voor het maken van het eFoilboard. Toch komt HDPE ook dichtbij alleen heeft deze toch een stuk lagere buigsterkte.

BIJLAGEN – 16 Prijsindicatie

Onderdeel eFoilboard	Eerste bron prijsindicatie in €	Tweede bron prijsindicatie in €	Gemiddelde prijs indicatie
PU Matrijs (oplage 100)	€5.980,- x 2 = €11.960,-	€6.000,- x 2 = €12.000,-	€11.980/100 = €119,80
PP platen	€111,49	€119,50	€115,49
2-PU Schuim - opvulling	€29,81	€37,80	€33,80
RVS plaat - metalen constructie	€33,07	€55,72	€44,39
Subonderdelen eFoilboard			
Rubberen strip	€3,07	€9,99	€6,53
EVA foam – grip	€14,99	€30,61	€22,80
Scharnieren	€1,60	€2,35	€1,975 x 2 = €3,95
Handvatten	Huidige prijs €6,65	N.v.t.	€6,65
Doos sluiting – draaiknoppen	Huidige prijs €27,33	N.v.t.	€27,33
Electric cover	Huidige prijs €71,06	N.v.t.	€71,06
Productie & montage - uren	Uurloon indicatie = €14,10	Uurloon indicatie = €12,11	
RVS constructie = +/- 1,5			
TST = +/- 2,00			
Nabewerking = +/- 0,5			
Montage = +/- 1,00			
Totaal aantal uren = +/- 5,00	€14,10 x 5,00 = €70,50	€12,11 x 5,00 = €60,55	€65,52
Totale kostprijs			€517,32

BIJLAGEN – 17 Bestellijst 2Foil

EXTRA BATTERY	1227,66
EXTRA CHARGER 10A	120,25
"EXTRA CHARGER 20A	
(5A 10A 20A can switch) "	207,71
REMOTE CONTROLLER	109,32
MAST MOTOR	660,29
PROPELLER PROTECTOR	100,57
PROPELLER	26,24
WINGS	343,26
FUSELAGE	68,87
THE BOARD (NO ELECTRONIC)	1311,84
WATERPROOF BOX	0,00
HANDLES	6,56
BOX COVER	0,00
DOOR CLOSURES	27,33
BATTERY PAD	5,47
BOARD PAD	30,61
ESC	295,16
ELECTRIC COVER	71,06
BATTERY BOX SET	98,39
BATTERY CONNECTOR	16,40
BOARD BAG	50,29
FOIL BAG	24,05