

INNOVATIEVE
VIJVERVERLICHTING

*Eva Hofland
Bachelor Industrieel Ontwerpen
Universiteit Twente*

*Velda BV
in samenwerking met Techmar
18 december 2012*



INNOVATIEVE VIJVERVERLICHTING

Eva Carlien Hofland
s1008072
Bachelor Industrieel Ontwerpen

Donderdag 17 januari 2013

Velda BV
De Giem 25
7542 SW Enschede

Examencommissie

Tentaminator
Begeleider UT
Begeleider Velda

Dr.Ir. G. Bonnema
Dr. Ir. W. Eggink
Dhr. E. Veldhuis, CEO Velda
Dhr. A. Gerridzen, operationeel directeur Velda



VOORWOORD

Voor u ligt het schriftelijke resultaat van mijn bacheloreindopdracht. Deze opdracht is uitgevoerd ter afsluiting van het bachelorprogramma van de opleiding Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente. Tijdens de uitvoering van deze opdracht zijn zoveel mogelijk aspecten van de opleiding behandeld, zoals marketing, vormgeving en productiemethoden. Dit verslag laat zien dat ik de kennis en vaardigheden vergaard tijdens deze opleiding toe kan passen.

Ook wil ik van de gelegenheid gebruik maken om een aantal mensen te bedanken. Natuurlijk als eerste dhr. Veldhuis, die mij namens Velda de kans heeft gegeven deze opdracht uit te voeren. Ook wil ik de medewerkers van Velda bedanken die altijd wel even tijd hadden om vragen te beantwoorden of advies te geven.

Tevens wil ik dr. ir. Eggink bedanken voor de hulp en begeleiding vanuit de Universiteit. Dit geldt ook voor dr. ir. Bonnema als tentaminator.



SAMENVATTING

Velda BV is de marktleider in de Benelux op het gebied van vijverproducten. Naast filtersystemen, vissenvoer en voedersystemen, heeft Velda de wens een nieuwe categorie producten op de markt brengen: lifestyle producten. Moderne, trendy producten die bijdragen aan de beleving van de vijver in de tuin.

In het kader van deze wens is de opdracht gegeven om innovatieve vijververlichting te ontwerpen op basis van LED-technologie. Deze opdracht is uitgevoerd in samenwerking met Techmar, ontwikkelaar van tuin- en vijververlichting.

De ontworpen vijververlichting zal op het wateroppervlakte drijven. Het product bestaat uit een twee-delige behuizing. Het onderste behuizingsdeel bestaat uit een melkwitte, semi-transparante schaalvorm. Het bovenste deel is een ondoorzichtige vlakke plaat, bewerkt met een finish. De LED-lampjes in het product zullen een gelijkmatig schijnsel in en over het water verspreiden. De lampen zijn onderling te koppelen, zodat er een netwerk van licht ontstaat.

De opdracht is uitgevoerd aan de hand van een aantal fasen. De eerste stap van de opdracht was het onderzoeken van de mogelijkheden met betrekking tot vormgeving, uitstraling en functionaliteit. Deze mogelijkheden zijn samengevoegd tot een ontwerpvoorstel dat als input heeft gediend voor de detailleringsfase.

In de detailleringsfase is begonnen met de uitwerking tot een productie-klaar ontwerp. De vormgeving, verbinding en productiemethoden van de behuizing zijn gespecificeerd, de elektronica voor de verlichting is vastgelegd en ook is er een voorstel voor assemblage gedaan. Deze uitwerking heeft geresulteerd in een voorstel voor een offerte-aanvraag welke via Techmar naar een producent in China is gestuurd voor een kostprijsberekening.

Terwijl er in China aan de kostprijs werd gewerkt, zijn de kritieke punten van het ontwerp geëvalueerd en waar mogelijk opgelost. Zo is er met behulp van experts op het gebied van ultrasoon lassen en spuitgieten een advies gegeven over het meest geschikte materiaal en de waterdichte verbinding tussen de behuizingsdelen. Tevens is er een uitgebreid kostenoverzicht opgesteld. Ook is in deze fase het model doorgerekend op stijfheid en sterkte en zijn er spuitgietsimulaties uitgevoerd.

Als laatste stap is de prijsopgave uit China toegevoegd het opgestelde kostenoverzicht om een compleet beeld te kunnen geven van de kostprijs van het product.

Naast de productie-technische aspecten is er ook naar marketing gekeken. Onderwerpen die hier aan bod komen zijn de productnieuwheid, de verpakking, promotie en distributie en een mogelijke toekomstvisie.

Afgesloten wordt met een mooie presentatie van het eindresultaat, de aanbevelingen en een nawoord.

Naast dit verslag is er een functionerend prototype gemaakt en is er een Engelstalig productieplan opgesteld.



ABSTRACT

Velda BV is the market leader of pond products in the Benelux. Besides the production en distribution of filters, fish food and feeding systems, Velda has the wish to expand their product assortment with lifestyle products. Modern, trendy products that add value to the experience of the pond in the garden.

To fulfill this wish, Velda has given the assignment to develop innovative pond lighting based on LED technology. This assignment has been executed in cooperation with Techmar, developer of garden- and pond lights.

The designed product floats on the water surface. The product consists of two casing parts. The bottom part is a milky-white, semi-transparent shell. The top part is a flat, opaque plate that has a coating of imitation material. The LED lights in the product will spread a diffuse light beam in the water and on the water surface. The lights can be connected to one another. This gives the possibility to create a network of light.

The assignment has been executed in several phases. The first step was to research the possibilities with regard to the design, appearance and functionality. These possibilities are combined in a proposal. This proposal was the input for the detailing phase.

In the detailing phase a start has been made with the specification of all the aspects of the product to create a production-ready design. Examples of the specified aspects are the design, connection and production methods of the casing, the electronics for the LED lighting and a first proposal of the assembly methods. This detailing resulted in a proposition for a quotation request that has been sent to China by Techmar.

While the Chinese were calculating the unit costs per product, the critical points of the design were evaluated and where possible fixed. Expert reviews resulted in advice about the material choice and the connection of the casing parts. A detailed overview of the costs has been assembled. Simulations in MoldFlow and SolidWorks resulted in detailed calculations of the strength and stiffness of the product and of the injection molding process.

The final stage in this phase was combining the Chinese unit costs with the costs overview to calculate the costs per product.

Besides production-technical aspects, this report also deals with marketing aspects. Packaging, promotion, distribution and a possible follow up in the future are several of the subjects that can be found in this phase.

This report ends with a representation of the final result, recommendations and with an epilogue.

Besides this report a functional prototype has been developed and an English production plan has been written.



INHOUDSOPGAVE

Inleiding	1
Opdracht en doelstelling	1
Het concept	2
Velda en de consument	3
Conceptuitwerking	5
Onderzoek	6
<i>Formaten en verhoudingen</i>	6
<i>Materiaal</i>	7
<i>Verlichting</i>	8
<i>Stroomvoorziening</i>	9
<i>Uitstraling</i>	13
<i>Besturing</i>	14
<i>Voorstel conceptontwerp</i>	16
<i>Enquete</i>	17
Specificering	18
<i>Het conceptontwerp</i>	18
Detaillering	19
<i>De behuizing</i>	20
<i>De elektronica</i>	24
<i>De stroomtoevoer</i>	25
<i>Assemblage</i>	27
<i>Productievoorstel</i>	28
Digitalisatie en Evaluatie	29
<i>Drijfvermogen</i>	30
<i>Stijfheid en Sterkte</i>	31
<i>Lasnaadontwerp</i>	32
<i>Spuitsieten</i>	33
<i>Elektronica</i>	34
Overzicht uitwerking	35
Kosten	36
Marketing	37
Product	38
Verpakking	39
Markt en Bedrijf	42
Distributie en Promotie	43
Toekomstvisie	44
Prototype	45
Eindresultaat	46
Aanbevelingen	47
Voortgang	49
Afsluiting	50
Bijlagen	51



INLEIDING

Opdracht & Doelstelling

De laatste jaren heeft LED-verlichting zich enorm ontwikkeld. Hierbij wil Velda niet achterblijven en zoekt naar innovatieve en creatieve concepten voor vijververlichting. De toepassing van LED-technologie in vijververlichting heeft veel voordelen. LEDs hebben een lange levensduur, zijn onderhoudsvrij en er is maar een beperkte warmte-ontwikkeling. Bij gebruik in tuin- en vijververlichting kunnen LEDs dan ook een sfeermaker zijn in de avonduren. Tevens zijn LEDs voor een lage prijs en in alle formaten en kleuren verkrijgbaar. Dit maakt het gebruik van LED-verlichting in vijververlichting erg aantrekkelijk.

In het kader van een studiereis zijn er in september 2011 verscheidene concepten ontwikkeld voor Velda. Aan de hand van dergelijke concepten wil Velda een nieuw assortiment van lifestyle producten ontwikkelen. Om deze concepten op de markt te kunnen brengen dienen ze verder uitgewerkt te worden tot een productie-klaar ontwerp.

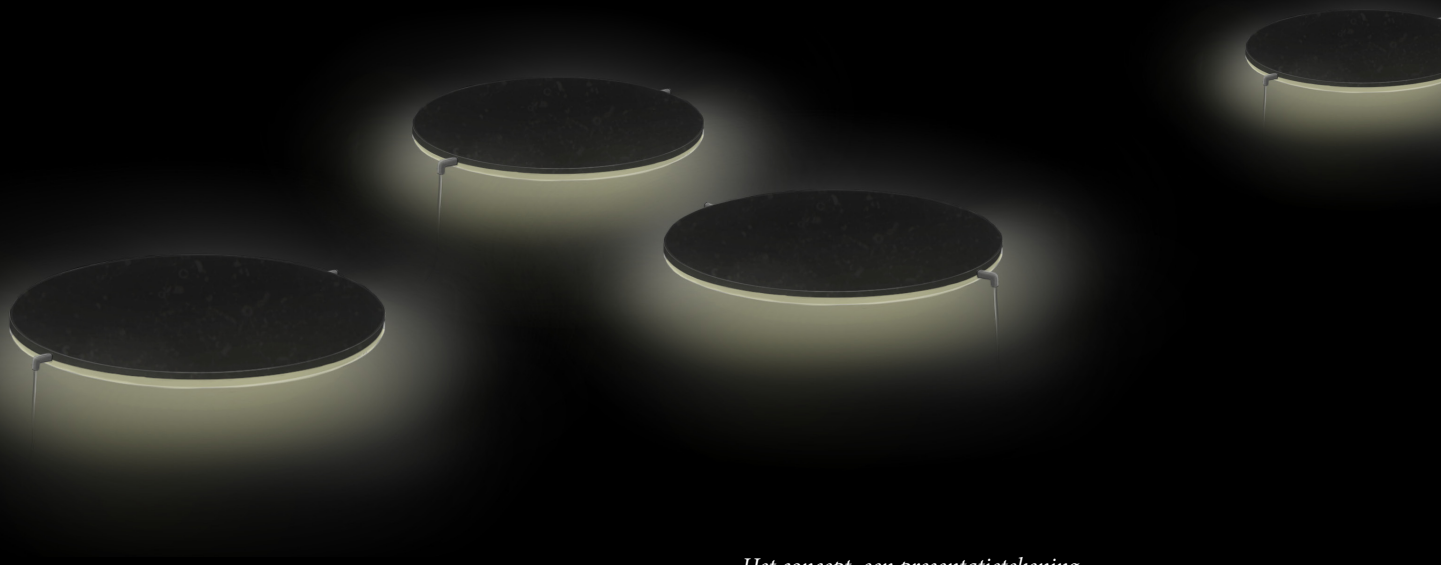
Deze opdracht is gericht op de uitwerking van het hiernaast afgebeelde concept. Dit concept bestaat uit drijvende schijven die zowel koppelbaar als omkeerbaar zijn. Dit geeft de consument de mogelijkheid om de verlichting naar eigen wens aan te passen. De keuze voor dit concept is gebaseerd op de vermarktbaarheid van dit concept voor Velda. Tevens zullen er bij de uitwerking van dit concept voldoende aspecten van het industrieel ontwerpen behandeld worden om te voldoen aan de eisen voor de bacheloropdracht.

De uitwerking van dit concept resulteert in een voorstel voor een productie-klaar ontwerp, dat zo ver mogelijk (binnen mijn kunnen en de beschikbare tijd) is uitgewerkt.

Dit voorstel bestaat uit het verslag dat voor u ligt (inclusief toelichting en onderbouwing in de bijlage), uit een productieplan en uit een functionerend prototype. In dit voorstel zijn onder andere de gewenste uitstraling en functionaliteit vastgelegd. Ook zijn de methoden nodig voor productie onderzocht en is er naar de beste wijze om het product aan de markt aan te bieden gekeken.

Deze opdracht is uitgevoerd in dienst van Velda, in samenwerking met Techmar (producent van tuin- en vijververlichting).

In dit verslag zult u het proces van de gedane productontwikkeling kunnen volgen. De onderzochte mogelijkheden en gemaakte keuzes zijn grotendeels chronologisch vastgelegd en geven op deze manier een beeld van de uitvoering van dit project. In het verslag zijn voornamelijk de definitieve keuzes toegelicht, extra toelichting en onderbouwing kunt u vinden in de bijlages waarnaar wordt verwezen.



Het concept, een presentatietekening

HET CONCEPT

Een beschrijving van het vooraf ontwikkelde concept.

“Deze drijvende vijververlichting is een sfeervolle toevoeging aan iedere vijver. De schijven zijn naast koppelbaar ook om te keren. Waar de consument echte verlichting wenst, wordt de transparante, witte laag naar boven gekeerd. Mocht de consument een meer subtielere verlichting aan zijn tuin willen toevoegen, dan keert hij de ondoorzichtige kant naar boven en zal de LED-verlichting alleen een zacht schijnsel in en over het water verspreiden. De vorm en combinatie van de cirkels doet denken aan de bladeren van waterlelies, waardoor deze vorm erg natuurlijk aanvoelt. Door meerdere cirkels aan te schaffen en deze aan elkaar te koppelen kan de consument zijn vijververlichting uitbreiden naar eigen wens.”

De schijven zullen voor maximaal €39,95 per stuk* in de winkel komen te liggen en dienen waterdicht te zijn volgens de IP68-norm**.

*Eis opdrachtgever, een set van drie mag maximaal €99,95 kosten.

**Classificatie van de International Electrotechnical Commission, IEC, voor de vereiste mate van afsluiting van elektrische apparaten. IP68 staat voor: 6 = Stofdicht, 8 = bescherming tegen volledige onderdompeling in water tot 15 m. (Bron: Inscape Data)

*V*elda

*Service & Onderhoud
Tevredenheid & Inspiratie
Expertise & Advies
Ervaring & Kwaliteit*

HET CONCEPT

Analyse Velda & Consument

Velda ontwikkelt sinds 1970 producten voor aquaria. Begin jaren tachtig is er een afdeling opgericht die zich specifiek richt op de toen nog te ontwikkelen vijverafdeling in het tuincentrum. Inmiddels is Velda uitgegroeid tot producent en verkoper van een uitgebreid assortiment van vijverproducten. Voorbeelden van producten zijn vijverfilters en vijverbeschermingssystemen, maar ook vissenvoer en voederinstallaties. Naast producten geeft Velda ook advies en informatie aan vijverhouders.

De doelgroep van Velda bestaat uit vijverhouders, zowel ervaren als onervaren. Zo biedt Velda producten en advies aan voor de aanleg van vijvers, maar zijn er ook vijverfilters te koop voor vijvers tot 60.000 liter. Sinds 2010 richt Velda zich niet meer alleen op deze reguliere, functionele vijverproducten, maar willen zij een nieuwe weg inslaan met lifestyle producten. Het eerste lifestyle product, de Easypond (een kant-en-klare luxe vijverbak voor op terrassen, balkons of voor binnen) werd in 2010 op de markt gebracht.

Als marktleider op het gebied van vijverproducten in de Benelux zal Velda belang hebben bij kwalitatief hoogwaardige, goed functionerende producten. De consument kiest voor Velda om hun expertise en zal dit terug verwachten in de producten.



Velda producten staan voor tevredenheid. Tevredenheid over vijvers met helder water, goed ontwikkelde planten en gezonde vissen. (Bron: velda.nl)

*V*elda
producten

Zwart & Groen
Professioneel & Strak
Functioneel & Minimalistisch
Comfort & Exclusief

*V*elda
consument

Comfort & Genieten
Modern & Minimalistisch
Onderhoudsvrij

HET CONCEPT

Analyse Velda & Consument

Stijl Velda

De producten van Velda zijn onder te verdelen in twee categorieën: vijvertechniek (filters en voedersystemen) en beleving (Easypond). Hoewel verschil in functie natuurlijk tot verschil in de vormgeving leidt, zijn er toch een aantal elementen die in allebei de categorieën te herkennen zijn. Zo komt in bijna ieder product de zwart-met-groene kleurstelling (vaak ook in combinatie met grijs) terug. Tevens is ieder product met zorg vormgegeven, zelfs producten die tijdens het gebruik onzichtbaar zijn, zoals de onderwaterfilters. Deze extra aandacht aan vormgeving weerspiegelt de wens van Velda om kwalitatief hoogwaardige producten op de markt te brengen en waarborgt tevens het gebruiksgemak.

De Consument

Met de Easypond als voorbeeld, zien we dat Velda met de nieuwe lijn lifestyle producten hun consument comfort en genot wil brengen: onderhoudsarme producten die een extra dimensie aan de tuin toevoegen. Dit past in de huidige trend van leven: veel stellen werken tegenwoordig beide fulltime. Na een lange dag werken wil de consument kunnen genieten van zijn tuin en vijver, zonder dat dit veel onderhoud (en dus tijd) vergt.



Filter Velda

Consument Velda



CONCEPTUITWERKING

Een inleiding

De uitwerking van dit concept is verdeeld in verschillende onderdelen. Om het definitieve ontwerp te kunnen bepalen is er een onderzoek gedaan naar mogelijkheden op het gebied van vormgeving, uitstraling en functionaliteit. Zo is er begonnen met het maken van verscheidene schuimmodellen om een beter beeld van de formaten en verhoudingen te krijgen. Ook is met behulp van testmodellen van perspex het gewenste lichteffect onderzocht door verschillende lichtbronnen in het product te plaatsen. Literatuuronderzoek en het programma CES (materialen-database) zijn gebruikt om mogelijkheden met betrekking tot het materiaal weer te geven. Input van medewerkers van zowel Velda als Techmar heeft ook bijgedragen aan een goed beeld van de mogelijke opties en kritieke punten van het ontwerp.

Het resultaat van dit vooronderzoek bestaat uit meerdere, realistische opties voor onder andere de stroomvoorziening, lichtbronnen, afmetingen en materialen. Dit onderzoek is voorgelegd aan zowel Techmar en Velda, als aan de consument en met behulp van deze bronnen is het definitieve ontwerpvoorstel bepaald. Dit voorstel heeft als input voor de detailleringfase gediend.

Conceptuitwerking

Onderzoek naar vormgeving, uitstraling en functionaliteit

Onderverdeeld in:

Formaten en verhoudingen

Materiaal

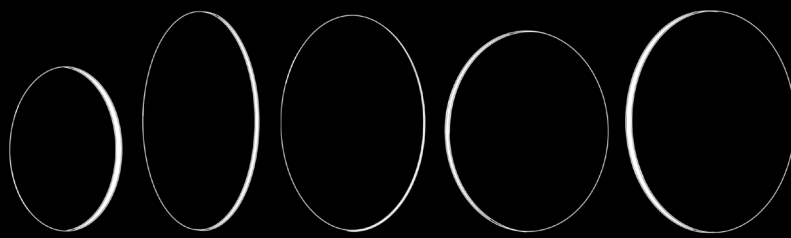
Verlichting

Stroomvoorziening

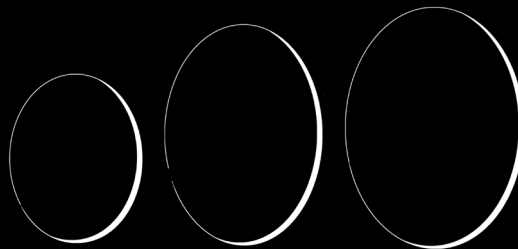
Uitstraling

Besturing

Specificering *Het ontwerpvoorstel*



Impressie vormstudie ellipsen



Impressie gewenste vorm, verhouding 4:3

ONDERZOEK // VORMGEVING, UITSTRALING EN FUNCTIONALITEIT

Formaten en Verhoudingen

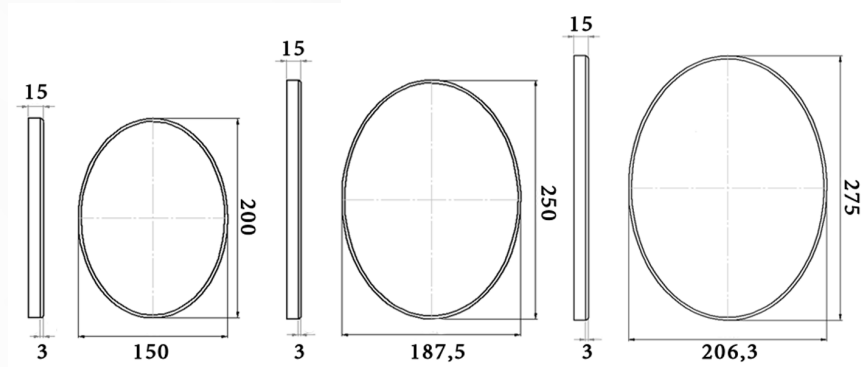
Uit een vormstudie (zie bijlage 1) naar de ellipsvorm van de schijven in verschillende formaten en verhoudingen is gebleken dat ellipsvormen met de verhouding 4:3 de mooiste vorm opleveren. Het is mogelijk om het product in meerdere formaten aan te bieden. Op deze wijze zal het product geschikt zijn voor zowel grote als kleine vijvers en kan de consument, door groot en klein af te wisselen, een natuurlijker effect creëren. Mogelijke formaten met de juiste verhouding van 4:3 zijn:

20,00 x 15,00 cm

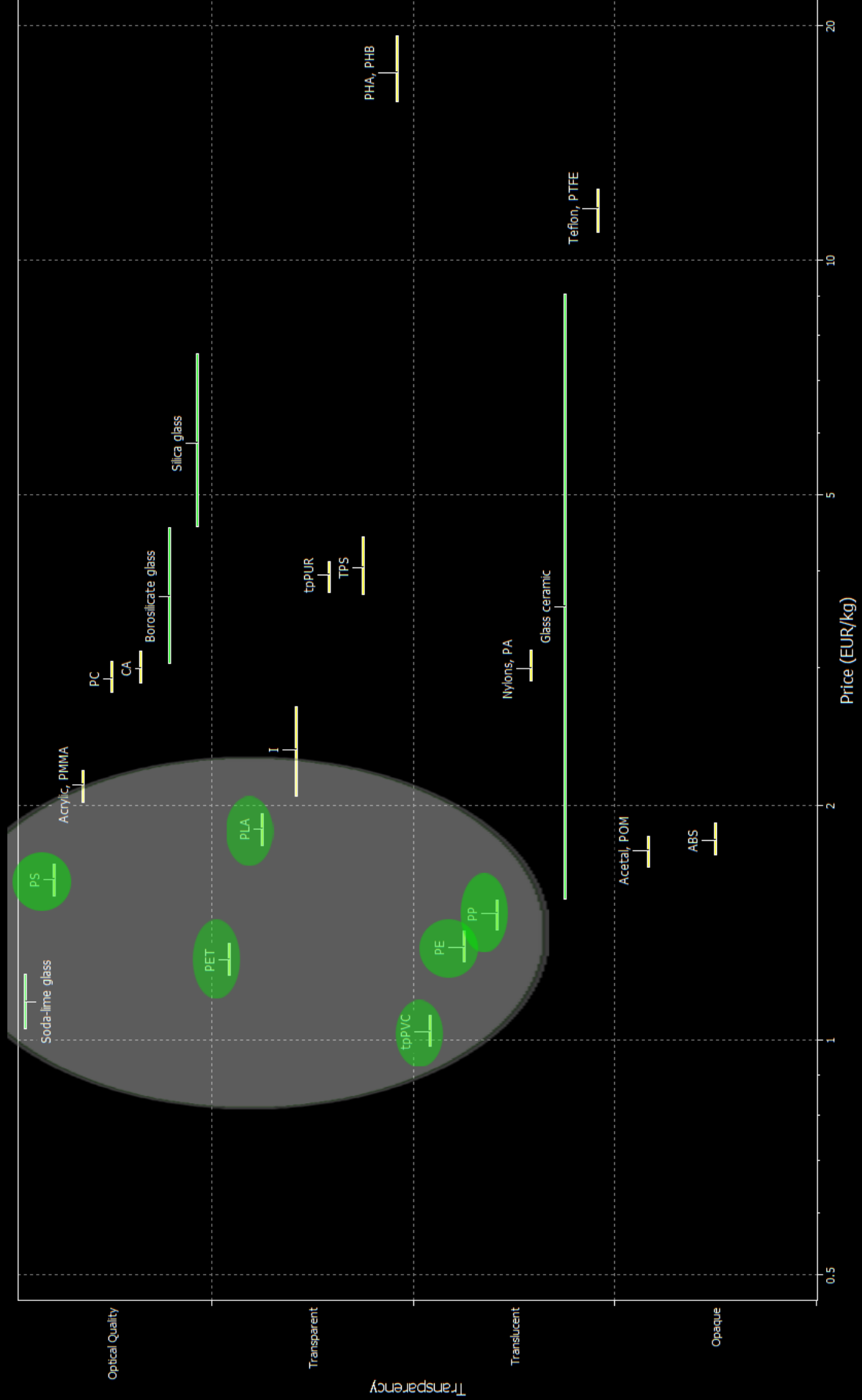
25,00 x 18,75 cm

27,50 x 20,63 cm

De hoogte van de schijven mag maximaal 3 cm bedragen. Deze grenswaarde is bepaald om het optische effect van de schijf te behouden. Het idee is om een slank, elegant product te ontwerpen. Een te grote hoogte zou hier afbreuk aan doen en tot een log ontwerp leiden. De uiteindelijke hoogte zal bepaald worden door de technische specificaties. De randen zullen een afronding krijgen met een diameter van 3 mm.



De schijven kunnen samengesteld worden uit twee identieke helften van ieder maximaal 15 mm hoog. Door gebruik te maken van identieke delen zal het productieproces vereenvoudigd worden. Tevens zal dit goedkoper zijn aangezien één mal voldoende is om beide delen van de behuizing te kunnen fabriceren.

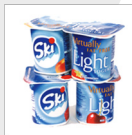


Materiaal

De behuizing zal geproduceerd worden uit kunststof. Kunststof heeft meerdere voordelen die het ontwerp ten goede komen. Zo is het eenvoudig te bewerken, is het te verkrijgen in transparante en lichtdoorlatende varianten en is het een licht materiaal dat de drijfkracht ten goede komt. Ook financieel gezien is het een aantrekkelijk materiaal.

Kunststoffen met een aantrekkelijke prijs en lichtdoorlatende eigenschappen zijn hiernaast gemarkeerd. Deze grafiek is opgebouwd uit een selectie van thermoplasten en glasachtige materialen. De materialen zijn gesorteerd op prijs per kg en op de lichtdoorlatende eigenschappen. Dit zijn namelijk de twee belangrijkste eisen aan het materiaal. Het grijze gebied geeft het gebied aan waar aan de eis van maximaal €2,00/kg en aan lichtdoorlatendheid wordt voldaan. De groene vlakken komen overeen met de hieronder uitgewerkte materialen. Een uitgebreid overzicht van geschikte materialen is te vinden in bijlage 2. (Bron: CES Edupack)

De zes meest geschikte materialen, kijkend naar de lichtdoorlatende eigenschappen, prijs, temperatuurgevoeligheid en huidige toepassingen zijn:



PS: Polystyrene is an optically clear, cheap, easily molded polymer, familiar as the standard “jewel” CD case. The single largest use of PS is a foam packaging. Polystyrene is water-clear, easily formed and cheap.



PET: They have good mechanical properties to temperatures as high as 175 C. PET is crystal clear, impervious to water and CO₂, but a little oxygen does get through. It is tough, strong, easy to shape, join and sterilize - allowing reuse. Polyester elastomers are resilient and stretch up to 45% in length; they have good fatigue resistance and retain flexibility at low temperatures.



PLA: It resembles clear polystyrene, provides good aesthetics (gloss and clarity), but it is stiff and brittle and needs modification using plasticizers for most practical applications. It can be processed like most thermoplastics into fibers, films, thermoformed or injection molded.



PE: Polyethylene is cheap, and particularly easy to mold and fabricate. It accepts a wide range of colors, can be transparent, translucent or opaque, has a pleasant, slightly waxy feel, can be textured or metal coated, but is difficult to print on. PE is widely used for containers and packaging.



tpPVC: PVC - Vinyl - is one of the cheapest, most versatile the most widely used of polymers and epitomizes their multi-faceted character. Both rigid and flexible PVC can be foamed to give lightweight structural panels, and upholstery for cars and domestic use.

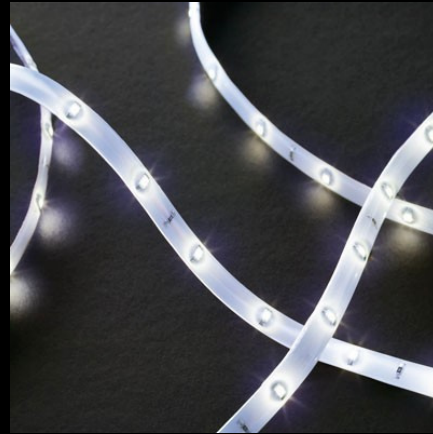


PP: Polypropylene is widely used in household products. Like PE its molecule lengths and side-branches can be tailored by clever catalysis, giving precise control of impact strength, and of the properties that influence molding and drawing.

Verdere specificatie van het materiaal zal plaatsvinden na het vastleggen van de productiemethode.



LED unit, 16x



LED strip



LED unit, 12x



LED slang



SMD LED, 12x

ONDERZOEK // VORMGEVING, UITSTRALING EN FUNCTIONALITEIT

Verlichting

Ontwikkelingen binnen de LED technologie, maken de toepassing van deze verlichting in tuinen en vijvers steeds aantrekkelijker. De lange levensduur, het lage stroomverbruik en beperkte warmte-ontwikkeling dragen hieraan bij.

Ook voor dit product is LED verlichting zeer geschikt. Naast een gelijkmatige lichtverdeling is de belangrijkste eis die restricties aan de mogelijkheden voor lichtbronnen legt de maximale hoogte. Om de uitstraling van het ontwerp te kunnen waarborgen is het vereist om de dikte van de schijven te minimaliseren tot maximaal 30 mm. De verlichting inclusief fitting en overige benodigheden zal binnen deze waarde moeten passen.

Eisen

LED verlichting
Lage installatiehoogte
Beperkte warmte-ontwikkeling
Gelijkmatige lichtverdeling

Lange levensduur
Voldoende lichtsterkte

Wensen

Dimbaar
Multi-color
Waterbestendig

Specificaties

Verlichting op basis van LED technologie
Maximaal 30 mm
Maximaal 50 graden Celsius
Geen individuele lichtbron zichtbaar in combinatie met de behuizing
Minimaal 10.000 branduren (+/- 5 jaar)
In combinatie met de behuizing, later specificeren

De lichtbron is te dimmen van 100% tot 0%
Minimaal vijf kleuren: RGB, warmwit en wit
De verlichting en/of bijbehorende elektronica voldoet aan de IP68 norm

Een zoektocht naar verschillende LED lichtbronnen heeft de volgende LED-soorten opgeleverd die hiervoor in aanmerking komen.

LED-strip en slang

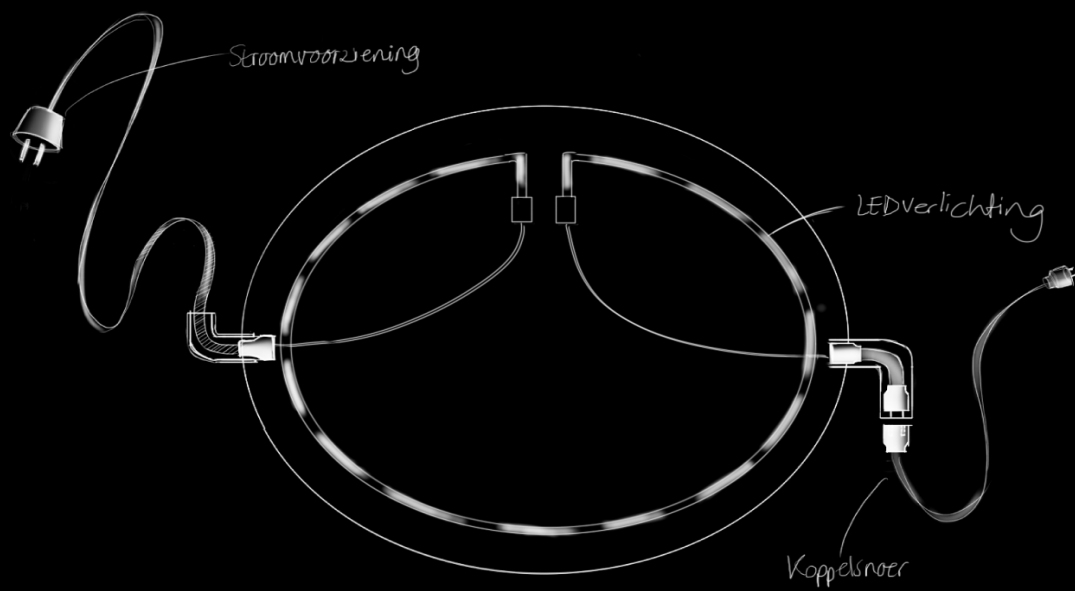
Lange levensduur
Laag stroomverbruik (4.8-7.2W/m)
Beperkte warmte-ontwikkeling
Flexibel
Gelijkmatige verdeling
Multi color
Compact
Koppelbaar
Waterdicht
Verschillende formaten

LED unit

Lange levensduur
Laag stroomverbruik (1-2W)
Beperkte warmte-ontwikkeling
Plat
Koppelbaar
Verschillende aantallen LEDs
Compact
GU 5.3 fitting

LED SMD

Lange levensduur
Laag stroomverbruik (2,4W)
Beperkte warmte-ontwikkeling
Heldere lichtbron
Plat
Verschillende aantallen LEDs
Verschillende formaten
Compact



Bovenaanzicht concept stroomnet

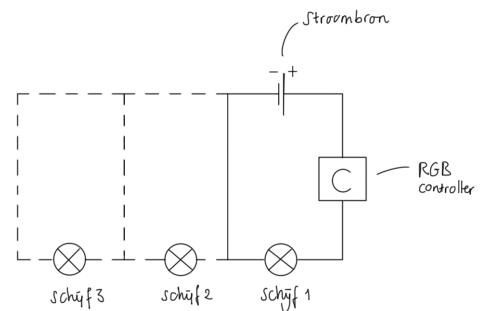
Stroomvoorziening

Om licht te kunnen geven moet het product van stroom worden voorzien. Er zijn drie mogelijke opties uitgewerkt: stroomnet, batterij en zonne-energie. Van iedere optie is uitgewerkt hoe dit functioneel werkt en hoe dit er visueel uit gaat zien. Ook worden de sterke en zwakke punten van ieder concept besproken.

Concept 1 – Stroomnet

De LED verlichting wordt aangesloten op het stroomnet door middel van kabels. Het koppelen van de verschillende schijven vindt plaats met behulp van koppelsnoeren. De stroomkring bestaat uit een stroombron, een RGB controller en uit de lichtbron. De stroomkring behorende bij 1, 2 of 3 schijven is hiernaast afgebeeld.

De RGB controller is de ontvanger van de bijbehorende afstandsbediening, waarmee de verlichting aan of uit kan worden gezet. De RGB controller biedt tevens de mogelijkheid tot kleurinstellingen en dimmen. Via het stopcontact kan eenvoudig een timer worden aangesloten, zodat de consument de verlichting bijvoorbeeld van 20.00 tot 00.00 kan laten branden.



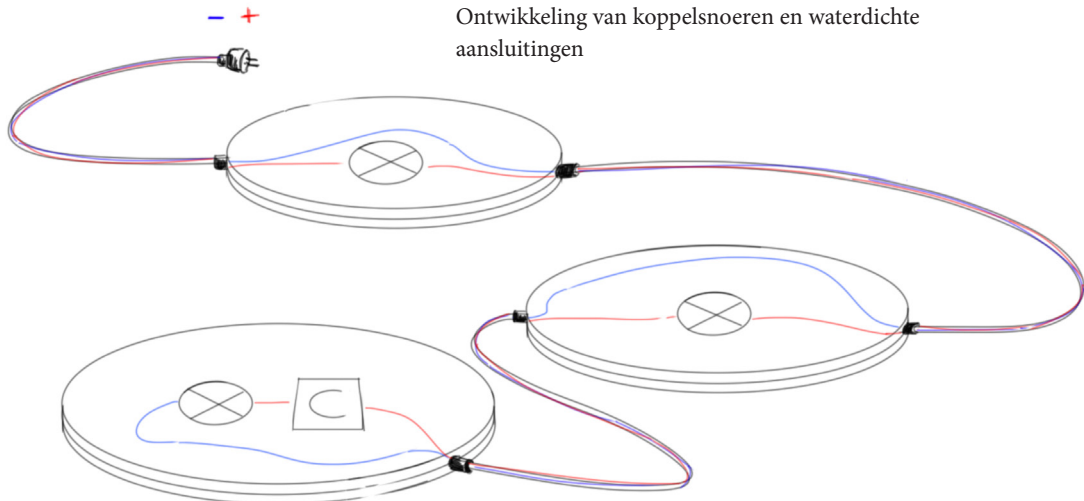
Het grootste voordeel van dit concept is de solide en betrouwbare stroombron. Door gebruik te maken van het stroomnet zal de gebruiker altijd gegarandeerd goede verlichting hebben. Het grootste nadeel is het snoer van de vijfver naar het stopcontact en de koppelsnoeren tussen de schijven in.

Voordelen

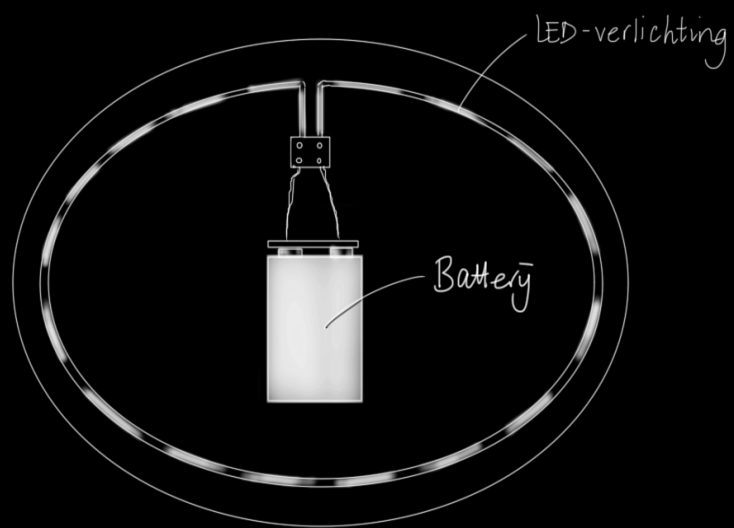
- Betrouwbaar
- Eenvoudig aan te sluiten timer

Nadelen

- Zichtbare snoeren
- Veel snoeren
- Complexe(re) behuizing
- Minder waterbestendig
- Ontwikkeling van koppelsnoeren en waterdichte aansluitingen



zichtmodel stroomkring



Bovenaanzicht concept batterij

Concept 2 – Batterij

Een groot nadeel van het huidige concept (aangesloten op het stroomnet) zijn de vele kabels. Naast de hoofdkabel van het stopcontact naar de vijver, komt er met iedere extra schijf ook een extra koppelsnoer in de vijver. Tevens zal de behuizing bij de aansluitpunten problemen met waterdichtheid geven en zal dit vermoedelijk productieproblemen opleveren.

Een alternatief voor het stroomnet zijn oplaadbare batterijen (accu's). De behuizing kan op deze wijze een gesloten schaal vormen, op een klepje voor het batterij-wisselen na. De batterij kan vervangen worden door de consument.

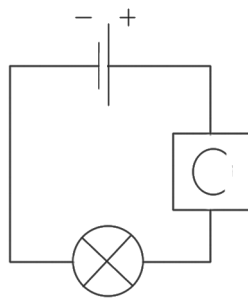
Het grote voordeel van het stroomnet (betrouwbare solide verlichting) gaat echter wel verloren. Voordat er een definitieve keuze voor batterij gemaakt kan worden dient de werking in de praktijk dan ook grondig getest te worden. Om geen irritaties en vervelend onderhoud bij de consument te creëren zal een schijf op batterij ongeveer 360 u moeten branden. Bij een brandtijd van 4 uur per dag komt dit overeen met een gebruik van 3 maanden op één (set) batterij(en).

Voordelen

- Eenvoudige behuizing
- Geen snoeren
- Schijven zijn onafhankelijk van elkaar
- Goedkoop

Nadelen

- Minder betrouwbaar
- Minder lange levensduur
- Batterijklepje nodig
- Lastige besturing



Stroomkring batterij

Werking - een voorbeeld

Bij het gebruik van een batterij (bv. 9V blokbatterij) en een RGB controller besturingssysteem zal de stroomkring er als volgt uitzien: een stroombron (de batterij), aangesloten (met een 9V aansluiting) op de RGB controller, die weer aangesloten zal worden op de lichtbron (bv. op een LED strip).



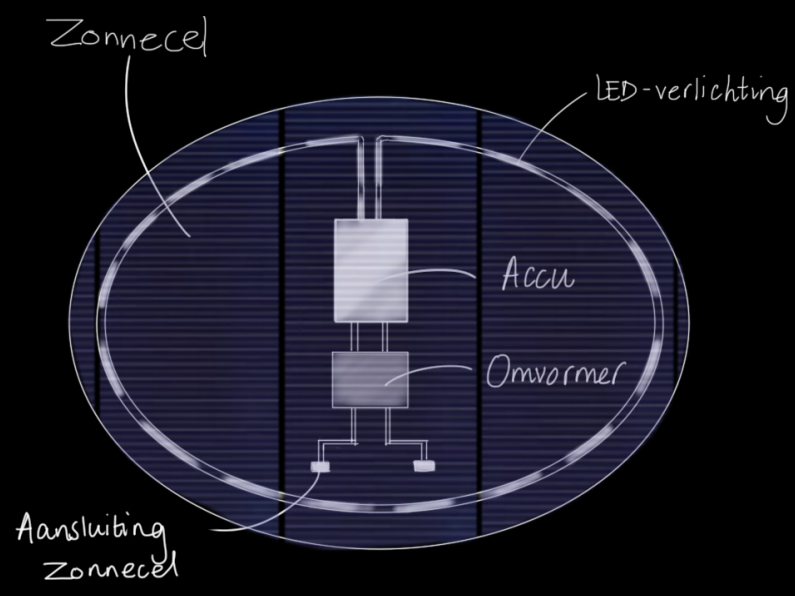
9V blokbatterij



Aansluiting 9V



RGB Controller



Bovenaanzicht concept zonnecel

ONDERZOEK // VORMGEVING, UITSTRALING EN FUNCTIONALITEIT

Concept 3 – Zonnecel

De stroomvoorziening van de LED verlichting kan ook worden verzorgd door een zonnecel. Deze zonnecel dient bijna onzichtbaar op de ondoorzichtige kant van de schijf te zijn gemonteerd. Overdag laadt de zon een accu in de schijf op. 's Avonds kan de LED verlichting deze energie gebruiken om te branden (minimaal 4 uur op normale lichtsterkte).

Het voordeel van het gebruik van een zonnecel is het onderhoudsvrije gebruik. De interne batterij/accu wordt automatisch opgeladen, waardoor de gebruiker niet meer in contact hoeft te komen met de schijven. Een groot nadeel is echter het onbetrouwbare imago van zonnecellen en het maximum aan oplaadcycli.

Voordat zonnecellen als definitieve stroombron gekozen kunnen worden dient er grondig onderzocht te worden of er met een zonnecel een voldoende betrouwbare lichtvoorziening gecreëerd kan worden.

Voordelen

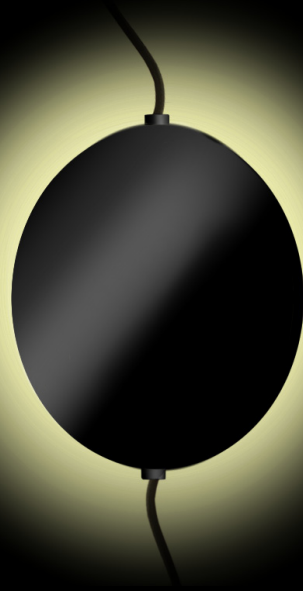
Draadloos
Onderhoudsvrij
Waterdicht
Innovatief

Nadelen

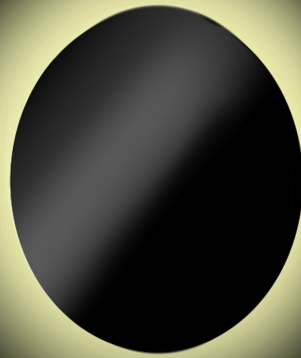
Onbetrouwbaar
Duur?
Ingewikkelde productie?
Zichtbaar (onaantrekkelijk)



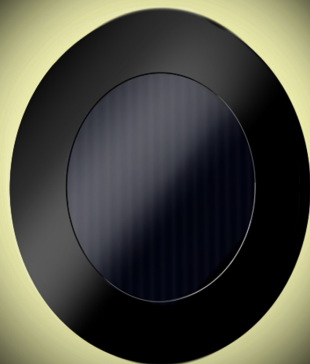
*Voorbeeld verlichting
op zonne-energie*



Concept 1 - Stroomnet



Concept 2 - Batterij



Concept 3 - Zonnecel

ONDERZOEK // VORMGEVING, UITSTRALING EN FUNCTIONALITEIT

Stroomvoorziening - Conceptkeuze

De onderzochte mogelijkheden zijn vergeleken op factoren als productie, kostprijs en betrouwbaarheid. De beoordeling is gedaan met behulp van de technische kennis van Techmar, gevonden prijzen en specificaties en eigen inzicht. Ook zijn er berekeningen uitgevoerd die de functionaliteit en betrouwbaarheid van de concepten onderbouwen. Deze berekeningen zijn te vinden in bijlage 3 en 4. Op de linkerpagina is van ieder concept een visuele weergave gegeven.

	Stroomnet	Batterij	Zonnecel
Onderhoudsvrij	++	--	++
Betrouwbaarheid	++	-	--
Innovatief	-	-	+
Kostprijs	+	+	--
Productie	-	+	+
Draadloos	--	++	++
Waterdicht	-	-	+
Positionering	++	--	--
Uiterlijk	-	++	-
Totaal*	30	20	20

Het concept op basis van het stroomnet komt als beste uit de vergelijking. Sterke punten van dit concept zijn de onderhoudsvrijheid, de betrouwbaarheid van de stroomvoorziening, de (geschatte) kostprijs voor productie en de mogelijkheid tot het positioneren van de schijven. Hoewel de concepten op batterij of zonne-energie ook sterke voordelen hebben als het gaat om uiterlijk of waterdichtheid, weegt voornamelijk de betrouwbaarheid van de stroomvoorziening dusdanig zwaar dat deze concepten afvallen.

De schijven zullen hun stroom aangeleverd krijgen via het stroomnet.

* ++ = 10
+ = 5
- = 0
-- = -5



Effecten *Finishes*

ONDERZOEK // VORMGEVING, UITSTRALING EN FUNCTIONALITEIT

De schijven bestaan, zoals eerder is vermeld, uit een ondoorzichtige en een lichtdoorlatende helft. Om extra uitstraling aan het product te geven kunnen beide helften bewerkt worden, zodat er een specifiek effect optreedt. Voor de ondoorzichtige helft kunnen dit verschillende soorten finishes zijn, bij de lichtdoorlatende helft kan gebruik gemaakt worden van lichteffecten.

Finishes

Om het product goed aan te laten sluiten bij de vijver en tuin waarin het geplaatst wordt, is het mogelijk om de ondoorzichtige helft zodanig te bewerken dat een imitatie van een materiaal wordt gegeven. Materialen die veel terugkomen in de huidige tuintrends zijn onder andere grijze natuursteen en hout. Kijkend naar de stijl van Velda met betrekking tot de Easypond en de tuinverlichting van Techmar zien we ook zwart glas en geborsteld RVS terugkomen.

De bewerking van deze helft dient ervoor te zorgen dat de verlichting ook overdag optisch aantrekkelijk is. De wens is om meerdere varianten aan te bieden. De bewerking dient opgebracht te kunnen worden op de kunststoffen behuizing en mag niet afgeven of loslaten bij contact met water. Natuurlijk dient de bewerkingslaag ook weersbestendig en kleurvast te zijn.

Lichteffecten

De lichtdoorlatende laag kan, voor een gelijkmatige verdeling van het licht, geproduceerd worden uit egaal, vlakke kunststof. Het is echter ook mogelijk om een extra lichteffect toe te voegen. Mogelijke effecten zijn honingraat, zonnestralen, gekristalliseerd en gebroken licht. Enkele voorbeelden zijn op de linkerpagina gegeven.

Tevens kan er gespeeld worden met de diepte van de schijf in het water: als het lichtdoorlatende deel boven het wateroppervlak uitkomt, wordt zowel het water als de omgeving verlicht.

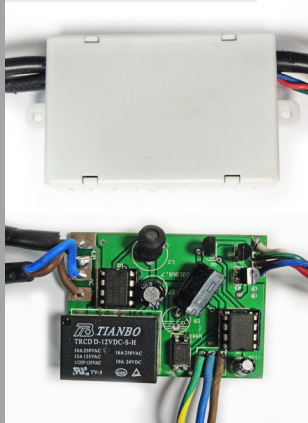
De invloed en aantrekkelijkheid van dergelijke lichteffecten en de diepte van de schijf in het water kunnen getest worden aan de hand van een testmodel. Een nadeel van een dergelijk effect is dat het waarschijnlijk de productiekosten omhoog brengt. Afhankelijk van testresultaten (zie bijlage 1) en de haalbaarheid zal daarom de keuze voor wél of géén lichteffect gemaakt worden.



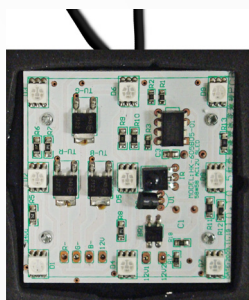
ONDERZOEK // VORMGEVING, UITSTRALING EN FUNCTIONALITEIT

Besturingssysteem - *Afstandsbediening, timer, dimmer, multi-color*

Naast het aan- en uitschakelen van de schijven, kunnen er extra functionaliteiten aan de schijven worden toegevoegd, zoals een dimfunctie, multi-color opties en timer instellingen. Als de schijven zich eenmaal in de vijver bevinden zijn ze lastig bereikbaar. Om deze reden is het zeer wenselijk om de besturing op afstand te kunnen regelen. De schijven kunnen dan ook geleverd worden met een afstandsbediening. Een besturingssysteem zal bestaan uit een zender, een ontvanger en een afstandsbediening.



*RGB Controller exterior
en interior*



PCB inclusief besturing

Besturing - optie 1

Er zijn kant-en-klare besturingssystemen die RGB LED-verlichting aan kunnen sturen. Een voorbeeld is hiernaast afgebeeld. Deze besturingssystemen bestaan uit een controller box inclusief de benodigde elektronica, een zender (de afstandsbediening) en uit een ontvanger (IR).

Deze systemen zijn voor lage prijzen te verkrijgen en zijn onder andere geschikt om LED-strips op aan te sluiten. De functies van dit systeem bestaan uit kleurinstellingen, aan-/uitschakelen en dimmen.

Besturing - optie 2

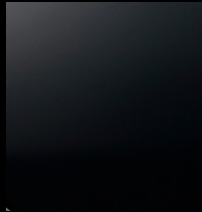
Naast de kant-en-klare besturingssystemen is het ook mogelijk om zelf een besturingssysteem samen te stellen. Een voorbeeld is hiernaast afgebeeld. Het voordeel van zelf samenstellen is dat naar wens functies kunnen worden toegevoegd. Tevens kan de verlichting geïntegreerd worden.

Het voorbeeld bestaat uit een PCB waarop negen SMD LEDs zijn geïnstalleerd. Tevens is de ontvanger op de PCB geïntegreerd. De functies van dit systeem zijn verder gelijk aan het kant-en-klare systeem: aan-/uitschakelen, dimmen en kleurinstellingen.

Nadat de lichtbron is vastgelegd en de voorkeur van de opdrachtgever besproken is zal besloten worden of er gebruik gemaakt zal worden van een besturingssysteem.



Grey Plastic



Black Plastic



Stone, Dark Gray



Brushed RVS



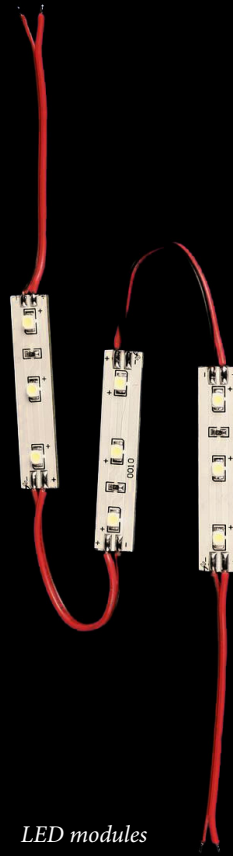
Black Glass



Stone, Light Grey

Standard

Deluxe



LED modules

VOORSTEL // Conceptontwerp

Met behulp van het voorgaande onderzoek is een voorstel ontwikkeld voor het definitieve conceptontwerp. Hierin worden onder andere het formaat, de soort stroomvoorziening en de finishes gespecificeerd.

Standaard // Instapmodel

De schijven zullen geleverd worden in één formaat, namelijk 250x187,5 mm. De hoogte van de schijven bedraagt maximaal 30 mm. De losprijs zal op een maximum van €39,95 komen te liggen, de setprijs voor drie stuks wordt maximaal €99,95. Tevens zullen de schijven aan de IP68-norm voldoen. De schijven zijn in twee finishes verkrijgbaar: zijdeglans zwart en mat grijs. De lichtdoorlatende helft zal van melkwhite kunststof geproduceerd worden.

De schijven worden van stroom voorzien door het stroomnet. De verlichting zal een voltage van 12V hebben, dat via een transformator op het 220V stroomnet wordt aangesloten. De schijven kunnen met koppelsnoeren gecombineerd worden tot één geheel.

De LED-verlichting zal bestaan uit LED modules in de kleur warmwit. Door de LED modules gelijkmatig te verdelen over de schijf zal het licht egaal verspreid worden.

Om de kosten zo laag mogelijk te houden, zal er geen besturingssysteem bij de schijven geleverd worden: aan- en uitschakelen wordt geregeld bij het stopcontact.

Extra opties

Deluxe

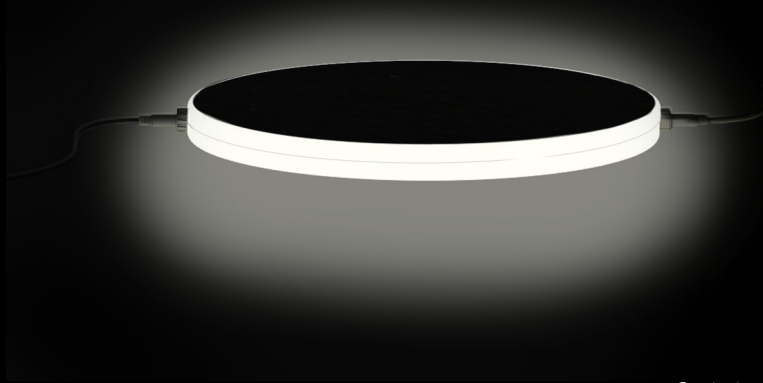
De Deluxe schijven zullen geleverd worden in twee verschillende formaten. Door het afwisselen van grote en kleine schijven kan een natuurlijker effect gecreëerd worden. In plaats van de standaard uitgaves in zwart en grijs, zal deze variant in vier finishes worden geleverd. De afwerkingen zijn zwart glas, lichtgrijze natuursteen, donkergrijze natuursteen en geborsteld RVS.

Extra functionaliteiten

Mocht het product goed aanslaan op de markt, dan is het mogelijk om uitgebreidere, luxe varianten aan te bieden. Extra functionaliteiten zoals dimmen, timerinstellingen en multicolor kunnen dan toegevoegd worden.



Optie 1



Optie 2

VOORSTEL // Conceptontwerp

Variatie

Zonnecel

Een groot nadeel van de stroomvoorziening via het stopcontact zijn de kabels. Een onderhoudsvrije oplossing hiervoor kan zonne-energie zijn. Helaas zal dezelfde kwaliteit verlichting op basis van zonne-energie alleen gerealiseerd kunnen worden voor een kostprijs van \$40 à \$50 (bron: Techmar). Dit ligt ver boven het budget.

Echter, het principe van zonne-energie is wel toepasbaar binnen het budget. De schijven zullen dan wel een andere functie dienen: in plaats van vijververlichting zullen de schijven sfeerobjecten worden.

Huidige zonnepanelen die o.a. door Techmar worden gebruikt hebben een sensor ingebouwd waardoor de verlichting gaat branden wanneer het donker wordt. Omdat de verlichting vanzelf uit zal gaan wanneer de accu leeg is, is er geen besturing nodig.

De behuizing zal hetzelfde zijn als de 12V variant, maar zal alleen aangeboden worden in de finishes zijdeglans zwart of zwart glas om de zonnepanelen hier zo onopvallend mogelijk in weg te kunnen werken.

Vormgeving

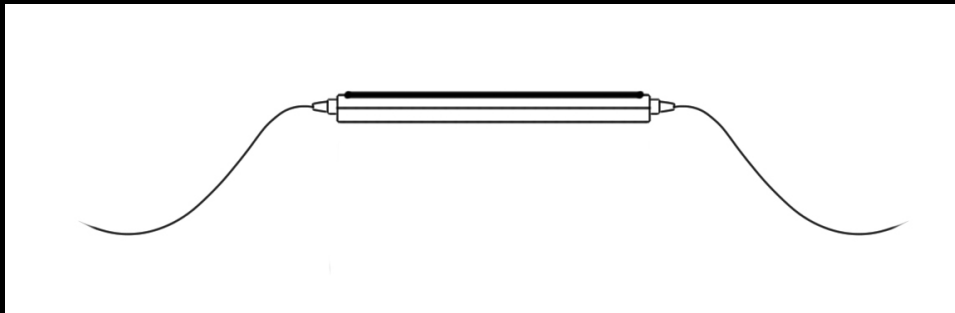
Optie 1

Het oorspronkelijke ontwerp bestaat uit twee helften, waarvan één zijde volledig ondoorzichtig is en één zijde lichtdoorlatend is.

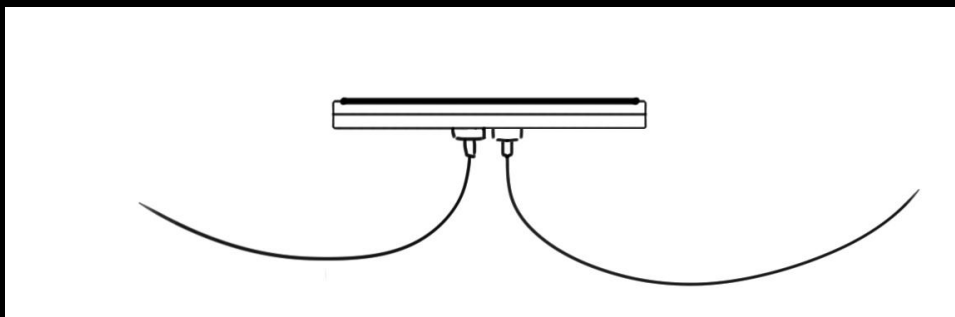
Wanneer de lichtdoorlatende kant naar onderen gericht is, zal de verlichting het water sfeervol verlichten. Als de consument de lichtdoorlatende kant naar boven richt, zal het licht de omgeving van de vijver verlichten en een meer directere verlichting vormen. Het water wordt in dit geval niet verlicht.

Optie 2

Door de lichtdoorlatende helft door te trekken tot de bovenzijde is het mogelijk een ander effect te creëren. Het licht wordt nu niet alleen in het vijverwater, maar ook over het wateroppervlak verspreid. Wanneer de schijf wordt omgedraaid (met de ondoorzichtige zijde omlaag) zal de schijf een lichtbron voor de omgeving zijn, maar ook het water subtiel verlichten.



Koppelen oud



Koppelen nieuw

ONDERZOEK // Enquête

Een groot probleem van het ontwerp zijn de kabels die uit het product komen. Hoewel deze kabels voor een betrouwbare stroomvoorziening zorgen, doorbreken ze het optische effect van de verlichting. Om duidelijkheid te krijgen over de wensen van de consument is er een enquête gehouden onder 13 vijverhouders (zie bijlage 5). Hen is naar hun mening gevraagd met betrekking tot de omkeerbaarheid van het product en de stroomvoorziening. Wat bleek is dat men verwacht het product maximaal tweemaal per jaar om te keren (met een voorkeur voor de niet-transparante zijde boven). Ook geeft men aan de snoeren zeer storend te vinden en in veel gevallen zal men het product niet aanschaffen als de snoeren duidelijk zichtbaar zijn. De zichtbaarheid van de snoeren is dusdanig nadelig, dat het voordeel van de omkeerbaarheid hier niet tegen op weegt. Om deze reden is ervoor gekozen de omkeerbaarheid op te geven.

Vormgeving

Door de omkeerbaarheid op te geven is het niet meer noodzakelijk dat het product volledig symmetrisch is. Dit geeft veel meer ontwerpvrijheid. Zo is het nu mogelijk om de snoeren uit de onderzijde van het product te laten komen. De zichtbaarheid van de koppelsnoeren wordt op deze manier geminimaliseerd. Om te benadrukken dat de schijven niet meer omkeerbaar zijn én om de verbinding tussen de delen beter te kunnen realiseren is het lichtdoorlatende deel veranderd in een schaalvorm. Dit zal later in het verslag gevisualiseerd en verder gespecificeerd worden.



SPECIFICERING - HET CONCEPTONTWERP

Het definitieve concept - een conclusie van de mogelijkheden, de vermarktbaarheid, de eigen inbreng, de voorkeur van Velda, de kennis van Techmar en de voorkeuren van vijverhouders. Dit concept dient als input voor de detailleringfase.

INSTAPMODEL

De schijven zullen geleverd worden in één formaat, namelijk 250x187,5 mm. De hoogte van de schijven bedraagt maximaal 45 mm. De losprijs zal op een maximum van €39,95 komen te liggen, de setprijs voor drie stuks wordt maximaal €99,95. Tevens zullen de schijven aan de IP68-norm voldoen.

De schijven zijn in vier finishes verkrijgbaar: zwart glas, lichtgrijze natuursteen, donkergrijze natuursteen en geborsteld RVS. Het lichtdoorlatende deel zal van melkwitte kunststof geproduceerd worden.

De schijven worden van stroom voorzien door het stroomnet. De verlichting zal een voltage van 12V hebben, dat via een transformator op het 220V stroomnet wordt aangesloten. Met behulp van koppelsnoeren kunnen meerdere schijven aaneengesloten worden tot één geheel.

Door het opgeven van de omkeerbaarheid is het mogelijk om de snoeren uit de onderzijde te laten komen. De zichtbaarheid van de koppelsnoeren wordt op deze manier geminimaliseerd. Om te benadrukken dat de schijven niet meer omkeerbaar zijn én om de verbinding tussen de delen beter te kunnen realiseren is het lichtdoorlatende deel veranderd in een schaalvorm.

De LED-verlichting zal bestaan uit 12 LEDs in de kleur warmwit.

Om de kosten zo laag mogelijk te houden, zal er geen besturingssysteem bij de schijven geleverd worden: aan- en uitschakelen wordt geregeld bij het stopcontact.

Extra opties

Mocht het product goed aanslaan op de markt, dan is het mogelijk om uitgebreidere, luxe varianten aan te bieden. Extra functionaliteiten zoals dimmen, timerinstellingen en multicolor kunnen dan toegevoegd worden. Tevens kan het product dan in meerdere formaten aangeboden worden, zodat door het afwisselen van grote en kleine schijven een natuurlijker effect gecreëerd kan worden.



DETAILLERING

Na deze specificering van het ontwerp is met de uitwerking gestart, waarin alle onderdelen zodanig zijn uitgewerkt dat er een eerste productievoorstel kon worden opgesteld. Er zijn verscheidene methoden en bronnen gebruikt om de benodigde onderdelen te specificeren. Zo is de behuizing gemodelleerd in SolidWorks, is het elektrische schema gedefinieerd met behulp van een elektrotechnicus en is het assemblageproces behandeld.

Detailering

De behuizing

*Vormgeving
Verbinding
Productie*

De elektronica

*Onderdelen
Elektrisch schema
Positionering*

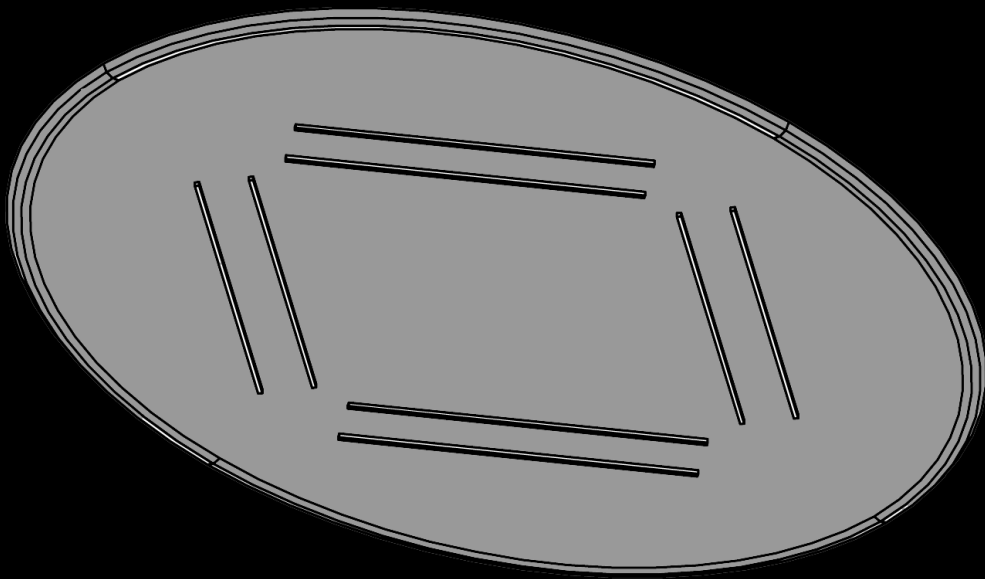
De stroomtoevoer

*Samenstelling
Benodigdheden*

Assemblage

*Exploded view
Handelingen*

Productievoorstel



Bovenplaat, aanzichten

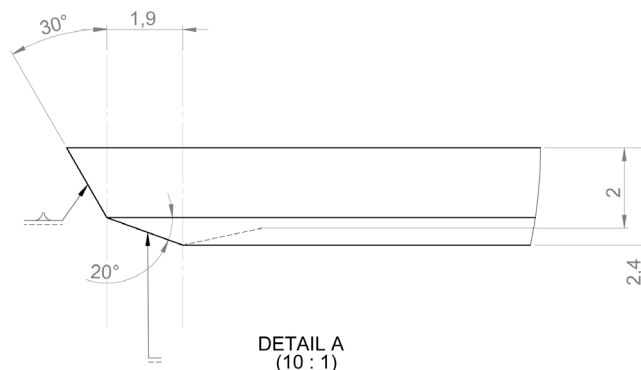
DETAILLERING - De behuizing

Het komende hoofdstuk zal de behuizing behandelen. Aspecten als vormgeving, verbinding en productiemethoden komen aan bod.

Bovenplaat

Afmetingen

De bovenplaat is een ellipsvormige schijf met een dikte van 2 mm. De lange as heeft een lengte van 244 mm, de korte as is 181.5 mm. De smalle, lange randjes op de onderzijde dienen voor de plaatsing en positionering van de elektronica. De rand van de bovenplaat bestaat uit afgeschuinde randen. Deze rand zal later de verbinding tussen de twee behuizingsdelen vormen.



Detail van de rand, zijaanzicht

Productie

Een van de meest toegepaste technieken voor het produceren van kunststoffen behuizingen is spuitgieten. Deze methode leent zich goed voor het aanbrengen van details. Door gebruik te maken van deze methode is het mogelijk om de afgeschuinde rand en de opstaande randjes voor de elektronica met een hoge nauwkeurigheid te produceren. De methode van spuitgieten sluit ook goed aan bij de rest van het ontwerp: de wanddikte is redelijk constant en de geometrie van het onderdeel mag niet veel afwijken van de vastgelegde afmetingen om waterdichtheid te kunnen garanderen.

De oplage van dit onderdeel zal 3.000 stuks bedragen.

Gedetailleerde maattekeningen zijn in het productievoorstel te vinden (bijlage A).



DETAILLERING - De behuizing

Bovenplaat

Materiaal

Voorselectie

Gebaseerd op lichtdoorlatendheid, prijs, smelttemperatuur en toepassingen

Thermoplast	Transparantie	Prijs (€/kg)	Max. °C	Toepassingen
PS	Helder	1.53-1.68	76.9 - 103	Molding, extrusion
PMMA	Helder	2.01-2.22	41.9 - 56.9	Molding, extrusion
PET	Transparant	1.21-1.33	66.9 - 86.9	Molding, extrusion
PLA	Transparant	1.77-1.96	70 - 80	Molding, extrusion
PE	Lichtdoorlatend	1.26-1.38	90 - 110	Molding, extrusion
tpPVC	Lichtdoorlatend	0.98-1.08	60 - 70	Molding, extrusion
PP	Lichtdoorlatend	1.38-1.52	100 - 115	Molding, extrusion

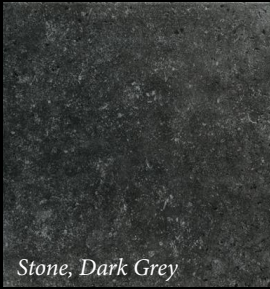
Overige aspecten

- + PP hogere kwaliteit dan PE
- PVC milieu onvriendelijk
- PLA biologisch afbreekbaar
- PMMA duurder dan de rest

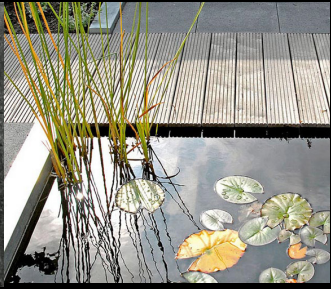
PS	waterbestendig	1,60
PET	waterbestendig	1,25
PP	waterbestendig	1,40
PMMA	waterbestendig	2,10

Uit deze selectie blijven de materialen PET, PS, PMMA en PP over. Alle vier voldoen aan de eisen. PP komt echter zowel qua prijs (€1,40/kg) als kwaliteit goed uit de vergelijking. Tevens is het materiaal leverbaar in lichtdoorlatend wit, is het geschikt voor spuitgieten en ligt de smelttemperatuur hoog genoeg om eventuele vervorming door warmteontwikkeling te voorkomen.

Zowel de schaal als de bovenplaat worden daarom van de thermoplast polypropyleen geproduceerd.



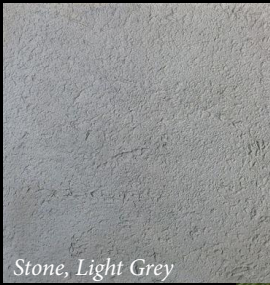
Stone, Dark Grey



Brushed Aluminum



Black Glass



Stone, Light Grey



DETAILLERING - *De behuizing*

Afwerking

De ondoorzichtige kant van het product is altijd naar boven gericht. De uitstraling van dit onderdeel zal dus van grote invloed zijn op de uitstraling van het gehele product, met name overdag. Het product moet zowel sfeervol zijn, als kwaliteit uitstralen.

De onderstaande materialen zijn gekozen om goed aan te sluiten bij veel soorten tuinen en vijvers. Tevens passen de kleuren goed binnen het Velda assortiment. De consument kan de variant uitkiezen die goed aansluit bij zijn of haar vijverrand of tuin. Zo vormt de verlichting samen met de rest van de vijver één geheel.

Het toepassen van verschillende soorten finishes is een relatief goedkope en eenvoudige manier om een breder assortiment te creëren.

Het product zal in vier varianten aangeboden worden:

Stone, Dark Grey

Brushed Aluminum

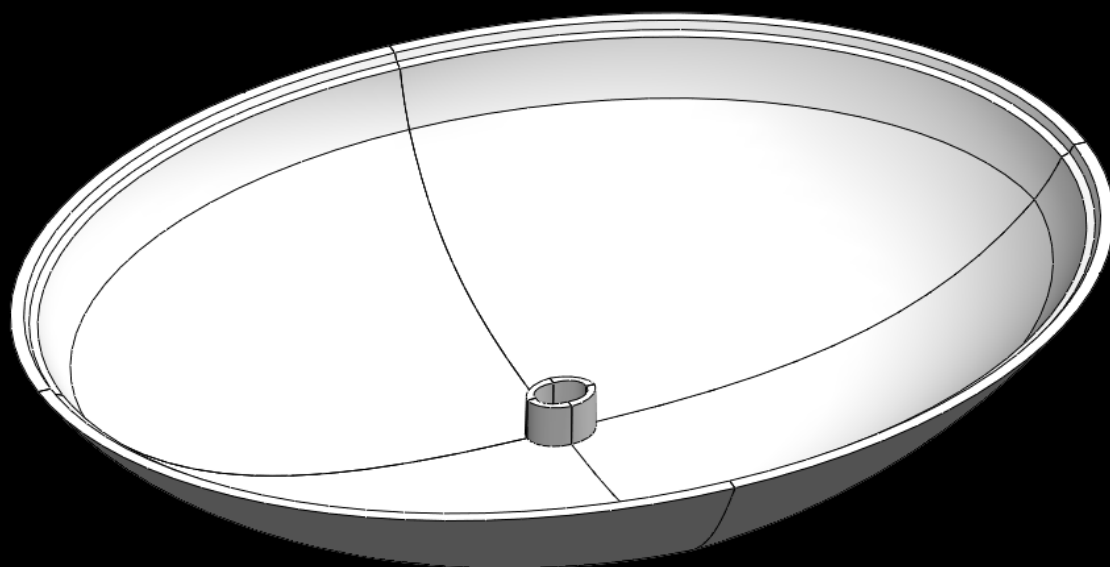
Black Glass

Stone, Light Grey

De gekozen uitstraling kan verkregen worden met behulp van spuitverf. De belangrijkste eisen waaraan deze verf moet voldoen zijn weersbestendigheid en kleurvastheid. Bij de inkoop van deze verf zal er een leverancier gekozen moeten worden die kan garanderen dat de verf hieraan voldoet.

Een consumentenonderzoek kan aangeven in welke hoeveelheden de varianten geproduceerd zullen worden.

Zie bijlage 9 voor een impressie van de vier materialen op het product.



Schaal, aanzicht



Doorsnede, zijaanzicht

Schaal

Afmetingen

Het onderste deel van de behuizing bestaat uit een ellipsvormige schaal. De wanddikte van de schaal is 2 mm. De lange as heeft een lengte van 248.2 mm, de korte as is 186.2 mm. De maximale hoogte van de schaal is 45 mm. Net zoals de bovenplaat heeft ook dit deel afgeschuinde randen, maar dan gespiegeld, zodat beide delen goed in elkaar passen. In het midden bevindt zich een opstaande cilinder, met in het midden (door de bodem) twee gaten, waardoorheen de stroomkabels zullen komen. De buitenste rand van de schaal heeft een afronding van 1 mm.

De verbinding

Bij het uitwerken van het oorspronkelijke ontwerp met de rechtopstaande randen (fig. a) bleek dat de verbinding van de twee delen voor problemen kon zorgen. Omdat de wanddikte nagenoeg constant dient te zijn (vanwege lichtverdeling en spuitgieten) is de breedte van het verbindingsoppervlakte in dit ontwerp slechts 1 mm, met mogelijke uitloop tot 1,5 à 2 mm.

Hoewel uit simulaties is gebleken dat een dergelijk smal oppervlak geen problemen geeft qua sterkte, betekent het wel dat de delen zeer nauwkeurig geproduceerd dienen te worden. Er is namelijk geen speling.

Door het weglaten van de omkeerbaarheid van het product is de vorm van het onderste deel vrijgegeven: waar het eerst symmetrisch diende te zijn, is dat nu niet meer nodig. Door dit deel te veranderen in een schaal vorm zien we dat de hoek tussen de twee delen kleiner wordt. Het is nu mogelijk om een groter oppervlakte (4 mm) te verbinden met behulp van een scarf joint* (fig. b). Op de linkerpagina is een doorsnede van de nieuwe vormgeving te zien.

De schaalvorm neemt tevens spanningen weg, doordat het product geen scherpe hoeken meer heeft. Ook benadrukt de vorm het gebruik: het is nu meteen duidelijk dat het product met de bolle kant naar onderen in het water geplaatst dient te worden.

Materiaal en productie

Zoals is vermeld bij de bovenplaat, wordt ook dit onderdeel van polypropyleen gemaakt door middel van spuitgieten. Voor dit onderdeel is de kleursamenstelling van het polypropyleen erg belangrijk: dit bepaald tenslotte de lichtverdeling en transparantie. De gewenste kleur is melkwit. De samenstelling kan bepaald worden aan de hand van een proefserie van kunststofplaten. De platen hebben ieder een andere gradatie wit. Samen met de definitieve verlichtingsbron kan vervolgens de optimale combinatie vastgelegd worden.

*<http://www.heatstaking.com/technical-ultrasonic-welding.htm> (Plastic Assembly Systems)

Voor meer informatie en onderbouwing, zie bijlage 9.

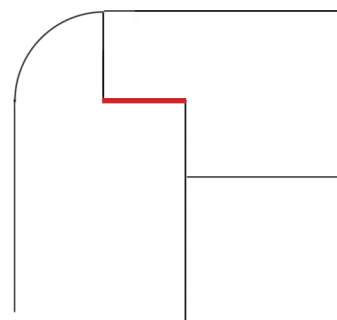


fig. a

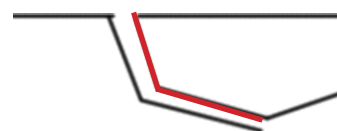
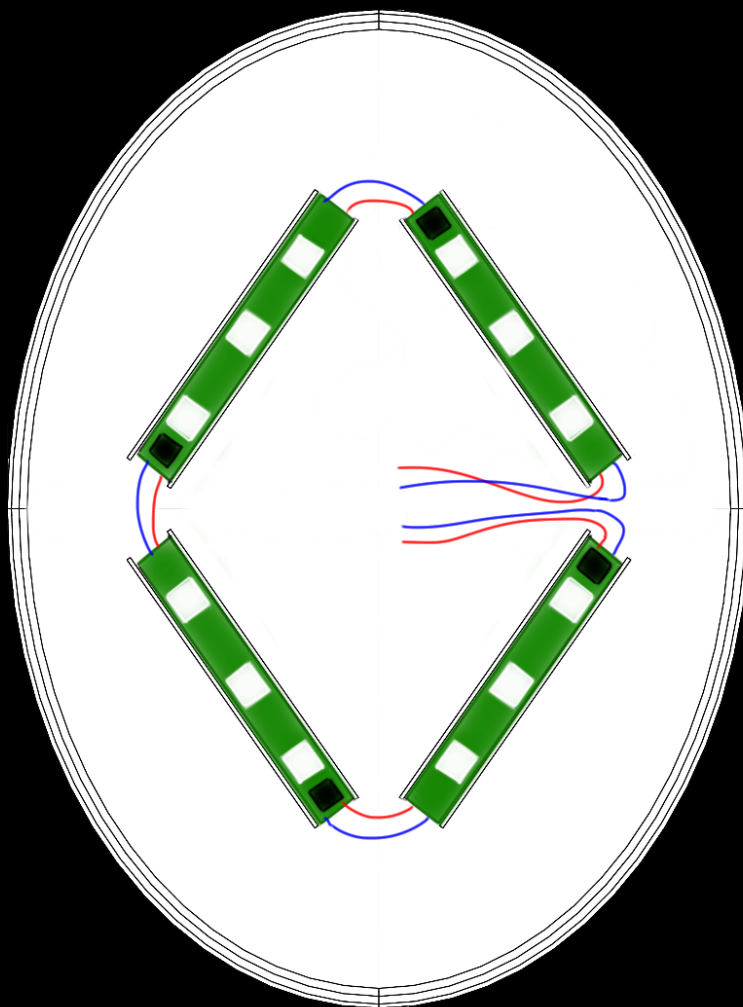


fig. b



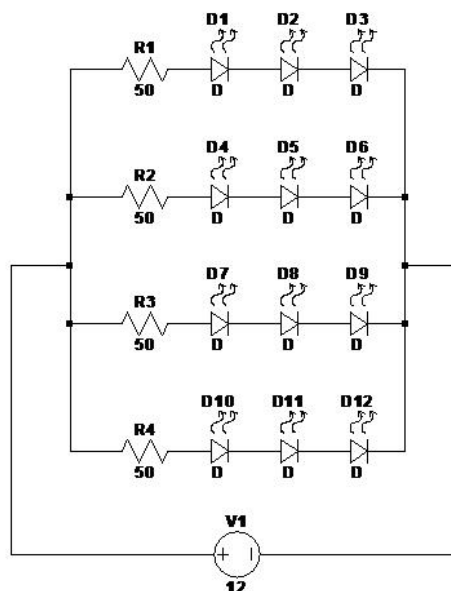
Plaatsing van de elektronica op de onderzijde van de bovenplaat, onderaanzicht

DETAILLERING - De elektronica

De interne elektronica (in de behuizing), zal bestaan uit de LED-verlichting en de benodigde elektrische componenten om de verlichting goed te laten branden.

Onderdelen

Lichtbron	12 x LEDs, warmwit 3500K*, ± 6,7 lm, 3V, 60mA
Weerstand	3V, 47Ω
Printplaat	
Installatiedraad	



Elektrisch schema

De vijfverlichting zal werken op 12V gelijkstroom. Dit is dan ook de inkomende spanning. Deze 12V zal verdeeld worden over vier parallel geschakelde serieschakelingen. De serieschakelingen bestaan alle vier uit één weerstand en drie LEDs. De vier clusters die zo ontstaan werken ieder op 12V (4 x 3V) en 60mA. Om dit te realiseren is er in iedere serie schakeling een weerstand toegevoegd van 47Ω.

Koppelen

Door iedere schijf parallel te schakelen aan de vorige schijf is het mogelijk om iedere schijf op de juiste spanning en stroomsterkte te laten werken. De parallelschakeling wordt verkregen door de koppelsnoeren op elkaar aan te sluiten.

Warmte-ontwikkeling

LED-verlichting zal geen tot weinig** omgevingswarmte produceren, omdat er geen warmte in de vorm van infraroodstraling vrijkomt. Bij een gloeilamp warmt de IR-straling de omgeving en fitting op. Omdat dit bij LEDs niet gebeurt, kunnen de LEDs op zo goed als ieder oppervlak gemonteerd worden.

Echter, in de LED zelf ontstaat wel warmte, doordat de semiconductor die voor de lichtvoorziening zorgt een laag rendement heeft. Deze warmte kan de LED beschadigen. De richtlijn voor warmte-afvoer is dat er een koelsysteem toegepast dient te worden bij LEDs met een vermogen van meer dan 0,5 W (bron: Techmar). Deze warmte heeft echter geen invloed op de rest van het product.

Waterdichtheid

De behuizing zal waterdicht afgesloten worden volgens de IP68 norm. Dit betekent dat de elektronica niet waterdicht hoeft te zijn.

Voor meer informatie en toelichting, zie bijlage 8.

*K= <http://www.green-fox.nl/techinfo/lichttechniek.htm>

** <http://ledsmagazine.com/features/2/5/8>



DETAILLERING - De stroomtoevoer

Het ontwerp - De koppelsnoeren zullen uit de onderkant van het product komen, om de zichtbaarheid van de snoeren te verkleinen. De koppelsnoeren zijn verstevigd, zodat er stijve, buigbare draden ontstaan. Door de snoeren in de gewenste vorm te buigen kan de positionering van de schijven geregeld en gecontroleerd worden. Tevens zullen de aansluitpunten zich halverwege het snoer bevinden. Dit heeft twee voordelen: de koppeling is minder zichtbaar en de behuizing kan eenvoudiger waterdicht geproduceerd worden.

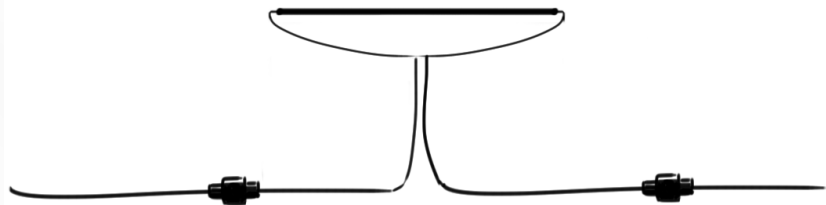
Snoeruitgang aan onderzijde, koppeling halverwege de koppelsnoeren, stijf snoer

Voordelen

Waterdichte behuizing
Minder zichtbaar snoer
Goede positionering

Nadelen

Niet omkeerbaar
Speciaal snoer nodig
Koppeling volledig onderwater

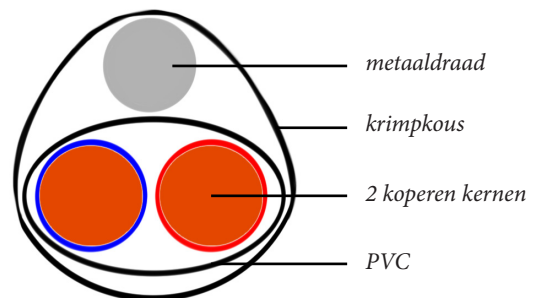


Onderdelen

Koppelsnoeren

Dunne PVC-kabels met een doorsnede van max. 3 mm, verstevigd met metaaldraad. De PVC-kabels worden met het metaaldraad (Ø 1mm) samengevoegd door middel van een krimpkous.

PVC-kabel	2 x 500 mm / product
Metaaldraad	2x 500 mm / product
Krimpkous	2x 500 mm / product



Koppelsnoer, bovenaanzicht

Voor de onderzochte mogelijkheden, zie bijlage 6.



DETAILLERING - De stroomtoevoer

Aansluitpunten

De aansluitpunten dienen te voldoen aan de IP68-norm. Tevens moeten ze eenvoudig vast- en los te koppelen zijn door de consument. Deze handeling dient errorvrij te zijn om defect aan het product en eventuele kortsluiting te voorkomen. Per schijf dient er één mannelijke aansluiting en één vrouwelijke aansluiting te zijn.

Deze waterdichte aansluitingen zijn kant-en-klaar in te kopen, een mogelijke leverancier is Xinhailin*.

Hoofdkabel // Transformator

Bij tuinverlichting dient standaard een transformator en een hoofdkabel te worden geleverd. De transformator dient om, samen met een gelijkrichter, de 220V wisselstroom om te zetten in de 12V gelijkstroom waarop de vijververlichting werkt. De hoofdkabel is een rubberen kabel die aangesloten kan worden op zowel de transformator als op de eerste schijf. Deze kabel dient dan ook voorzien te worden van koppelstukjes die zowel op de transformator als de schijf kunnen worden aangesloten.

Kabel	Rubberen kabel, Ø5 mm	3 m
Transformator	220V AC - 12V AC	
Gelijkrichter	12V AC - 12 V DC	



IP68 koppelsnoer



Transformator 220V AC - 12V DC

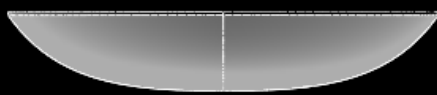
*http://www.alibaba.com/product-gs/492588340/XHL_W201M_XHL_W201F_IP68_waterproof.html



Bovenplaat



Elektronica



Schaal



Koppelsnoer



Exploded view

DETAILLERING // Assemblage

Na de productie en aanschaf van alle benodigde onderdelen kan het product geassembleerd worden.

1. Koppelsnoer - Koppelstukken

De waterdichte koppelstukken worden aan de verstevigde koppelsnoeren én aan de hoofdkabel bevestigd.

2. Bovenplaat - Elektronica

De printplaten met de LEDs en weerstanden zullen aan de bovenplaat gemonteerd worden met behulp van dubbelzijdige tape. Deze tape zal vooraf op de achterzijde van de printplaten geplaatst worden.

3. Elektronica - Koppelsnoeren

Nadat de koppelsnoeren door de gaten in de schaal zijn gehaald, worden de in- en output kabels van de koppelsnoeren vastgesoldeerd aan de in- en outputsnoeren van de elektronica. (Bijlage A, appendix 4b. 1)

4. Ingieten

Als alle elektronica en snoeren aan elkaar verbonden zijn, zal de cilinder op de bodem van de schaal volgegoten worden met giethars. Hierdoor wordt een waterdichte afsluiting gecreërd. (Bijlage A, appendix 4b.2)

5. Ultrasoon lassen

Als laatste stap in het proces zullen de bovenplaat en de schaal aan elkaar gelast worden met behulp van ultrasoon lassen. (Bijlage A, appendix 4b.3)

Een aantal stappen kunnen in meer detail teruggevonden worden in de genoemde bijlagen. (Bijlage A, Offerte-aanvraag)



DETAILLERING - *Productievoorstel*

Bovenstaande specificering is samengevoegd in een productievoorstel. Dit voorstel is via Techmar naar hun producent in China gestuurd om een prijsopgave aan te vragen.

Deze prijsopgave zal duidelijk maken of er qua kostprijs nog aanpassingen aan het ontwerp gedaan dienen te worden.

Zie bijlage A voor het opgestuurde voorstel.



UITWERKING // Digitalisatie - Simulaties - Evaluatie

Het ontwerp is nu in grote lijnen gespecificeerd. Er zitten echter nog een aantal kritieke punten in het ontwerp die getest, geëvalueerd en eventueel aangepast dienen te worden. Er zijn verscheidene methoden gebruikt om het ontwerp te evalueren.

Digitalisatie van het model maakt het mogelijk om simulaties uit te voeren. Met behulp van deze simulaties kan onder andere gekeken worden of het model aan de gewenste stijfheid en sterkte voldoet. Ook laat het eventuele onmogelijkheden of zwakke punten in de vormgeving zien en kan het gebruikt worden voor spuitgietsimulaties.

Expert reviews, door het ontwerp (of bepaalde delen van het ontwerp) voor te leggen aan experts is het mogelijk om specialistische details, zoals het lasnaadontwerp, te controleren.

De behandelde onderwerpen zijn:

- Drijfvermogen
- Stijfheid en Sterkte
- De verbinding
- Spuitgieten
- Elektronica

- Overzicht detaillering

- Kosten



Drijfvermogen

Uit berekeningen (zie bijlage 10) is gebleken dat het product te licht is, waardoor het product te hoog op het water komt te liggen. De gewenste ligging is dat het product ongeveer 1 cm boven het wateroppervlak uitsteekt. Met de huidige vormgeving zal het product rond de 800 gram moeten wegen om dit te realiseren.

Oplossingen

Door de massa van het product te vergroten en het volume te verminderen kan de ligging beïnvloed worden.

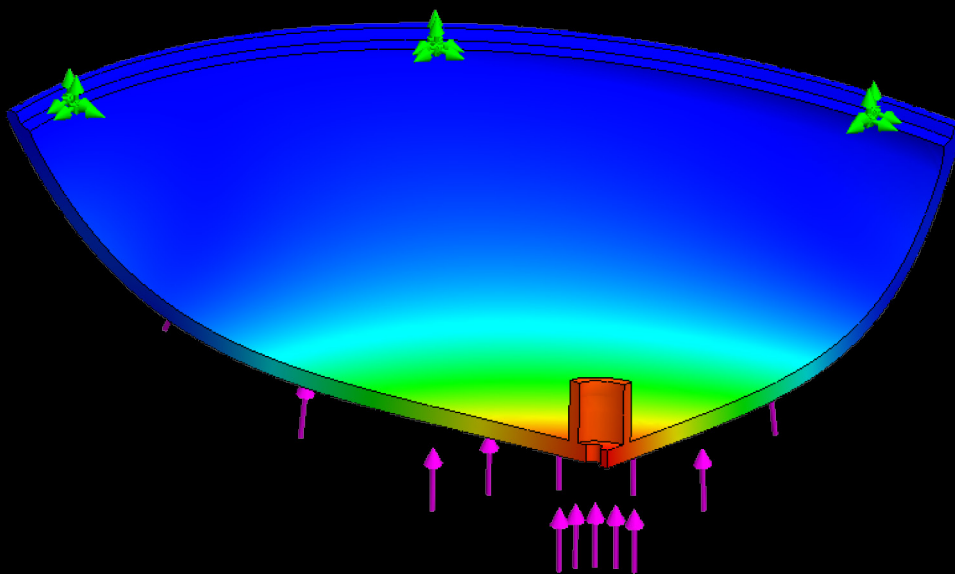
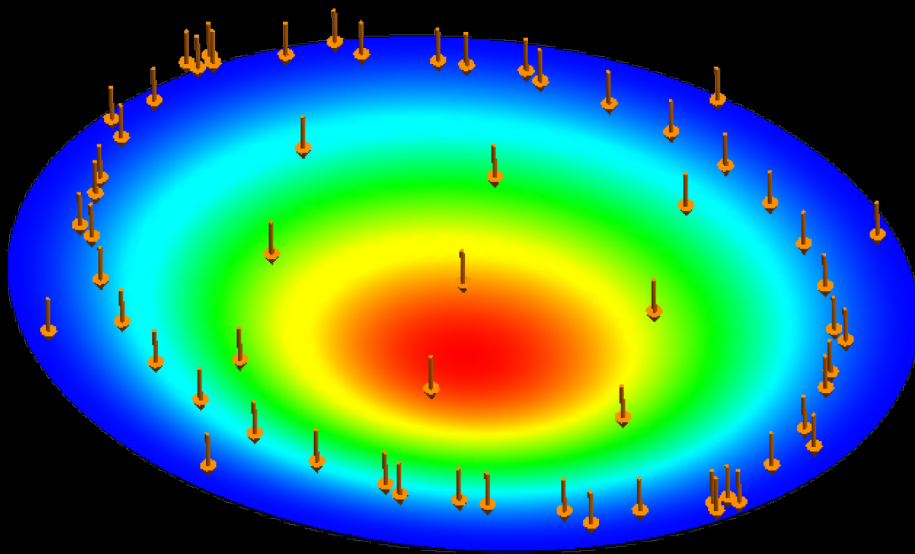
Door bovenstaande oplossingen te combineren is het volgende resultaat ontstaan:

Wanddikte schaal 3 mm, hoogte 35mm:	134.07 g
Dikte bovenplaat 4 mm	138.95 g
Elektronica + giethars	60,00 g
Bedrading	+ 100,00 g
	433,02 g

433,02 g komt overeen met ongeveer 14 mm boven het wateroppervlak.

Eventuele externe krachten, zoals trekkracht van de kabel en invloeden van buitenaf kunnen ook nog invloed hebben op de ligging van het product in het water. Dit zal aan de hand van tests bepaald moeten worden.

De extra wanddikte zorgt tevens voor extra verbindingsoppervlakte voor de lasnaad. Hoewel dit natuurlijk extra materiaalkosten met zich meebrengt, voegt het extra gewicht een gevoel van kwaliteit toe.



SolidWorks simulaties, maximale doorbuiging

Stijfheid en Sterkte

Door de behuizing in SolidWorks te modelleren is het mogelijk om ook andere functies van dit programma toe te passen. Zo is er gebruik gemaakt van de simulatie-optie om het onderdeel door te kunnen rekenen op stijfheid en sterkte.

De simulatie maakt gebruik van fixtures en krachten. Bij de bovenplaat is de fixture de rand waarmee deze verbonden wordt aan de schaal. Hier kan het product namelijk niet doorbuigen. De krachten staan loodrecht op het bovenzvlak. Dit zou bijvoorbeeld een kracht van een hand die in het product knijpt simuleren. Bij de schaal staan de krachten loodrecht op het ondervlak.

De krachten zijn gevarieerd van zwaartekracht tot een belasting van 100 N (10kg).

Bovenplaat

Dichtheid = 1040 kg/m³

Massa = 138.95 gram

Volume = 133,6 cm³

Oppervlakte = 708,9 cm²

Simulatie

Belasting zwaartekracht

Maximale doorbuiging 3,685e-003mm

Belasting van 50N

Maximale doorbuiging 1,853e-001mm

Belasting 100N

Maximale doorbuiging 3,685e-001mm

Schaal

Dichtheid = 1040 kg/m³

Massa = 134.07 gram

Volume = 128,9 cm³

Oppervlakte = 915,5 cm²

Simulatie

Belasting zwaartekracht

Maximale doorbuiging 9,935e-003mm

Belasting van 50N

Maximale doorbuiging 4,967e-001mm

Belasting 100N

Maximale doorbuiging 9,935e-001mm

Eventuele aanpassingen

Voor beide delen geldt dat zelfs bij een zware belasting van 10kg er nauwelijks doorbuiging optreedt. De onderdelen zijn dus voldoende sterk met de huidige vormgeving. De dikte zou geminimaliseerd kunnen worden, maar omdat de dikte nodig is om voldoende massa te verkrijgen (voor de gewenste ligging in het water) zal het ontwerp niet worden aangepast.



De lasverbinding

Het lassen

De behuizingsdelen zullen aan elkaar bevestigd worden door middel van ultrasoon lassen. Andere verbindingsmethoden zijn ongeschikt bevonden. Zo heeft Techmar aangegeven dat kitten en lijmen onvoldoende afsluiten, waardoor uiteindelijk het product zal gaan lekken.

De verbinding

De verbinderand tussen het onderste en bovenste behuizingsdeel was in het eerste ontwerp vrij smal. Door het ontwerp aan te passen naar een schaalvorm is er een groter oppervlakte beschikbaar voor de verbinding. Extra verbindingsoppervlakte is erg belangrijk: mocht er een kleine afwijking in de productie optreden, dan kan dit anders al snel leiden tot problemen met de waterdichtheid.

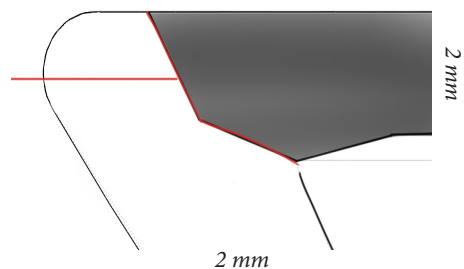
Echter, door de schaalvormige behuizing én het verdikken van de wand om het juiste drijfvermogen te krijgen is dit probleem opgelost. De schaalvorm zorgt voor een oppervlakte van 4,0 mm (zie afbeelding verbinding oud) en de verdikking voegt hier nog 2,0 mm aan toe (aangegeven in het rood, verbinding nieuw).

Het ontwerp van de lasnaad is gebaseerd op de design guidelines voor een 'scarf joint'. Deze verbinding is speciaal geschikt voor verbindingen tussen twee ronde objecten.

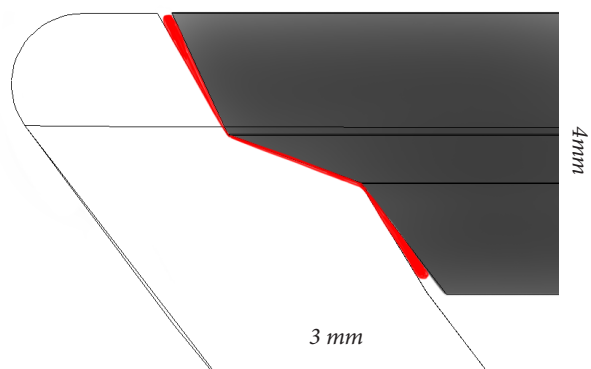
Het ontwerp is geëvalueerd door Branson Ultrasonics. Op basis van de tekeningen is er een offerte gemaakt voor de benodigde machine en de fixture.

Of dit specifieke ontwerp in de praktijk zal werken dient aan de hand van testen te worden bepaald. Hier zal dieper op ingegaan worden in de aanbevelingen.

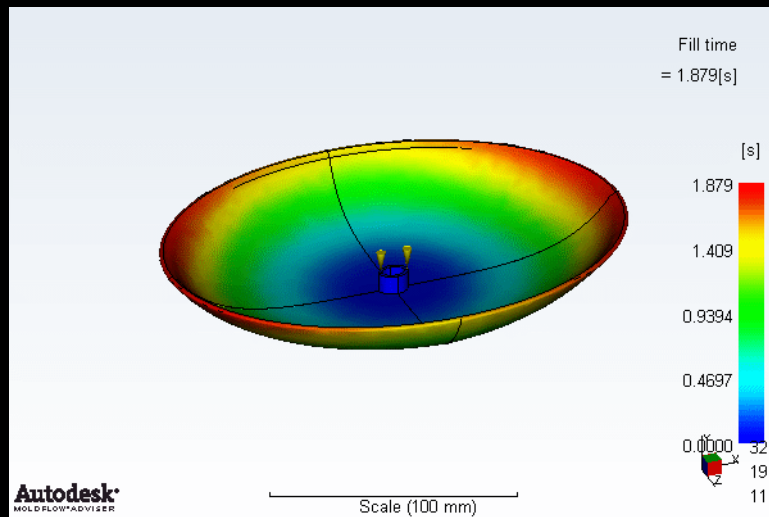
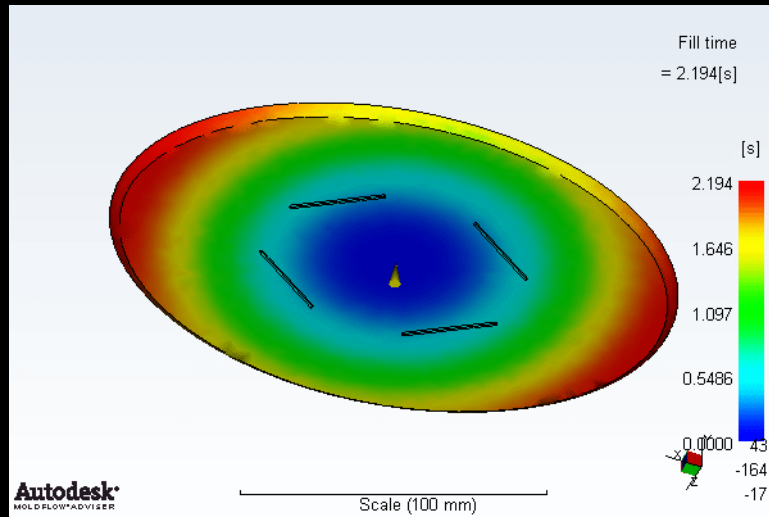
Zie voor meer informatie en onderbouwing bijlage 10.



Verbinding oud



Verbinding nieuw



Simulatie vultijd

UITWERKING // Spuitgieten

Matrijs en Aanspuitpunten

Bij het vullen van een spuitgietmatrijs zijn een aantal aspecten van belang. Zo moet de positie van de aanspuitpunten goed gekozen worden en moet de matrijs gelijkmatig gevuld kunnen worden. Ook is het belangrijk om te controleren of er geen luchtbellens in de mal ontstaan. Om dit te kunnen testen zijn er simulaties in het programma Moldflow uitgevoerd.

Simulaties met het programma MoldFlow geven aan dat het spuitgieten van de behuizing geen problemen op zal leveren. Doordat de vormgeving eenvoudig is gehouden en de wanddikte zo constant mogelijk, verloopt het vulproces gelijkmatig.

De bovenplaat zal gevuld worden door middel van één aanspuitpunt. Uit een aantal testproducten zal moeten blijken of er ook ontluchtingsgaten nodig zijn.

De schaal zal gevuld worden door middel van twee aanspuitpunten. Ook hier zal met behulp van testen moeten blijken of er ontluchting nodig is.

De positie van de aanspuitpunten is hiernaast aangegeven met de grijsgele pijltjes. Meer details over het spuitgieten zijn te vinden in bijlage 12.

Materiaal

De lichtdoorlatendheid van het product bepaald de volledige uitstraling. De materiaalkeuze en kleur van de behuizing is dan ook van groot belang.

Uit een vooronderzoek, gebaseerd op lichtdoorlatendheid, prijs, smelttemperatuur en toepassingen zijn vier kunststoffen naar voren gekomen: PS, PET, PP en PMMA. Tevens zijn al deze materialen leverbaar in (melk)wit. De definitieve keuze is dan ook gemaakt op basis van de lasbaarheid. Zowel Branson Ultrasonics als Depla (spuitgietfabrikant) geven aan dan polystyreen, PS, hiervoor het meest geschikte materiaal is.

De samenstelling van de masterbatch voor het spuitgieten zal aan de hand van testen worden bepaald.

De minimale bedrijfstemperatuur van PS is -20 graden Celsius*.

“De toe te voegen masterbatch zal worden bekeken aan de hand van het in te zetten materiaal en enkele testen.” - Dhr. van Denzel, Depla

* Bron: <http://wsvkunststoffen.nl/polystyreen/>



Koeling

Iedere lichtbron geeft naast licht ook warmte af. Het grote voordeel van LED-verlichting is dat de externe warmte-ontwikkeling heel beperkt is. Er ontstaat wel interne warmte. De richtlijn (volgens Techmar) is dat verlichting tot 0,5W geen koelingsysteem nodig heeft om deze warmte af te voeren.

De LEDs in de schijven zullen werken op een maximaal vermogen van $(3V \cdot 0,06A =) 0,18W/LED$ en zitten ruim onder deze waarde. De verlichting heeft dus geen koeling nodig.

Koppelen

Op een transformator kan een maximaal vermogen aangesloten worden. Uitgaande van LEDs die werken op 3V en 60mA zal één schijf met 12 LEDs 2,88W verbruiken (voor een uitgebreide berekening, zie bijlage 11).

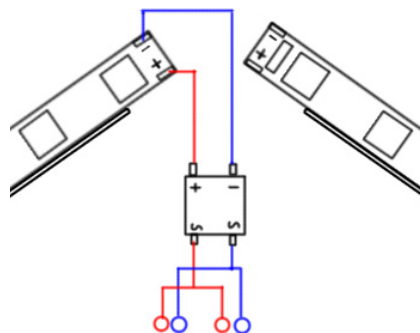
Het vermogen van de transformator zal dus bepalen hoeveel schijven men op één transformator aan kan sluiten. Ervan uitgaande dat men niet meer dan 5 à 6 schijven in één vijver zal plaatsen, is er gekozen voor een transformator van 17,5W. Men kan hier $(6 \cdot 2,88 = 17,28)$ zonder problemen zes schijven op aansluiten.

Definitieve LED keuze

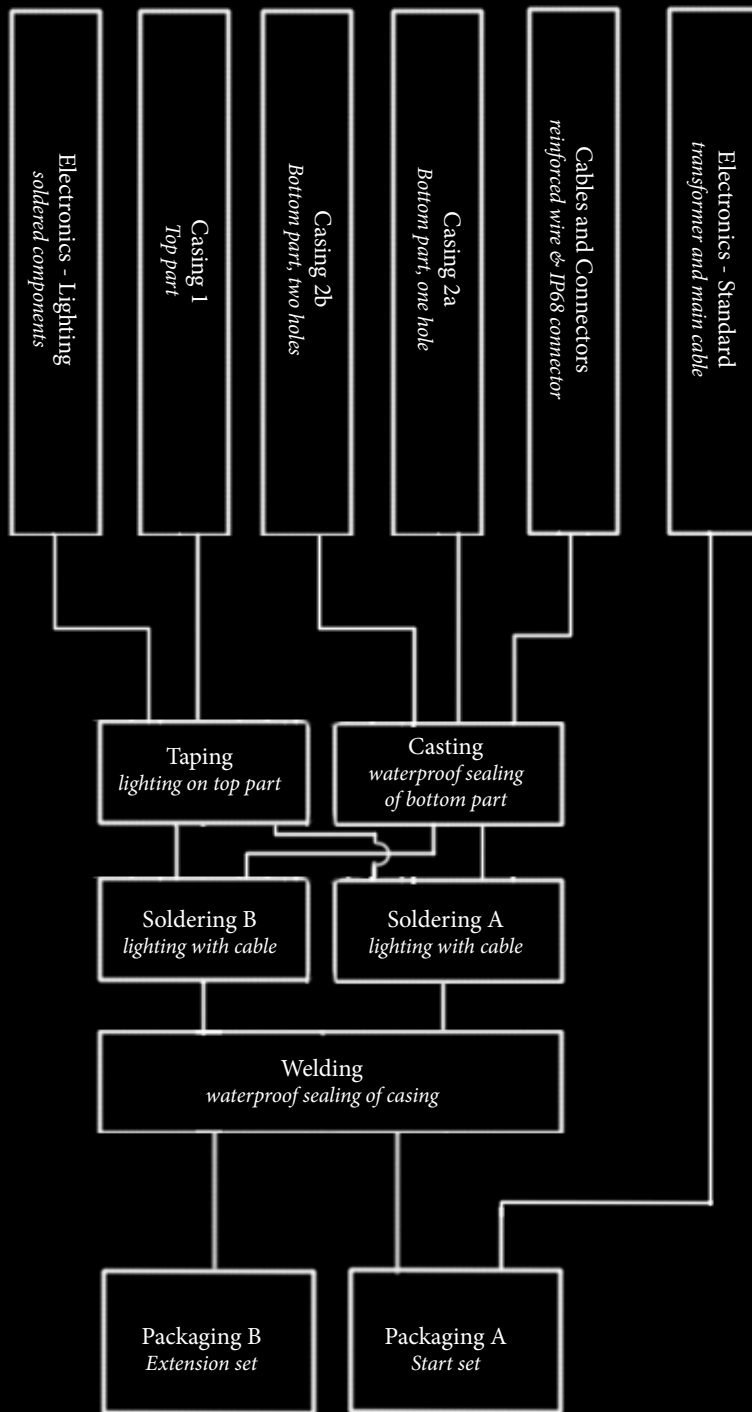
De keuze voor het *soort* LEDs ligt eigenlijk vrij. Of er nu voor SMD LEDs, hyperflux LEDs of gewone LEDs gekozen wordt maakt in deze situatie niet uit. Wat van belang is zijn de eigenschappen. Zo mogen de LEDs maximaal 0,5W verbruiken en moeten ze ongeveer 6 lumen uitstralen. Tevens mogen de kosten per LED niet meer dan € 0,04 bedragen en moeten ze op een vlak oppervlak gemonteerd kunnen worden.

Gelijkrichter

Standaard transformatoren zetten de primaire, inkomende spanning (bv. 220V) om in een lagere spanning van bijvoorbeeld 12V. LED verlichting dient echter op gelijkstroom te werken. Om dit te realiseren zal er in iedere schijf een kleine gelijkrichter geplaatst worden.



De gelijkrichter, geïntegreerd in de elektronica



Assemblagelijjn

UITWERKING // Overzicht

Overzicht aanpassingen t.o.v. het eerste productievoorstel (bijlage A).

Top part

Positionering elektronica

De onderzijde van de bovenplaat had vier dubbele randjes voor de positionering van de PCBs. In het definitieve ontwerp is dit vereenvoudigd tot vier kortere enkele randjes. De randjes dienen alleen als richtlijn. Deze vier enkele randjes zijn hiervoor ruim voldoende.

Wanddikte

De bovenplaat zal een dikte van 4,0 mm hebben. Deze dikte is nodig om genoeg gewicht te creëren om de lamp diep genoeg in het water te laten liggen.

Bottom part

Wanddikte en verbinding

De schaal zal een dikte van 3,0 mm hebben. Ook dit komt ten goede aan het benodigde gewicht. Tevens zorgt de extra dikte voor een betere verbinding tussen de behuizingsdelen.

Hoogte

De maximale hoogte van het product is 35,0 mm. Waar deze hoogte nog 45,0 mm in het eerste productievoorstel was, is deze verlaagd om het volume van de lamp onderwater te verminderen. Ook dit komt ten goede aan de diepte van het product in het water.

Elektronica

Gelijkrichter in product

De gelijkrichter zal in het product gemonteerd worden, in plaats van als losse component tussen de transformator en de hoofdkabel in.

Assemblage

Er is gekozen om zowel het bovendeel als het onderste deel van de behuizing zo ver mogelijk te assembleren voordat deze gecombineerd worden. Dit betekent dat het onderste deel eerst ingegoten wordt voordat de koppelsnoeren en de verlichting aan elkaar gesoldeerd worden. Na het solderen gaat het geheel door naar het ultrasoon lassen.

Oplage

De totale oplage zal 9.000 zijn: 3.000 startpakketten en 6.000 uitbreidingslampen. Op deze wijze komt men op een totaal van 3.000 sets van 3.

Productieplan

Bovengenoemde punten en eerder genomen beslissingen komen samen in een productieplan (losse bijlage). Hierin worden alle onderdelen gespecificeerd (maattekeningen, materiaal, eigenschappen), wordt het assemblageproces beschreven en kan men een overzicht van de kosten terugvinden.

			Total price (min) (€)	Total price (max) (€)
Purchase	LEDs		€ 0,276	€ 0,461
	IP68 Connector incl. cable		€ 0,246	€ 0,296
	Heat-shrinking tube		€ 0,029	€ 0,038
	Metal wire		€ 0,006	€ 0,010
	Rubber cable		€ 0,806	€ 1,152
	Transformer		€ 1,152	€ 1,920
	PCB		€ 0,307	€ 0,614
	Rectifier		€ 0,077	€ 0,154
	Resistors		€ 0,031	€ 0,061

			Total price (min) (€)	Total price (max) (€)
Production	Top part mold		€ 0,099	€ 0,111
	Material costs top part		€ 0,222	€ 0,250
	Finish		€ 0,063	€ 0,133
	Bottom part mold		€ 0,232	€ 0,244
	Material costs bottom part		€ 0,214	€ 0,241
	Package start set		€ 0,400	€ 0,600
	Package extension set		€ 0,200	€ 0,250

Additional	Additional materials/machines		€ 0,500	€ 0,750
------------	-------------------------------	--	---------	---------

Assembly	Assembly costs (time)		€ 0,250	€ 0,500
	Additional assembly costs		€ 0,500	€ 1,000

Profit China	15%	Start set	€ 0,458	€ 0,730
		Extension set	€ 0,500	€ 0,781

Transport	Asia - Netherlands		€ 0,166	€ 0,213
	Rotterdam - Enschede		€ 0,050	€ 0,061

Total unit costs				
Light, one cable	Start set	€ 3,73	€ 5,87	
	Extension set	€ 4,05	€ 6,26	
Light, two cables	Start set	€ 6,08	€ 8,94	
	Extension set	€ 4,25	€ 6,51	

Average costs	Start set	€ 7,51	\$ 9,537
	Extension set	€ 5,38	\$ 6,831

Selling price Velda	Start set	€ 15,64	\$ 20,371
	Extension set	€ 12,09	\$ 15,746

Retail price	Start set	€ 42,23	\$ 55,00
	Extension set	€ 32,64	\$ 42,51

	Average price	€ 35,84	\$ 46,677
--	---------------	---------	-----------

Overzicht prijslijst

UITWERKING // Kosten

Overzicht gewenste kost- en verkoopprijs

	Startpakket	Uitbreidingsset	Toelichting
Adviesverkoopprijs	€ 39,95	€ 32,95	
Verkoopprijs Velda	€ 14,78	€ 12,19	37% van de adviesverkoopprijs
Kostprijs	€ 6,65	€ 5,49	45% van de verkoopprijs van Velda

Overzicht kost- en verkoopprijs n.a.v. prijsschatting

	Startpakket	Uitbreidingsset	Toelichting
Kostprijs	€ 7,51	€ 5,38	
Gewenste winst Velda	€ 8,13	€ 6,71	55% van de verkoopprijs van Velda
Verkoopprijs Velda	€ 15,64	€ 12,09	kostprijs + winst Velda
Adviesverkoopprijs	€ 43,23	€ 32,63	270% van de verkoopprijs van Velda
Gemiddelde prijs	€ 35,84		3.000 startpakketten en 6.000 uitbreidingssets

Overzicht totale kosten en winst

Productiekosten	€ 54.815,86		3.000 startpakketten en 6.000 uitbreidingssets
Inkomsten Velda	€ 119.460,00		Na verkoop van totale oplage
Winst Velda	€ 64.644,14		Inkomsten - productiekosten
Winst klant Velda	€ 203.090,39		Na verkoop van totale oplage
Winst per product			
Velda	€ 8,13	€ 6,71	Verkoopprijs Velda - kostprijs
Klant Velda	€ 27,59	€ 20,54	Adviesverkoopprijs - verkoopprijs Velda

Conclusie kosten

De lampen kunnen voor een gemiddelde prijs van € 6,- geproduceerd worden. Dit levert een gemiddelde adviesverkoopprijs van € 35,85 op. Dit valt binnen het budget van € 39,95 per stuk.

Als men de kosten voor het startpakket en uitbreidingsset los bekijkt zien we dat het startpakket de adviesverkoopprijs overschrijdt met € 3,28. Dit komt door de relatief hoge inkooprij van zowel de transformator als de hoofdkabel. Door bijvoorbeeld de adviesverkoopprijs van een uitbreidingsset omhoog te doen naar € 35,95 zou dit gecompenseerd kunnen worden.

De gemiddelde winst per lamp is voor Velda € 7,18, voor de klanten van Velda € 22,57.

Het totale overzicht van de kosten is te vinden in bijlage 13.



Er is altijd veel aandacht voor nieuwe producten: deze interesse blijkt uit het grote aanbod en de constante vraag naar nieuwe producten. Ze bieden vaak voordelen ten opzichte van het oude product. Zo functioneren ze vaak beter (en vaak voor een betere prijs) of bieden ze nieuwe of meer mogelijkheden. Tevens zorgt de ontwikkeling van nieuwe producten ervoor dat een merk interessant en modern blijft.

Naast de ontwikkeling van nieuwe producten is de introductie op de markt van groot belang. Een goed product kan floppen door een slechte introductiestrategie.

In dit onderdeel zal daarom aandacht besteed worden aan marketing in de realiseringsfase. Onderwerpen die behandeld zullen worden zijn onder andere de productvisie, introductie van het product op de markt, verpakking en de toekomstvisie. Deze onderwerpen komen samen in een *introductiestrategie* (gebaseerd 'Productontwikkeling en Marketing' van dhr. Hultink en dhr. Schoormans).

Introductiestrategie

Het product

- Productnieuwheid
- Productvoordeel
- Breedte van de productlijn

De verpakking

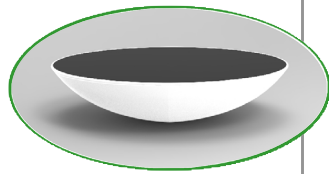
Markt en Bedrijf

- Imago en positie in de markt
- Marktrijpheid
- Timing introductie

Distributie en Promotie

Hoog

Kwaliteit



€ 10

€ 100+

Prijs



Laag

MARKETING // *Het product*

Productstrategie

Vergeleken met andere verlichtingscategorieën, is het aanbod aan vijververlichting beperkt. De keuze is grofweg beperkt tot onderwaterspots, drijvende bollen en camouflage-rotsjes. De prijzen van vijververlichting liggen ver uit elkaar; van €20,- voor een drijvende, plastic bol met een zonnepaneeltje tot ruim €150,- voor een RVS onderwaterspot.

Zoals te zien is in het overzicht op de linkerpagina, bevinden de producten zich op één lijn. Dit geeft aan dat er een standaard verhouding tussen prijs en kwaliteit bestaat. Velda wil met dit product graag verlichting met een relatief hoge kwaliteit voor een relatief lage prijs aan bieden. Veel van het huidige aanbod vijververlichting (tot een prijs van €50,-) heeft te kampen met waterdichtheidsproblemen. Dit leidt tot roest, defecten en een lage kwaliteit. Met het ontworpen product wil men een nieuwe prijs/kwaliteit-categorie op de markt brengen. Namelijk betaalbare, kwalitatief hoogwaardige vijververlichting.

Productnieuwheid

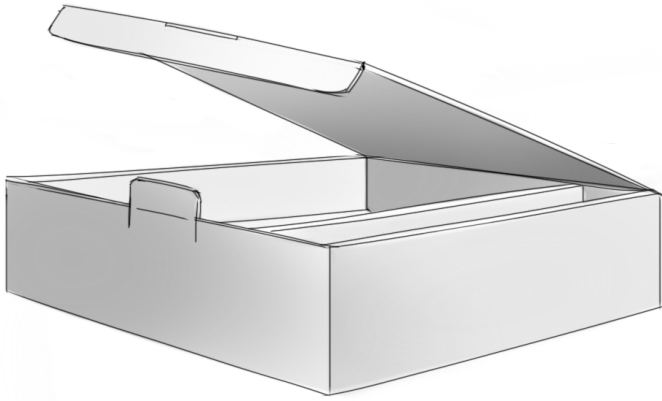
Deze zichtbare vijververlichting geeft sfeer en stijl aan iedere vijver. De vormgeving onderscheidt zich zonder meer van de inmiddels bekende drijvende bollen. Het product is betaalbaar, maar doet in kwaliteit niet onder voor de veel duurdere verlichting. Er is veel aandacht besteed aan waterdichtheid, gebruiksgemak en uitstraling, waardoor het product een hoge kwaliteit heeft en dit ook naar de consument communiceert. Door de vormgeving eenvoudig te houden en relatief goedkope materialen te gebruiken is het echter mogelijk om de prijs laag te houden.

Productvoordeel

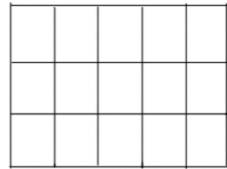
Door dit product koppelbaar te maken is het niet alleen geschikt voor veel formaten vijvers, maar is het ook geschikt voor verschillende budgetten. De bovenzijde wordt met verschillende finishes afgewerkt en is zo geschikt voor een breed publiek.

Breedte van de productlijn

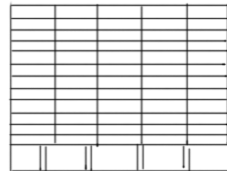
Ter introductie van dit product is ervoor gekozen om het bij een instapmodel te laten. Dit instapmodel houdt in dat alleen de hoogstnodige functionaliteiten zijn toegevoegd. Dit betekent dat er bijvoorbeeld geen besturingssysteem of kleurveranderende lampen geleverd worden. De verschillende finishes en de koppelbaarheid zorgen ervoor dat het product alsnog brede toepassingsmogelijkheden heeft. Het is mogelijk om in de toekomst een breder assortiment aan te bieden.



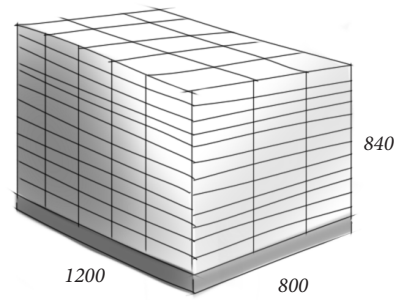
Verpakking startpakket



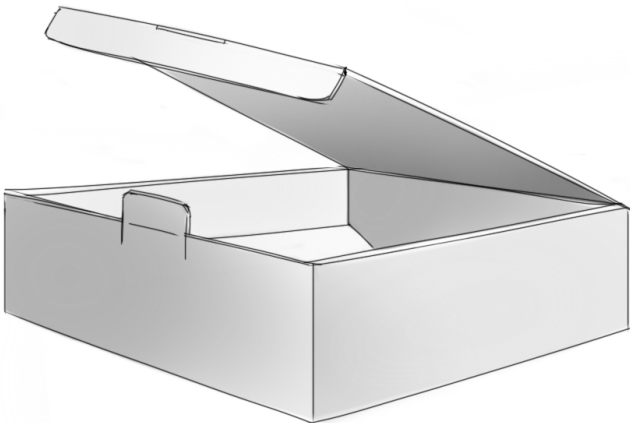
Bovenaanzicht



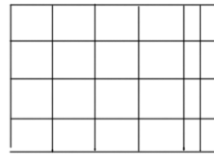
Zijaanzicht



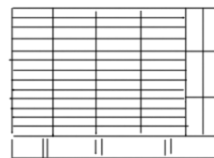
Pallet indeling startpakket



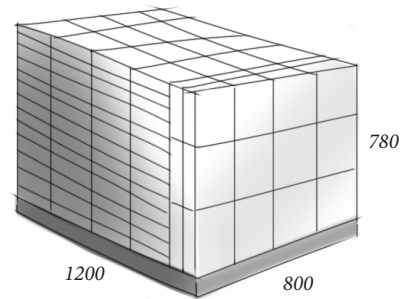
Verpakking uitbreidingsset



Bovenaanzicht



Zijaanzicht



Pallet indeling uitbreidingsset

De verpakking

De verpakking is het eerste contact tussen de consument en het product. Het is daarom erg belangrijk dat de verpakking de juiste uitstraling heeft. Er is dan ook gekozen voor een degelijke, hoogwaardige verpakking, waarin het product mooi tentoongesteld kan worden.

Deze verpakking is gebaseerd op de verpakking van de Silenta 500 Pro van Velda. Op de volgende pagina's zijn gedetailleerde tekeningen van de verpakking te vinden.

Afmetingen en Transport

Om het verpakken en vervoeren van het product zo economisch mogelijk te maken, zijn de afmetingen zo gekozen dat er zo min mogelijk loze ruimte overblijft. Niet alleen in de doos zelf, maar ook tijdens het transport. Hiernaast is afgebeeld hoe de pakketten vervoerd kunnen worden op europallets.

Startpakket

Afmetingen

Binnenmaten 255x220x70

Buitenmaten 260x230x60

Europallet 1200x800x840 180 dozen

Uitbreidingsset

Afmetingen

Binnenmaten 255x195x60

Buitenmaten 260x200x60

Europallet 1200x800x780 232 dozen

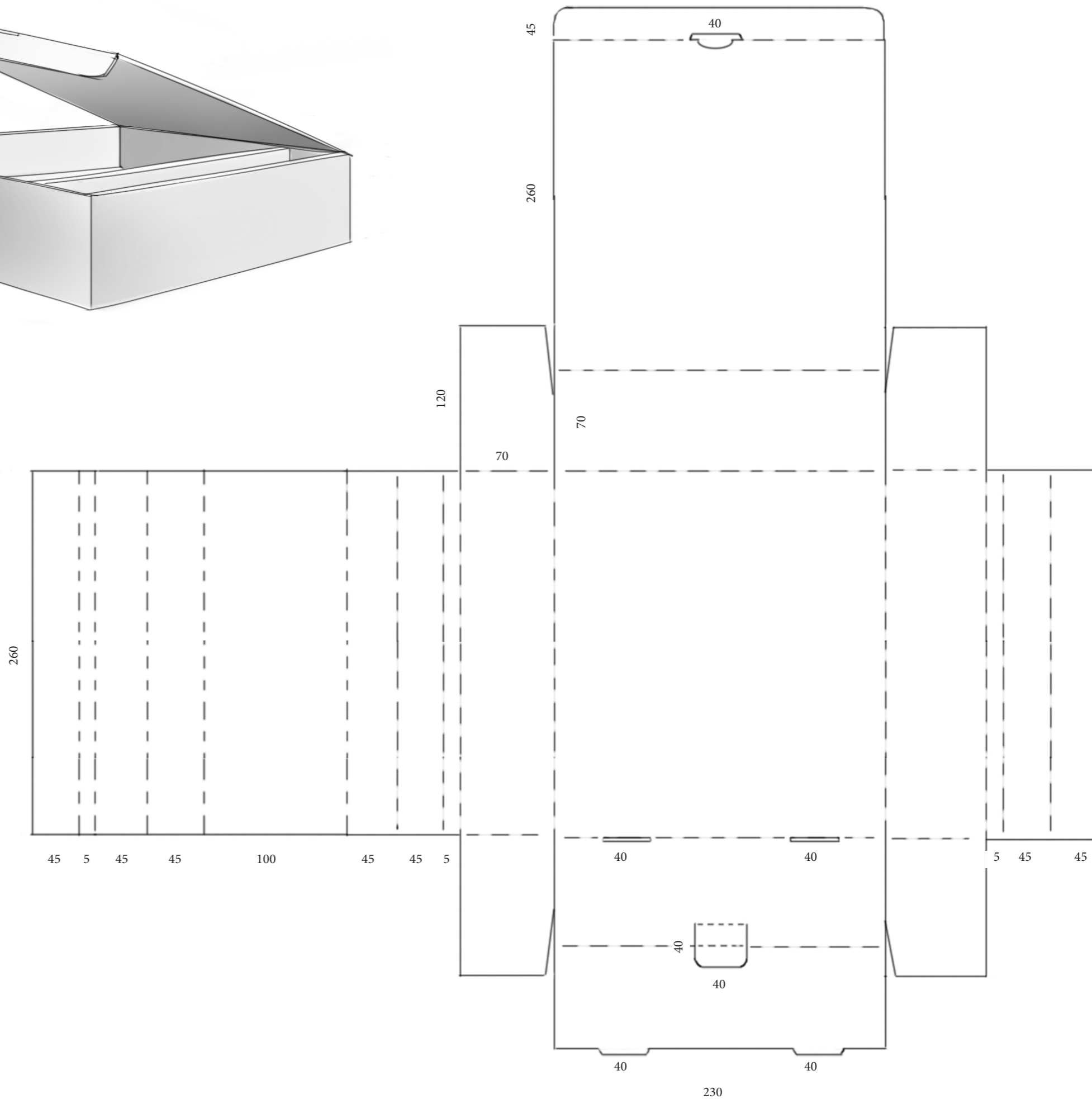
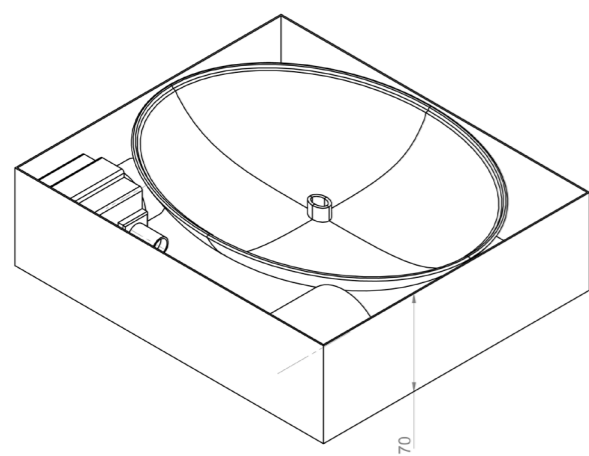
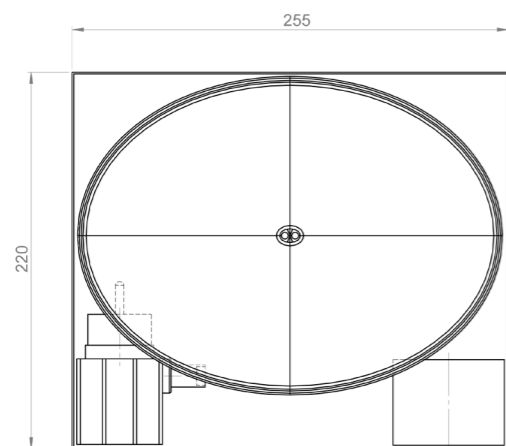
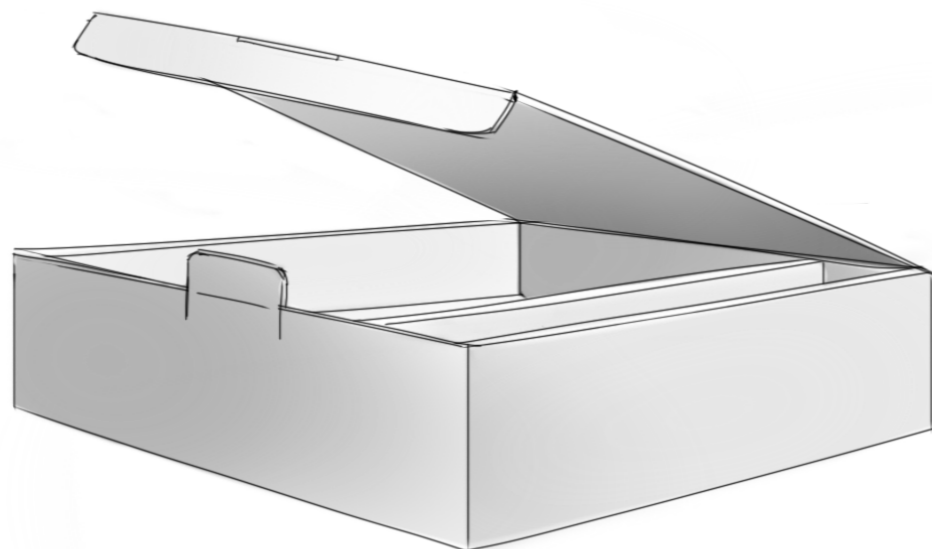


Uitslag van de verpakking van het startpakket

Afmetingen zijn in mm

Stippellijnen: vouwlijnen

Doorgetrokken lijnen: snijlijnen



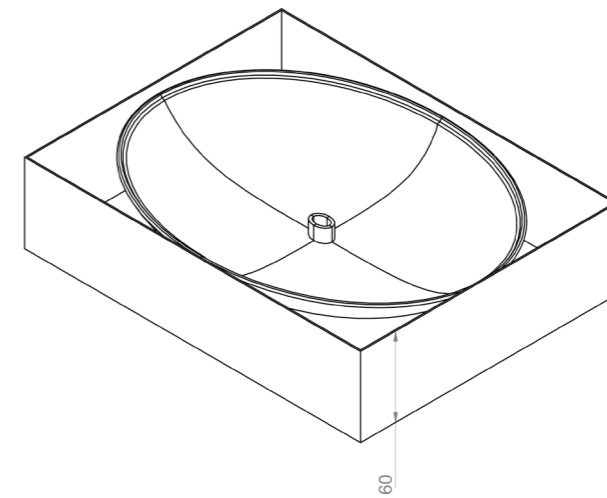
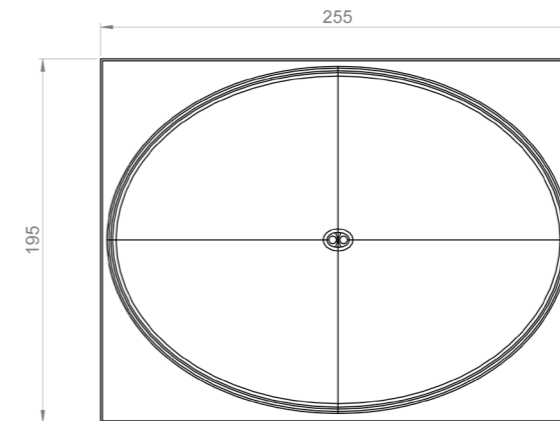
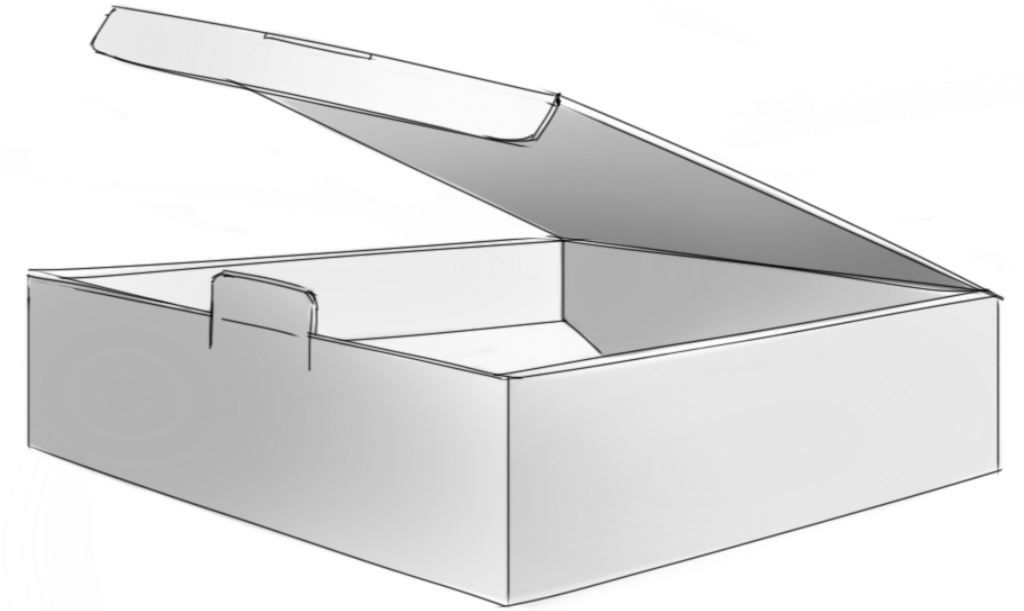
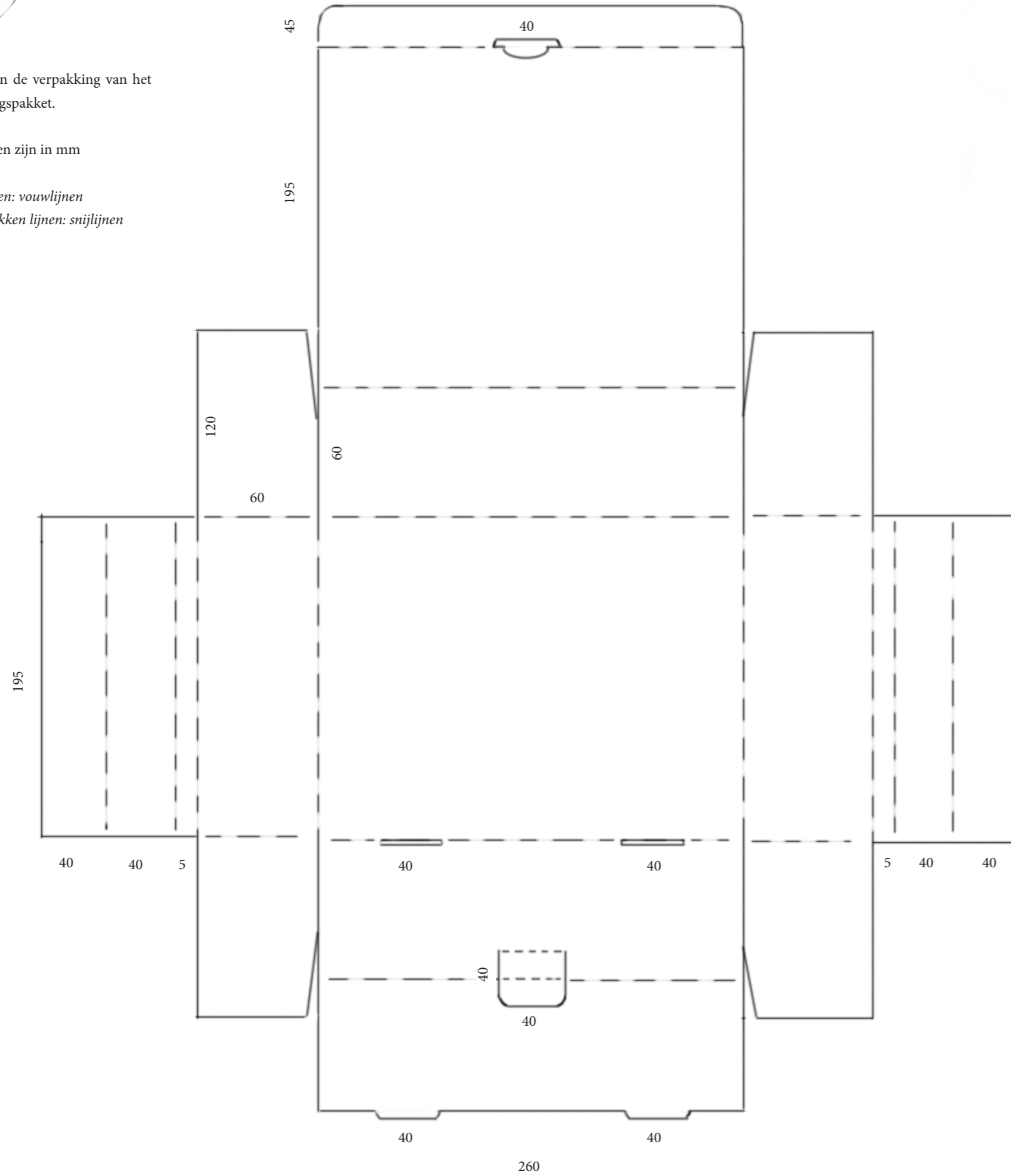
MARKETING // Verpakking

Uitslag van de verpakking van het uitbreidingspakket.

Afmetingen zijn in mm

Stippellijnen: vouwlijnen

Doorgetrokken lijnen: snijlijnen





Trendy pond

MARKETING // DE MARKT

Velda, Techmar en vijververlichting

Waar Velda de specialist in vijvertechniek is, is Techmar al jaren werkzaam in de tuinverlichting. De samenwerking tussen beide bedrijven biedt de ideale basis voor de ontwikkeling van vijververlichting. Het product is ontstaan uit een samensmelting tussen de expertise van onderwaterproducten van Velda en de uitgebreide kennis van Techmar met betrekking tot buitenverlichting.

Beide bedrijven willen kwalitatief hoogwaardige producten leveren tegen een betaalbare prijs. Een ander voordeel van deze samenwerking is de verbreding van de doelgroep: zowel consumenten die positieve ervaringen hebben met producten van Velda als consumenten van Techmar kunnen zich aangesproken voelen tot deze verlichting.

De markt

Zowel Techmar en Velda verkopen hun producten niet direct, maar verkopen hun producten onder andere aan tuincentra, distributeurs, hoveniers en bouwmarkten die de producten vervolgens weer doorverkopen.

Techmar levert producten aan klanten door heel Europa, maar ook aan Amerika en zelfs aan Israël. Velda levert voornamelijk aan West-Europa: Engeland, Duitsland, Frankrijk en de Benelux.

	Velda	Techmar	Totaal
Aantal klanten	2.813	915	3.728
Aantal verkochte producten	1.340.825	331.680	1.672.505

Een schatting van de haalbaarheid van dit product, uitgaande van het huidige klantenbestand van Techmar en Velda:

Laten we aannemen dat er 90 producten per winkel zullen worden afgenomen (30 startpakketen en 60 uitbreidingssets). Velda en Techmar dienen in dat geval 100 klanten te overtuigen om het product in hun assortiment op te nemen. Dit komt overeen met 2,7% van het totale klantenbestand.

Naast de klanten moeten ook de consumenten overtuigd worden. Aangenomen dat een consument gemiddeld 2 à 3 lampen zal kopen; bij een oplage van 9.000 komt dit overeen met ongeveer 4.000 consumenten. Stel dat de gemiddelde consument 5 producten per jaar van Velda of Techmar afneemt, dan komt dit neer op 334.501 consumenten.

Bij een oplage van 9.000 stuks betekent dit dat wanneer 1,2% van de huidige Velda en Techmar consumenten het product te kopen, de verkoop al succes vol zal zijn. En dit is nog exclusief de nieuwe consumenten die Velda met dit product kan trekken.

Timing introductie

Velda is bezig een nieuwe weg in te slaan. De ontwikkeling van een nieuwe lijn producten komt langzaam tot stand. Voorbeelden van producten zijn de Easypond, maar ook de recent geïntroduceerde Trendy pond. Ook de plannen voor een samenwerking met Techmar geven aan dat Velda klaar is voor wat nieuws. In de huidige markt is het belangrijk om te blijven vernieuwen en innoveren. Door te blijven vernieuwen zullen huidige klanten behouden worden en is het tevens mogelijk om nieuwe klanten aan te trekken. De introductie van nieuwe, moderne lifestyle producten geeft de naam Velda een facelift en geeft het een jonger, hipper uiterlijk.



MARKETING // DISTRIBUTIE & PROMOTIE

Distributie

Omdat de producten niet direct door Velda en Techmar verkocht worden, dienen de klanten (tuincentra, distributeurs, bouwmarkten, etc) overtuigd te worden van het opnemen van het product in hun assortiment. De klanten die benaderd zullen worden zijn al klant van Velda of Techmar: dit vereenvoudigd het overtuigingsproces.

Omdat het, voornamelijk voor Velda, echt een nieuw soort product betreft, is het belangrijk om aan te geven welke toevoeging dit product geeft aan het huidige assortiment van de klant. Tevens zal de klant ervan overtuigd moeten worden dat er een markt voor dit product is.

Promotie

Introductieproces

Het huidige traject van productintroductie binnen Velda is als volgt: na de ontwikkeling van het product, de verpakking, gebruiksaanwijzing en een eventuele folder, wordt het traject van introductie gestart. Er worden nieuwsbrieven naar zowel de klanten als consumenten gestuurd, er wordt een persbericht uitgegeven, het product wordt op de website van Velda gezet en afhankelijk van het product wordt er eventueel geadverteerd.

Overige middelen

Andere opties om de klanten te overtuigen van het product is door middel van een introductiepakket: het product (zowel het start- als uitbreidingspakket) samen met informatie en beeldmateriaal die de mogelijkheden, uitstraling en functionaliteit van het product duidelijk maken opsturen naar de klanten.

De consumenten kunnen bereikt worden via andere kanalen. Afhankelijk van het beschikbare budget voor promotie zijn er verschillende opties:

Reclamespot (TV)

Posters

Presentatiestand in winkel

Advertentie in folder tuincentra of bouwmarkt



MARKETING // TOEKOMSTVISIE

Toekomstvisie

Uitbreiding en mass customization

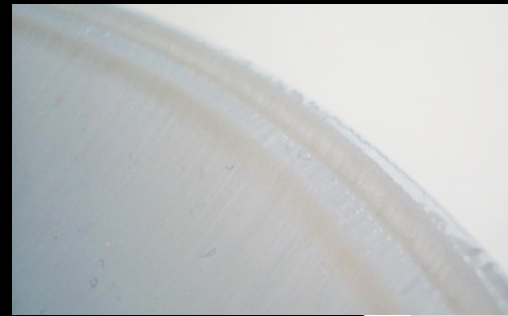
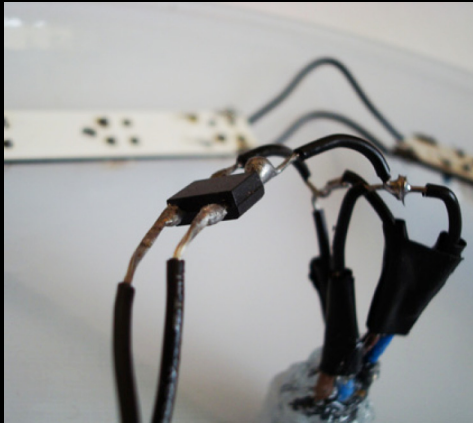
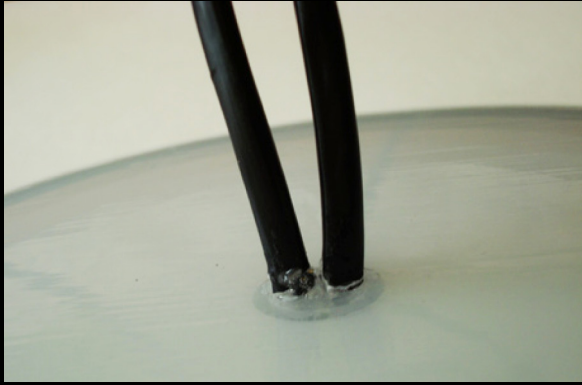
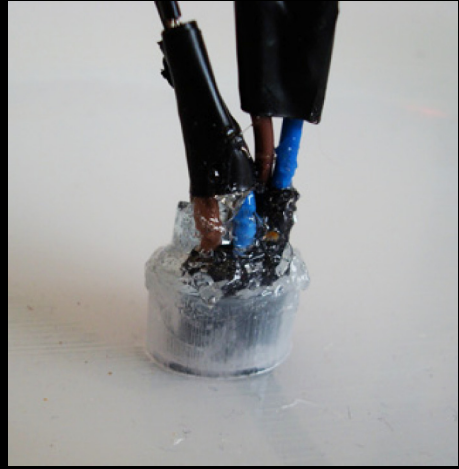
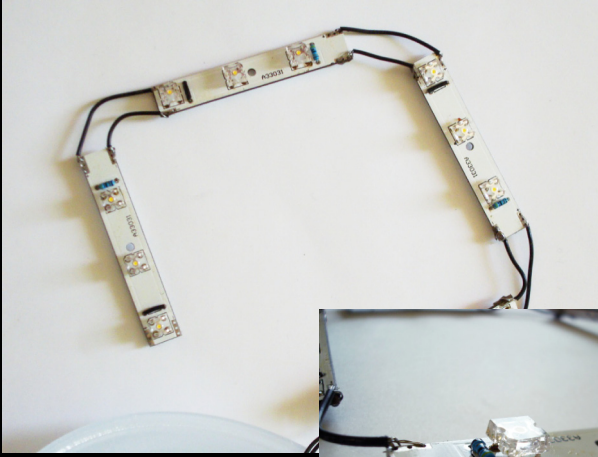
Het product dat nu ontwikkeld is, is een instapmodel. Om de prijs aantrekkelijk te houden is het ontwerp vereenvoudigd tot het punt waarop zowel prijs en kwaliteit nog in balans zijn. Dit betekent dat er geen besturingssysteem is, geen mogelijkheid tot andere kleuren verlichting en dat het product in één formaat geleverd wordt.

Als na de verkoop van de eerste oplage er nog steeds een markt is voor het product, zijn er verschillende mogelijkheden om hierop in te spelen.

Natuurlijk kan er een nieuwe oplage van een paar duizend stuks geproduceerd worden, maar feedback van de gebruikers en verkopers kan aantonen of er vraag is naar uitgebreidere varianten én voor welk budget deze aangeboden kunnen worden.

Een voorbeeld van mogelijke uitbreidingsopties:

<i>Standaard</i>	<i>Extra</i>	<i>Deluxe</i>
4 varianten koppelbaar 1 formaat 1 kleur	4 varianten koppelbaar 2 formaten 1 kleur besturing	4 varianten koppelbaar 2 formaten RGB verlichting besturing lichteffecten timer
€ 39,95/stuk € 99,95/set	€ 49,95/stuk € 129,95/set	€ 59,95/stuk € 199,95/set



HET PROTOTYPE

Om het ontwerp te kunnen evalueren is er een functioneel prototype ontwikkeld. Dit prototype lijkt zoveel mogelijk op het ontwerp. Dit maakt het mogelijk om een realistisch beeld van het uiteindelijke product te geven.

De behuizing

De behuizing bepaald de uitstraling van het product. Omdat het belangrijk is dat het prototype dezelfde uitstraling heeft als het ontworpen product is ervoor gekozen de behuizing te 3D-printen. De behuizingdelen zijn hierdoor strak, gedetailleerd en sluiten goed op elkaar aan.

De verlichting

De onderdelen voor de verlichting zijn via internet besteld.

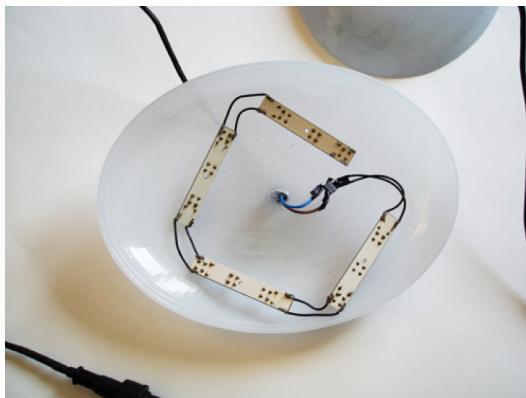
De LEDs zijn hyperflux LEDs (3V, 60mA, 6.7lm) in de kleur warm-wit (3500K). De LEDs zijn gesoldeerd op 7,5 cm lange printplaten samen met een weerstand van 47 Ω . Tevens is er een gelijkrichter in het circuit gemonteerd.

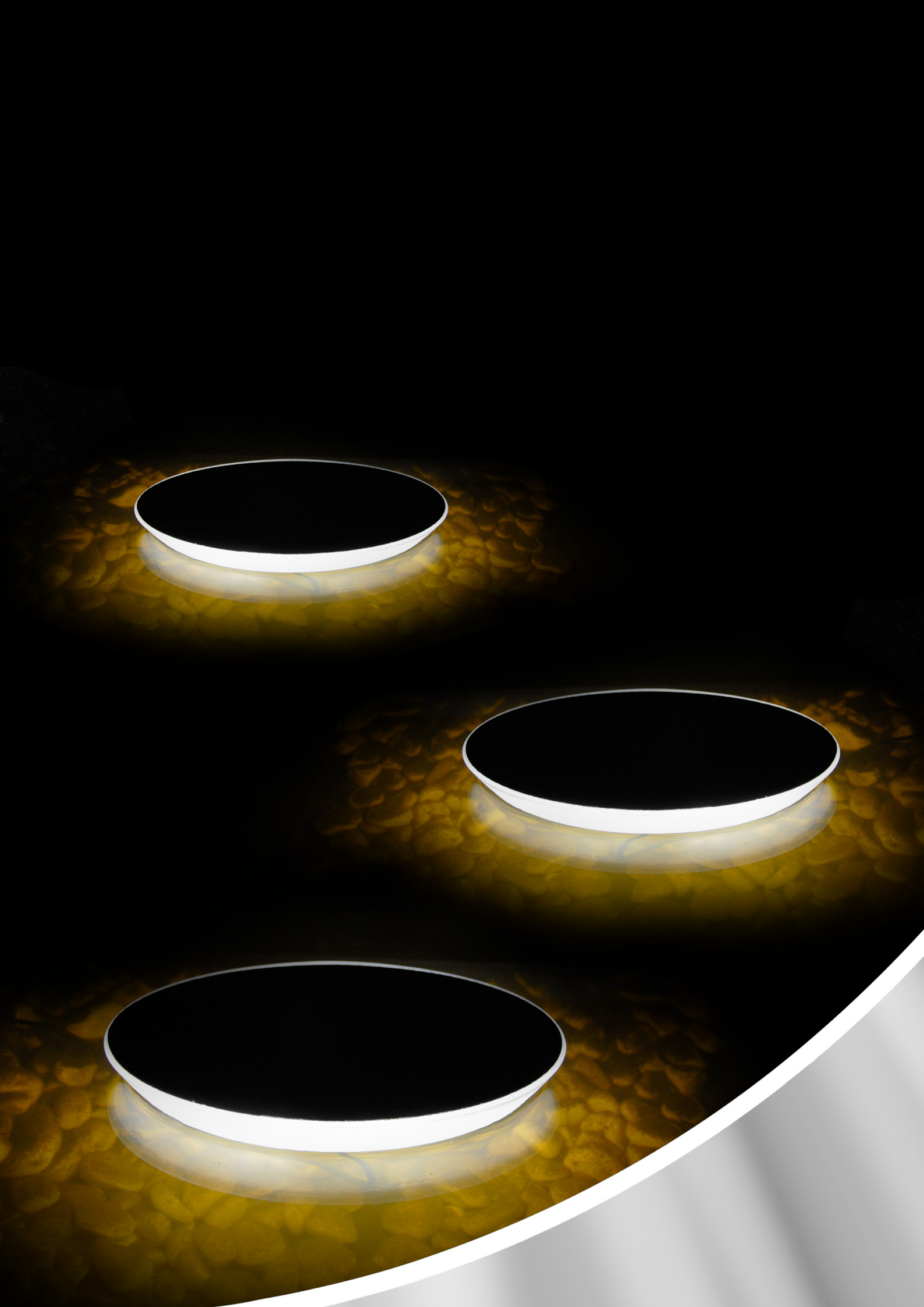
Koppelsnoeren

Via internet zijn er IP68 waterdichte koppelstukken besteld. Samen met metaaldraad van 1.2 mm, twee kernraden en een krimpkous zijn deze samengevoegd tot één snoer.

Assemblage

Met behulp van kristalheldere siliconenkit zijn de kabelingangen in de schaalvorm waterdicht gemaakt. Ook is deze kit gebruikt om de twee behuizingssdelen waterdicht aan elkaar te monteren. Ook de printplaten zijn met deze kit aan de bovenplaat gelijmd.





EINDRESULTAAT

Evaluatie prototype

Lichtsterkte

De combinatie van het melkwitte resin (hars) van de behuizing en de LEDs van 6,7 lumen werkt goed. Het licht wordt mooi verspreid over het wateroppervlak en in het water. Het uiteindelijke product zal aan een soortgelijke combinatie van materiaal en lichtsterkte moeten voldoen.

In het prototype is de elektronica nog zichtbaar: de behuizing is vrij transparant. Omdat het product in het water ligt is dit tijdens gebruik niet meer zichtbaar. Het is aan Velda om te kiezen voor een volledig ondoorzichtige behuizing of een meer transparante behuizing.

Formaat

Het formaat van 25 centimeter (lange as) is goed. Het product heeft zo voldoende volume om degelijk aan te voelen, maar blijft tevens elegant en slank.

Koppelsnoeren

De koppelsnoeren zijn tijdens het gebruik (zie foto) nauwelijks zichtbaar. De snoeren uit de onderzijde van het product laten komen blijkt een goede oplossing.

Waterdichtheid

Er is geen water in het product gekomen tijdens de tests. Door de cilinder in de bodem te vullen met siliconenkit is het prototype waterdicht gemaakt.

Hoewel tests dit natuurlijk aan moeten tonen, is het aannemelijk dat giethars voor een gelijkwaardige waterdichtheid zal zorgen.

Algemeen

Het prototype geeft het gewenste effect. Het product is strak, modern en elegant. Het licht verdeelt zich mooi over de behuizing, waardoor de witte rand aan de bovenzijde goed uitkomt. Het enige punt van kritiek is het drijfvermogen: het product ligt alsnog vrij hoog op het wateroppervlak.



AANBEVELINGEN

IP68 en keurmerken

Het product is een elektrische product in het water. Het is dan ook erg belangrijk om ervoor te zorgen dat het product aan de kwaliteitseisen voldoet, om de veiligheid van mens en dier te kunnen waarborgen. Het product zal in ieder geval aan de CE-markering moeten voldoen en aan de EMC-richtlijn. Ook zal getest moeten worden of het product inderdaad waterdicht is volgens de IP68 norm.

Materiaal

De definitieve samenstelling van de kunststof zal bepaald moeten worden aan de hand van testen. Door verschillende samples te produceren met verschil in de lichtdoorlatendheid kan de gewenste samenstelling worden vastgelegd. Als het definitieve materiaal is vastgelegd, dient ook de lichtsterkte van de LEDs opnieuw te worden bepaald. Deze twee factoren zijn tenslotte afhankelijk van elkaar.

Lasnaadontwerp

Het lasnaadontwerp is theoretisch gezien ontworpen om een waterdichte afsluiting te vormen. Of dit in de praktijk echter ook zo uitpakt zal nog getest moeten worden. Ook kan dan meteen getest worden of het ultrasoon lassen zichtbare effecten heeft aan de behuizing. Mocht dit het geval zijn dan kan het ontwerp aangepast worden. Mocht het lassen de finish van de bovenplaat beschadigen, dan kan ervoor gekozen worden het verven als laatste handeling uit te voeren in het assemblageproces.

Assemblage

De locatie van productie en assemblage kan nog verder onderzocht worden. Er is nu gekozen om alles in Azië te laten produceren. Dit heeft te maken met de kosten: spuitgieten is in China zeer veel goedkoper en tevens liggen de uurlonen voor arbeiders in Nederland minimaal viermaal hoger dan in Azië. De enige winst die gemaakt kan worden door in Nederland het product te assembleren is eventuele tijdswinst (efficiëntere aanpak) en kwaliteitswinst. Of dit echter rendabel is gezien de veel hogere uurlonen valt te bezien.

Prijs

De berekende kostprijs is natuurlijk een schatting. Ook de prijsopgave uit China is niet helemaal betrouwbaar: deze prijs is gebaseerd op een oud ontwerp. Voordat er groen licht voor productie gegeven kan worden, zal er een definitieve kostprijs vastgesteld moeten worden. Dit om latere verrassingen te voorkomen.

Finishes

Om de kwaliteit van het product te garanderen, zal er goede spuitverf voor de finishes gekozen moeten worden. Het is belangrijk om te testen of deze verf zowel waterbestendig, kleurvast en weersbestendig is. Om dit zelf niet te hoeven testen kan er een leverancier gezocht worden die deze eisen kan garanderen.



AANBEVELINGEN - Vervolg

Koppelen

Het goed functioneren van het product is afhankelijk van de wijze waarop de consument de lampen koppeld. De handeling van het koppelen dient dan ook errorvrij te zijn om defecten te voorkomen. Dit kan getest worden aan de hand van een aantal gebruikstesten.

Koppelsnoeren

De verstevigde koppelsnoeren worden in het huidige proces geproduceerd door standaard PVC draad te versterken met metaaldraad, door middel van een krimpkous. Bij een voldoende grote oplage kan het echter aantrekkelijk zijn om deze verstevigde draad vooraf te laten produceren. Het metaaldraad is dan al verwerkt in de PVC draad. Dit zal aantrekkelijker en uiteindelijk ook goedkoper kunnen zijn.

AANBEVELINGEN aan de hand van het prototype

Koppelsnoeren

De lengte van de koppelsnoeren is verlengd naar zeventig centimeter. Vijftig centimeter bleek in de praktijk erg kort. Zeventig centimeter geeft net wat meer mogelijkheden en ruimte.

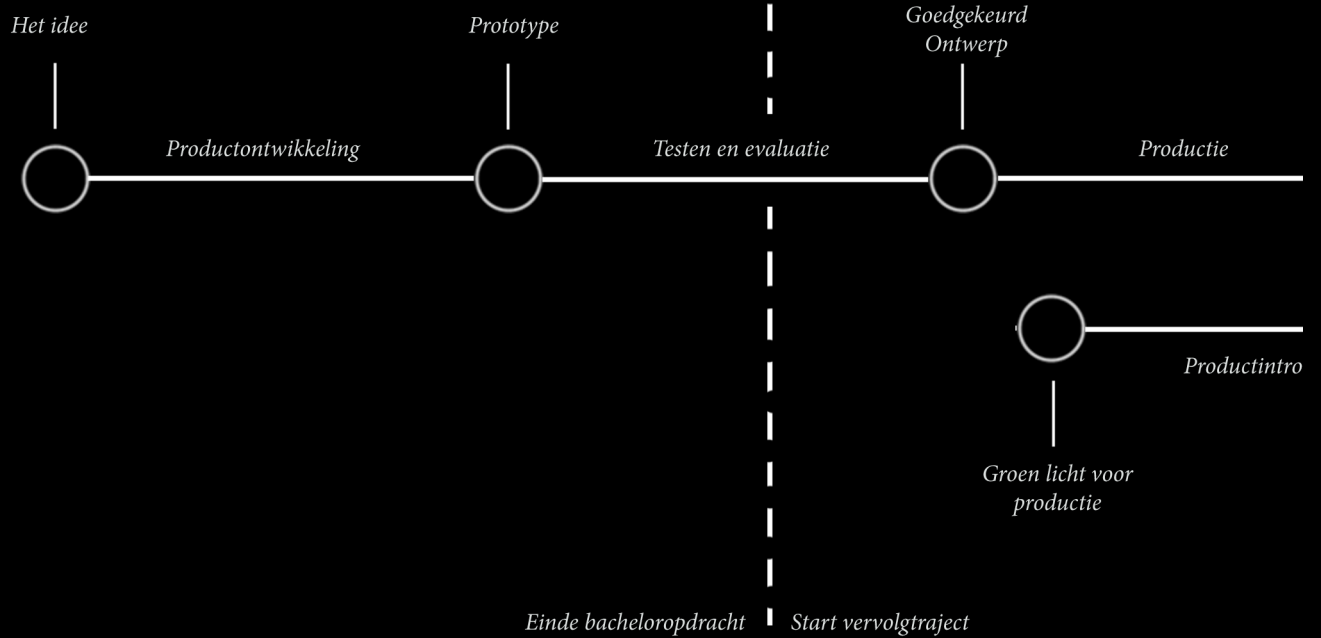
Montage

Voor het prototype zijn de printplaten met siliconenkit bevestigd aan de bovenplaat, in plaats van met dubbelzijdige tape. Omdat de printplaten door het solderen aan de achterzijde wat onregelmatig zijn, lijkt dit een goede alternatieve bevestigingsmethode.

Koppelstukken

De waterdichte koppelstukken zijn in het prototype vrij groot. Voor het uiteindelijke product wordt een kleiner formaat (lengte 75 mm, doorsnede 15 mm) aangeraden, zoals hiernaast afgebeeld.





VOORTGANG

Het vervolgtraject

Engineering team

Als er een beslissing wordt genomen om het product te vermarkten, is het ontwerp klaar om naar een engineering team te gaan. Zij zullen aan de hand van eerste proefmodellen gaan bepalen of het ontwerp voldoet aan alle verwachtingen en eisen op productietechnisch gebied, maar ook op gebruik en functionaliteit. Waar nodig zullen zij aan het ontwerp schaven, totdat het volledig goedgekeurd is.

Productie

Na de keuze voor een producent en leveranciers kan er met de productie begonnen worden. De producent (Azië) zal 9.000 stuks kant-en-klaar afleveren aan Velda.

Marketing

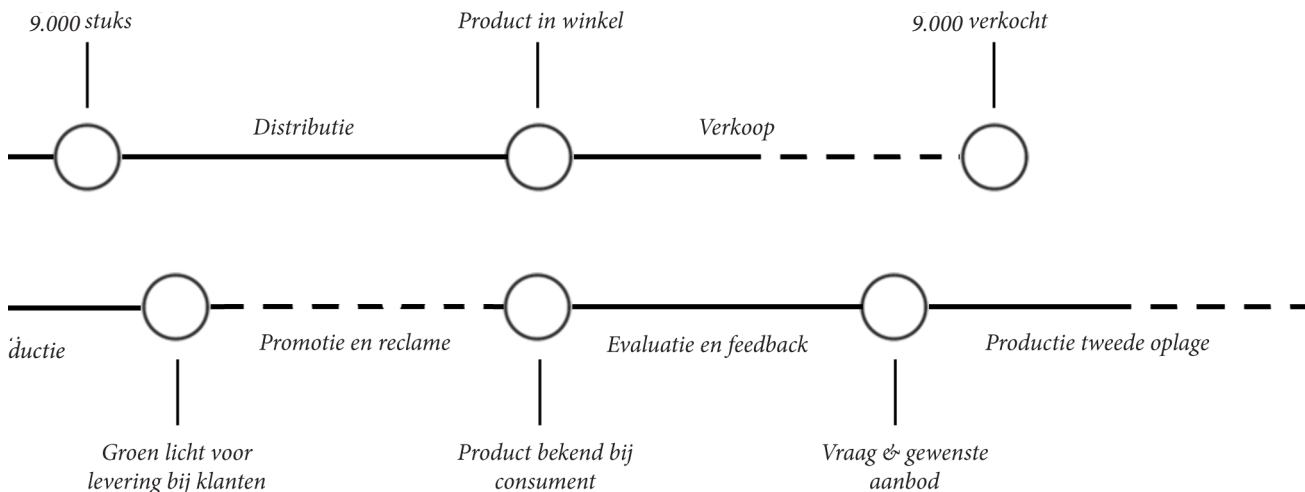
Voordat er groen licht wordt gegeven voor productie zal er bij de klanten van Velda en Techmar gespeeld worden of er een markt is voor het product. Zodra dit het geval is en er groen licht voor productie is gegeven zal er begonnen worden met de echte introductie van het product. Velda zal haar klanten moeten overtuigen van het opnemen van dit product in hun assortiment.

Verkoop

Als de klanten het product van Velda hebben opgekocht kan ook de consument kennismaken met het product. Advertenties en TV-spotjes zijn mogelijke opties om de consument te bereiken.

Vervolg

Tijdens de verkoop van het product is het belangrijk om feedback van zowel de consumenten als de verkopers te vragen. Aan de hand van deze informatie kan er bepaald worden of het rendabel is om nog een serie lampen te produceren. Tevens kan er dan onderzocht worden of er behoefte is aan uitgebreidere, luxere varianten.





AFSLUITING

Deze opdracht lijkt een mooie lijn te volgen van A, het idee, tot B, het eindresultaat. Het hele proces is echter één grote puzzel geweest. Alles draaide erom om voor een zo laag mogelijk prijs zoveel mogelijk kwaliteit te creëren. Essentieel hiervoor was het behouden van de balans tussen deze twee aspecten. In plaats van een rechte lijn was het pad van A naar B eerder een wirwar van divergeren en convergeren. In sommige perioden veranderde het ontwerp minimaal driemaal per week. Hoewel dit soms lastig was (had je het net op die ene manier uitgewerkt, blijkt iets anders toch nét wat beter of goedkoper), heeft het wel bijgedragen aan de kwaliteit van het eindresultaat. Door het ontwerp continu te blijven evalueren en verbeteren kwam ik stap voor stap bij het gewenste resultaat.

Wat mij aan deze opdracht het meeste aansprak was de mogelijkheid om een ontwerp helemaal tot Z uit te werken. Dit was mogelijk omdat het voorwerk voor deze opdracht al uitgevoerd was in het kader van de studiereis en door nét iets eerder te beginnen. Hierdoor was er meer tijd beschikbaar.

Door deze opdracht in dienst van een bedrijf uit te voeren, ga je op een andere manier naar de opdracht kijken. Waar je als ontwerper enthousiast met van allerlei extra opties aankomt, draait het bij een bedrijf voornamelijk om de betaalbaarheid. Aan jou als ontwerper de taak om ervoor te zorgen dat het product geproduceerd kan worden voor de gestelde verkoopprijs én dat het verkocht kan worden.

Deze manier van werken spreekt mij erg aan. Ik ben er door deze opdracht achter gekomen dat ik als ontwerper graag dit soort opdrachten uitvoer. Producten met een goede balans tussen vormgeving, functionaliteit, prijs en produceerbaarheid: *Form follows function*.

Persoonlijk ben ik erg tevreden met het eindresultaat. Het prototype geeft precies het effect waarop ik gehoopt had. Ook is het leuk om te zien dat de aanpassingen aan het ontwerp goed uitpakken. Zo zijn de koppelsnoeren nauwelijks zichtbaar en voegt de witte rand aan de bovenzijde echt wat toe aan de uitstraling van het product.

Eva Hofland



BIJLAGEN

Inhoud

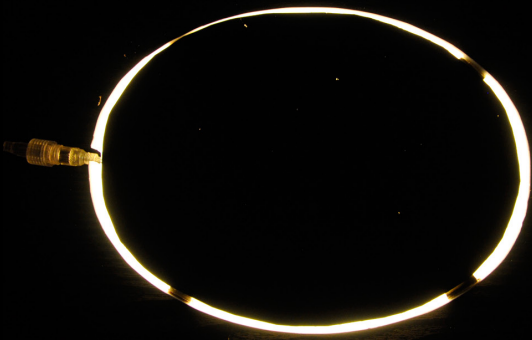
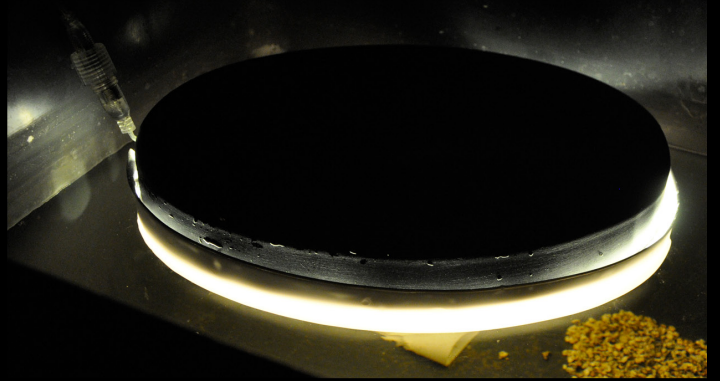
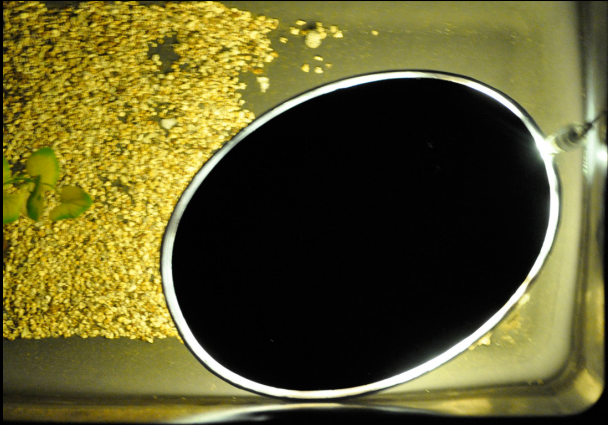
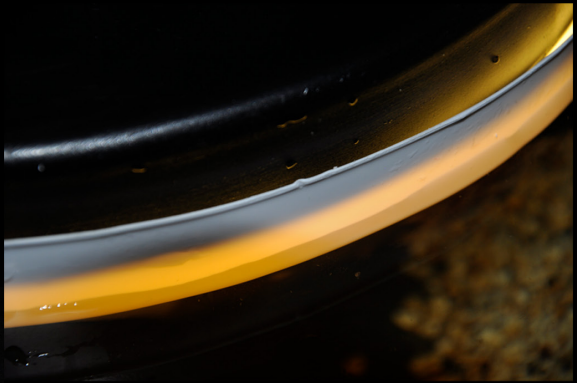
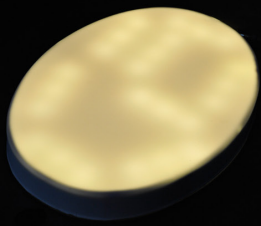
Bijlage 1	Formaten en Verlichting	<i>Testmodellen</i>	1
Bijlage 2	Materiaal	<i>CES - Transparency vs. Price</i>	3
Bijlage 3	Uitwerking batterij		5
Bijlage 4	Uitwerking zonne-energie		6
Bijlage 5	Resultaten Enquête		8
Bijlage 6	Koppelen		9
Bijlage 7	LEDs		13
Bijlage 8	Elektrisch schema		14
Bijlage 9	Behuizing - onderzoek	<i>Verbinding</i>	15
		<i>Finishes</i>	16
		<i>Wanddikte</i>	17
Bijlage 10	Behuizing - detaillering	<i>Drijfvermogen</i>	18
		<i>Lasnaadontwerp</i>	20
Bijlage 11	Transformator		21
Bijlage 12	Matrijzen		22
Bijlage 13	Kostprijsberekening		24
Bijlage A	Offerte-aanvraag		



Vormstudie formaten en verhoudingen

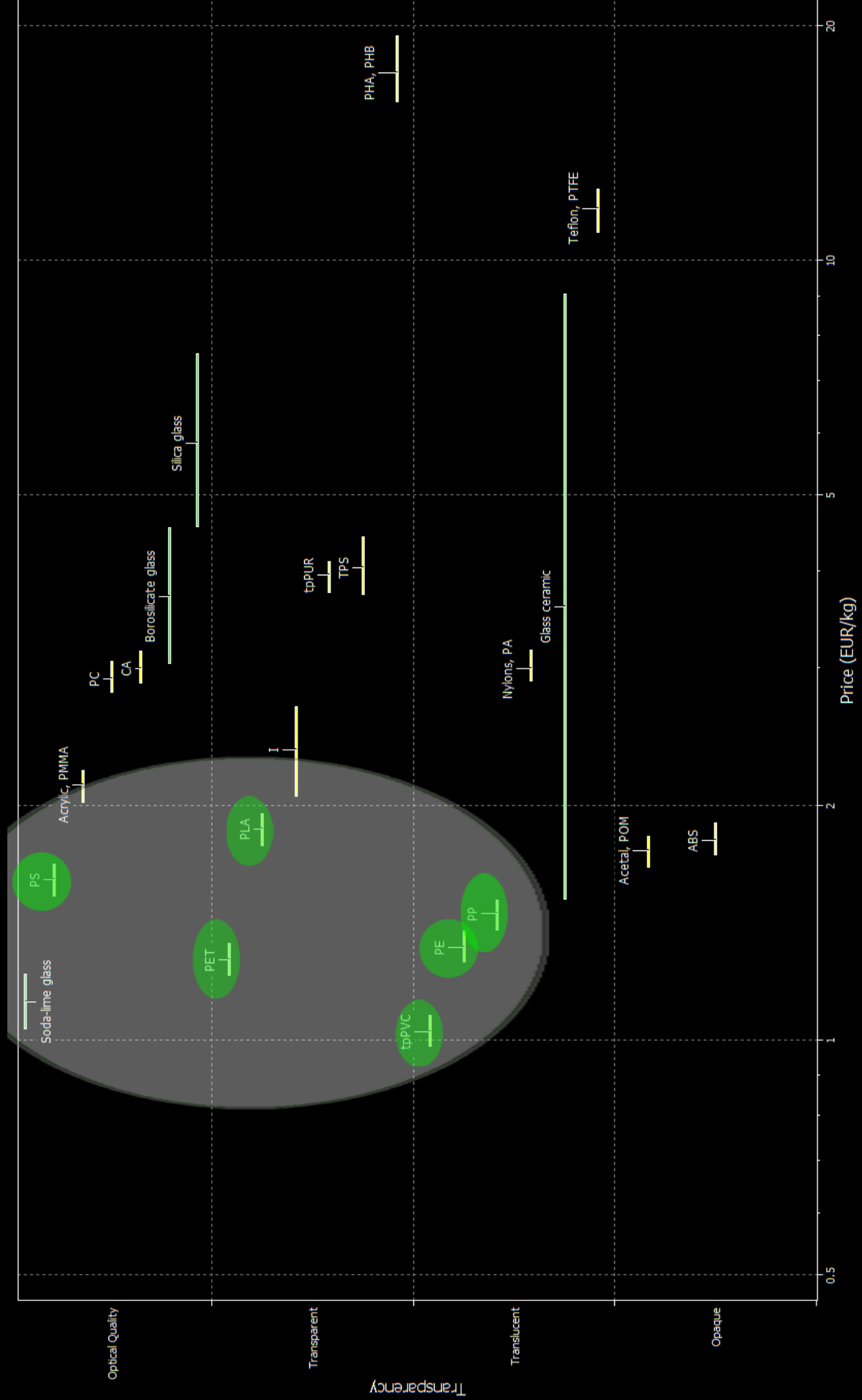
Aan de hand van schuimmodellen is gekeken welke grootte, dikte en verhoudingen van de schijven optisch het meest aantrekkelijk zijn en goed in de hand liggen. Er zijn vervolgens twee formaten schijven gemaakt van perspex met behulp van vacuümvormen. Deze modellen zijn gebruikt om het gewenste lichteffect te testen.





Lichteffect

Aan de hand van de twee perspexmodellen en verschillende soorten verlichting, is getest of het model het beoogde effect geeft.

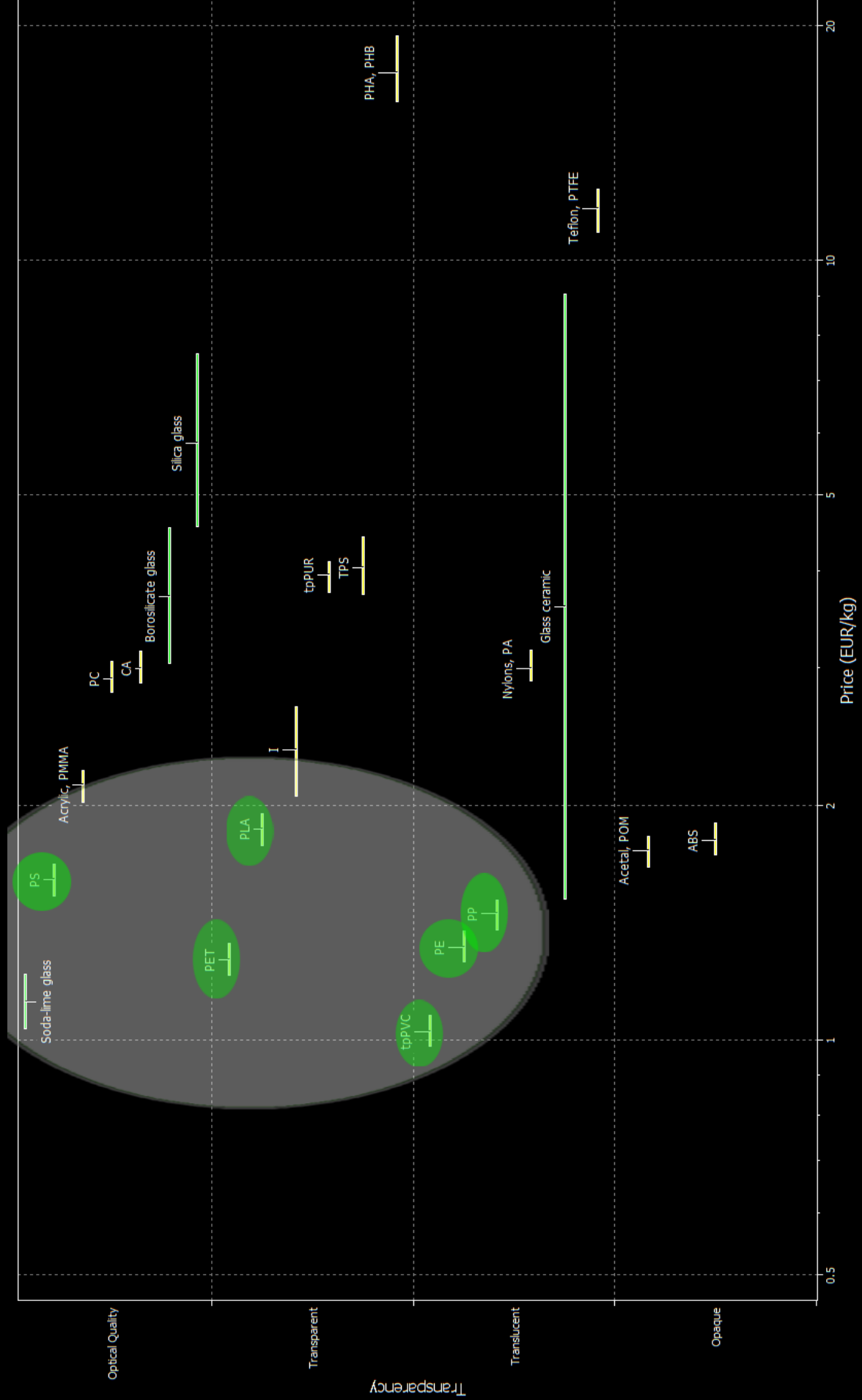


Eisen

Lichtdoorlatend	Het materiaal moet bij de gewenste wanddikte voldoende licht doorlaten om een sfeervol schijnsel te creëren
Diffuus	Er mag geen individuele lichtbron zichtbaar zijn
Goed om te vormen	Het materiaal dient relatief eenvoudig (zonder extra speciale technieken) in de gewenste vorm gemaakt te kunnen worden
Prijs aantrekkelijk	De materiaalprijzen mag niet meer bedragen dan €2,00/kg
Voldoende sterk	Het product moet een belasting van minimaal 50N kunnen weerstaan
Behandelbaar	Het materiaal moet behandeld kunnen worden met de gewenste finishes

Mogelijke materialen (Bron: CES, thermoplastics)

Polymer	Transparency	Price (€/kg)	Max. °C	Application
Polystyrene (PS)	Optical Quality	1.53-1.68	76.9 - 103	Polystyrene is an optically clear, cheap, easily molded polymer, familiar as the standard "jewel" CD case. The single largest use of PS is a foam packaging. Polystyrene is water-clear, easily formed and cheap.
Acrylate (PMMA)	Optical Quality	2.01-2.22	41.9 - 56.9	When you think of PMMA, think transparency. Acrylic, or PMMA, is the thermoplastic that most closely resembles glass in transparency and resistance to weathering.
Polycarbonate (PC)	Optical Quality	2.79-3.07	101 - 144	PC is one of the 'engineering' thermoplastics, meaning that they have better mechanical properties than the cheaper 'commodity' polymers. PC is a good choice for applications such as compact disks, safety hard hats and housings for power tools.
Cellulose Polymers (CA)	Optical quality	2.87-3.16	52.9 - 89.9	CA combines toughness, transparency and a natural surface texture. Some cellulose resins are biodegradable allowing their use for envelopes with transparent windows that can be disposed of as if they were paper alone.
Polyethylene ter.(PET)	Transparent	1.21-1.33	66.9 - 86.9	They have good mechanical properties to temperatures as high as 175 C. PET is crystal clear, impervious to water and CO2, but a little oxygen does get through. It is tough, strong, easy to shape, join and sterilize - allowing reuse. Polyester elastomers are resilient and stretch up to 45% in length; they have good fatigue resistance and retain flexibility at low temperatures.
Poly lactide (PLA)	Transparent	1.77-1.96	70 - 80	It resembles clear polystyrene, provides good aesthetics (gloss and clarity), but it is stiff and brittle and needs modification using plasticizers for most practical applications. It can be processed like most thermoplastics into fibers, films, thermoformed or injection molded.
Ionomeer (I)	Transparent	2.05-2.68	48.9 - 61.9	Their thermoplastic character allows them to be processed by blow molding, injection molding and thermoforming, and to be applied as coatings. But cooled below 40C they acquire the characteristic of thermosets: high strength, good adhesion and chemical stability.



Polymer	Transparency	Price (€/kg)	Max. °C	Application
Polyurethane (tpPUR)	Transparent	3.74-4.12	64.9-80	Like PVC, polyurethanes have thermoplastic, elastomeric and thermosetting grades. They are easily foamed; some 40% of all PU is made into foam by mixing it with a blowing agent. The foams can be open- or closed-cell, microcellular or filter grades. PU is a versatile material.
Starch-based thermoplastics (TPS)		-	-	Starch is therefore a polymer, but the problem with using it for making structural products is that it is softened by and dissolves in water.
Polyvinylchloride (tpPVC)	Translucent	0.98-1.08	60 - 70	PVC - Vinyl - is one of the cheapest, most versatile the most widely used of polymers and epitomizes their multi-faceted character. Both rigid and flexible PVC can be foamed to give lightweight structural panels, and upholstery for cars and domestic use.
Polyethylene (PE)	Translucent	1.26-1.38	90 - 110	PE is widely used in household products, food containers like Tupperware and chopping boards. Polyethylene is cheap, and particularly easy to mold and fabricate. It accepts a wide range of colors, can be transparent, translucent or opaque, has a pleasant, slightly waxy feel, can be textured or metal coated, but is difficult to print on.
Polypropylene (PP)	Translucent	1.38-1.52	100 - 115	Polypropylene is widely used in household products. Like PE its molecule-lengths and side-branches can be tailored by clever catalysis, giving precise control of impact strength, and of the properties that influence molding and drawing.
Polyamides (Nylons, PA)	Translucent	2.89-3.17	110 - 140	Nylon (PA) can be drawn to fibers as fine as silk, and was widely used as a substitute for it. Today, newer fibers have eroded its dominance in garment design, but nylon-fiber ropes, and nylon as reinforcement for rubber (in car tires) and other polymers (PTFE, for roofs) remains important. It is used in product design for tough casings, frames and handles, and - reinforced with glass - as bearings gears and other load-bearing parts.
Teflon (PTFE)	Translucent	10.8-12.4	250 - 271	PTFE has exceptionally low friction, is water repellent, and extremely stable. It's chemical inert, it's thermal stable and it's non-wettable - the reason nothing sticks to it. It is expensive as polymers go, but it is used in high-value applications (non-stick pans; Gore-Tex rain gear; artificial arteries).



BATTERIJ

Gewenste lichtbron	12x LED
Specificaties	0,72W/3 stuks 12V DC
Batterij	8*1,5V AA batterij van 3300mAh
Brandtijd	$I = P/U = (0,72*4)/12 = 240\text{mA}$ $t = \text{mAh}/\text{mA} = 3300/240 = 13,75\text{h}$

Uitgaande van een brandtijd van vier uur per dag gaat de verlichting ongeveer 3,5 dag mee op 8 AA batterijen.

De consument zal de batterijen tweemaal per week moeten vervangen.

Oplaadbare batterijen werken op 1,2V. Er zullen dus 10 batterijen in één schijf geplaatst moeten worden om aan de 12V DC te kunnen voldoen. Oplaadbare batterijen hebben het voordeel dat men ze meerdere keren kan gebruiken. Helaas moet de consument de batterijen dan nog steeds minstens tweemaal per week opladen.

Door vanuit de gewenste brandtijd te rekenen komen er de volgende gegevens uit:

Minimale brandtijd is 120 u (met een gemiddelde brandtijd van vier uur per dag komt dit overeen met één maand).

$$\text{mA} = \text{mAh}/t = 3300/120 = 27,5\text{mA}$$

$$P = U * I = 12 * 0,0275 = 0,33\text{W}$$

Met dit vermogen kan één LED module à 3 LEDs met een lichtsterkte van 15 lm aangestuurd worden.

Deze berekeningen laten zien dat batterijen niet geschikt zijn voor dit product. Om voldoende lichtsterkte te kunnen creëren dient er voldoende stroom toegevoegd te worden. Batterijen kunnen de benodigde hoeveelheid energie niet leveren zonder zeer snel leeg te raken. Tevens wil men niet 8 AA batterijen per schijf nodig hebben. Het gebruik van zoveel batterijen (vooral bij aanschaf van meerdere schijven) leidt tot hoge extra kosten.



ZONNE-ENERGIE

LED: 2,8 – 3,6V en 60mA (specificaties standaard SMD LED)

Minimaal 6 LEDs = 3,6V en 360mA

Maximaal 12 LEDs = 3,6V en 720mA

Benodigd zonnepaneel hangt af van de capaciteit van de batterij en

Benodigde batterij hangt af van verbruik LEDs

Min: 4 uur brandtijd = 360 x 4 = 1440 mA/dag

Max: 4 uur brandtijd = 720 x 4 = 2880 mA/dag

Oplaadcapaciteit (oplaadtijd is gemiddeld 8 uur per dag)

Min: 1440/8 = 180 mA/h

Max: 2880/8 = 360 mA/h

Capaciteit batterij: Min: 180 x 10 = 1800 mAh en 3,6V

Max: 360 x 10 = 3600 mAh en 3,6V

Capaciteit zonnecel = 1/10 van de capaciteit batterij x 2 (correctie Noord-Europa)*

Min: 180 x 2 = 360mA en 4V

Max: 360 x 2 = 720mA en 4V

Bovenstaande waarden gelden onder ideale omstandigheden. Aangezien onder andere het opladen van een batterij niet lineair gaat en ook de zonsterkte sterk kan verschillen per dag, worden bovenstaande waarden vermenigvuldigd met een factor 1,5 tot 2.

Dit geeft de volgende specificaties:

LED	1 LED	2,8 – 3,6V	60 mA
Zonnecel	6 LEDs	4V	540 – 720 mA
	12 LEDs	4V	1080 – 1440 mA
Batterij	6 LEDs	3,6V**	2700 – 3200 mAh
	12 LEDs	3,6V**	5400 – 7200 mAh

Haalbaarheid? Beschikbaar oppervlak 150x150mm
Beschikbaar budget ong. 2 dollar

*http://www.budgetronics.eu/index.php?action=extra&extra=A_zonnecel_informatiepagina&lang=NL

** 3,6V: één oplaadbare batterij van 3,6V of 3 oplaadbare batterijen van 1,2V



Mogelijke opties

- | | | |
|----|---|---------------|
| 1. | 2x zonnecel 4V 300mA \$1,6 – \$2/piece | €2,54 - €3,17 |
| 2. | LED solar panel or cell 0.7w 3.6v 1000mA US \$ 15.1 | €11,97 |
| 3. | Zonnecel 4 V/35 mA | €3,39 |

Bovenstaande opties geven een impressie van de beschikbare zonnecellen die worden aangeboden op de markt. Hoewel de prijs van de zonnecellen af en toe dicht bij het budget zit, wordt het gebruik van zonne-energie toch afgeraden. De huidige (goedkope) zonnecellen kunnen niet de gewenste betrouwbaarheid leveren.

Tevens is er een positioneringsprobleem. Hoewel een draadloos product optisch natuurlijk erg mooi is, zal het in de praktijk minder goed werken. De schijven zullen los op het water drijven, waardoor ze zeer waarschijnlijk óf tegen de kant aan komen te liggen, óf allemaal tegen elkaar aan.

Om zekerheid en kwaliteit te kunnen bieden en tevens de positionering te kunnen regelen, wordt het gebruik van zonne-energie als energiebron verworpen.

1. http://www.alibaba.com/product-gs/612574097/4V_300mA_Solar_Cell_Module_140.html

2. http://www.alibaba.com/trade/search?SearchText=solar+panel+1000ma&IndexArea=product_en&fsb=y

3. <http://www.conrad.nl/ce/nl/product/191308/Zonnecel-4-V35-mA/2420120&ref=list>



ONDERZOEK VIJVERVERLICHTING – voorkeur van vijverhouders

Met behulp van een enquête zijn 13 vijverhouders ondervraagd naar hun voorkeuren met betrekking tot dit ontwerp. Onderwerpen die aan bod zijn gekomen zijn de omkeerbaarheid van het product, de gewenste stroomvoorziening en de gewenste verkoopprijs. De resultaten zijn hieronder samengevat weergegeven. Deze resultaten zijn gebruikt om een definitief conceptontwerp samen te stellen.

Algemeen

Leeftijd:

38 - 84

Grootte vijver:

3 m² of groter

Voorkeur vormgeving:

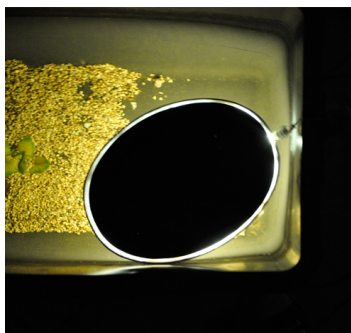
Optie 2, witte rand

Voorkeur positionering:

Optie 2a, ondoorzichtige kant boven



Optie 2



Optie 2a

Verwacht gebruik:

Nee, zelden (tot 2x per jaar omkeren)

Voorkeur stroomvoorziening:

Snoeren zijn erg storend

Alternatief

Als ik de batterijen twee keer per jaar moet vervangen

Of Ander product

Product met kabels (indien goed weggewerkt)

Verkoopprijs:

€30 - €50

Zou u het product aanschaffen?

Ja, lijkt mij een leuke toevoeging aan de vijver

Ja, maar alleen als het product snoerloos is

Algemene opmerkingen:

Snoeren worden als erg storend ervaren. Duidelijk zichtbare snoeren doen afbreuk aan het optische effect en is voor veel mensen de reden om een ander product te kiezen. Het product zal alleen aanslaan als de kabels op een goede manier zijn weggewerkt.



Een overzicht van verschillende manieren om het product te koppelen.
Er is gevarieerd op basis van omkeerbaarheid, positionering van kabels en op plaatsing van de koppelstukken.

OMKEERBAAR

1. Koppeling aan zijkanten schijven met gewone, flexibele snoeren

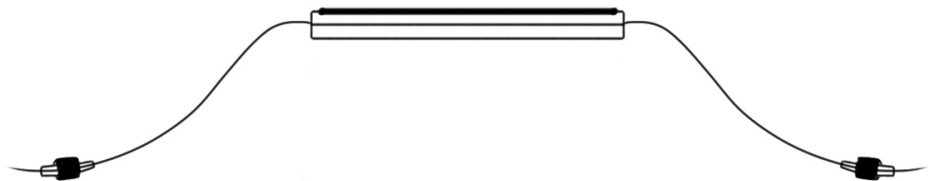
Voordelen
Omkeerbaar
Relatief simpel,
Geen speciale snoeren nodig



Nadelen
Erg zichtbaar
Slechte positionering (de draden trekken de schijven naar elkaar toe)
Lastige behuizing om waterdicht te krijgen

2. Snoeren aan zijkanten schijven, koppeling halverwege de koppelsnoeren, flexibele snoeren

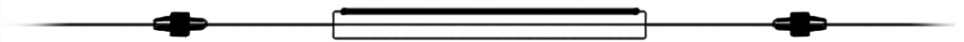
Voordelen
Omkeerbaar
Waterdichte behuizing
Relatief simpel
Geen speciale snoeren nodig



Nadelen
Zichtbaar
Slechte positionering
Koppeling volledig onderwater

3. Snoeren aan zijkanten schijven, koppeling halverwege de koppelsnoeren, stijve snoeren

Voordelen
Omkeerbaar
Minder opvallend (snoeren liggen strak op het oppervlak)
Goede positionering (stijve draden zorgen voor afstand tussen de schijven)
Waterdichte behuizing



Nadelen
Speciale snoeren nodig
Nog steeds vrij zichtbaar



NIET OMKEERBAAR

1. Koppeling aan de onderzijde, flexibel snoer

Voordelen

Minder zichtbaar snoer

Geen speciale snoeren nodig

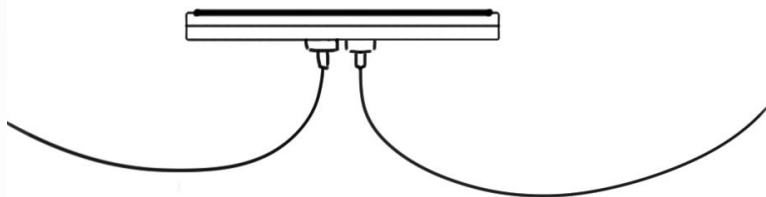
Nadelen

Niet omkeerbaar

Slechte positionering

Lastige behuizing om waterdicht te krijgen

Koppeling volledig onderwater



2. Snoeruitgang aan onderzijde, koppeling halverwege de koppelsnoeren, flexibel snoer

Voordelen

Waterdichte behuizing

Minder zichtbaar draad

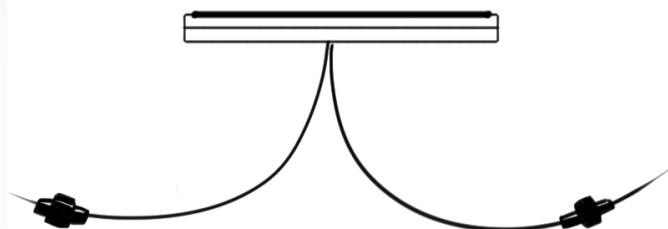
Geen speciale snoeren nodig

Nadelen

Niet omkeerbaar

Koppeling volledig onderwater

Slechte positionering



3. Koppeling aan onderzijde, stijf snoer

Voordelen

Minder zichtbaar snoer

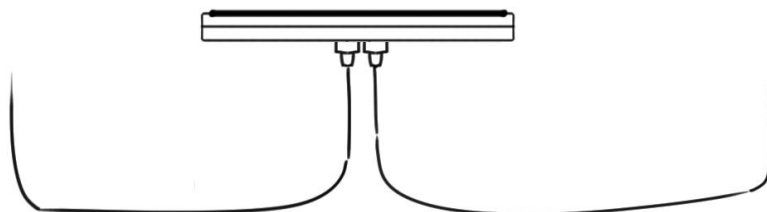
Goede positionering

Nadelen

Niet omkeerbaar

Speciaal snoer nodig

Koppeling volledig onderwater



4. Snoeruitgang aan onderzijde, koppeling halverwege de koppelsnoeren, stijf snoer

Voordelen

Waterdichte behuizing

Minder zichtbaar snoer

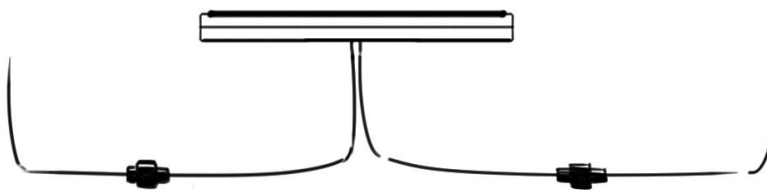
Goede positionering

Nadelen

Niet omkeerbaar

Speciaal snoer nodig

Koppeling volledig onderwater





NIET OMKEERBAAR, HALF LICHTDOORLATEND

1. Koppeling aan onderzijde, onderzijde gedeeltelijk ondoorzichtig, flexibel snoer

Voordelen

Nauwelijks zichtbaar snoer

Geen speciaal snoer nodig

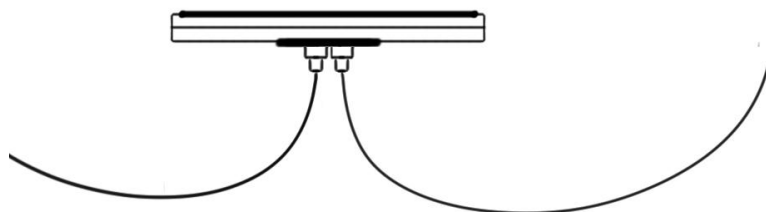
Nadelen

Niet omkeerbaar

Slechte positionering

Complexere behuizing

Koppeling volledig onderwater



2. Snoeruitgang aan onderzijde, koppeling halverwege de koppelsnoeren, onderzijde gedeeltelijk ondoorzichtig, flexibel snoer

Voordelen

Nauwelijks zichtbaar snoer

Waterdichte behuizing

Geen speciaal snoer nodig

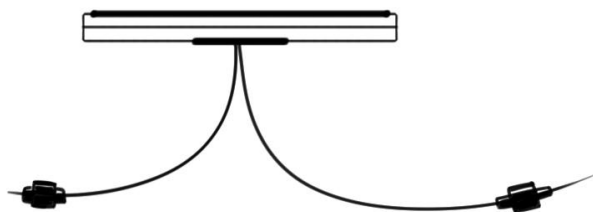
Nadelen

Niet omkeerbaar

Slechte positionering

Vrij complexe behuizing

Koppeling volledig onderwater



3. Koppeling aan onderzijde, onderzijde gedeeltelijk ondoorzichtig, stijf snoer

Voordelen

Nauwelijks zichtbaar snoer

Goede positionering

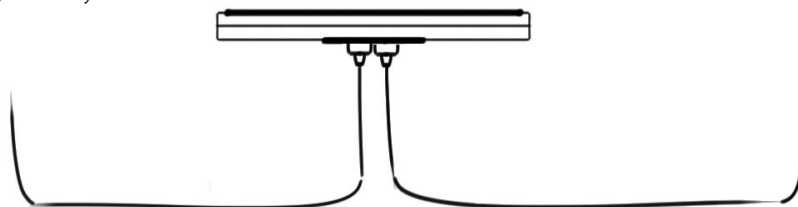
Nadelen

Niet omkeerbaar

Speciaal snoer nodig

Complexere behuizing

Koppeling volledig onderwater



4. Snoeruitgang aan onderzijde, koppeling halverwege de koppelsnoeren, onderzijde gedeeltelijk ondoorzichtig, stijf snoer

Voordelen

Nauwelijks zichtbaar snoer

Waterdichte behuizing

Goede positionering

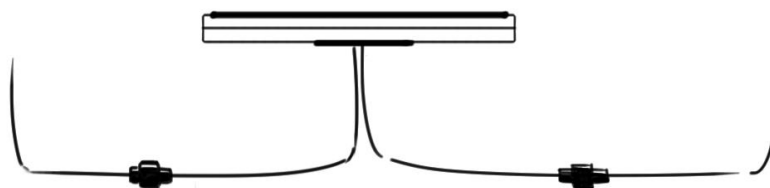
Nadelen

Niet omkeerbaar

Speciaal snoer nodig

Complexere behuizing

Koppeling volledig onderwater





NIET OMKEERBAAR, MET BASIS

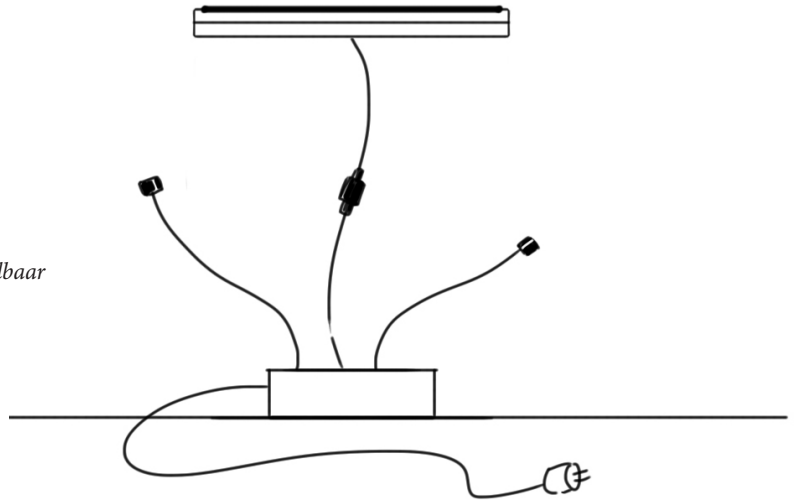
1. Snoeruitgang aan onderzijde, flexibel snoer, één gemeenschappelijke basis

Voordelen

- Vrijwel onzichtbaar snoer*
- Waterdichte behuizing*
- Vaste positie*
- Geen speciale snoeren nodig*

Nadelen

- Niet omkeerbaar*
- Onderlinge positionering tussen de schijven niet instelbaar*
- Extra onderdeel nodig*
- Maximaal aantal schijven ligt vast*



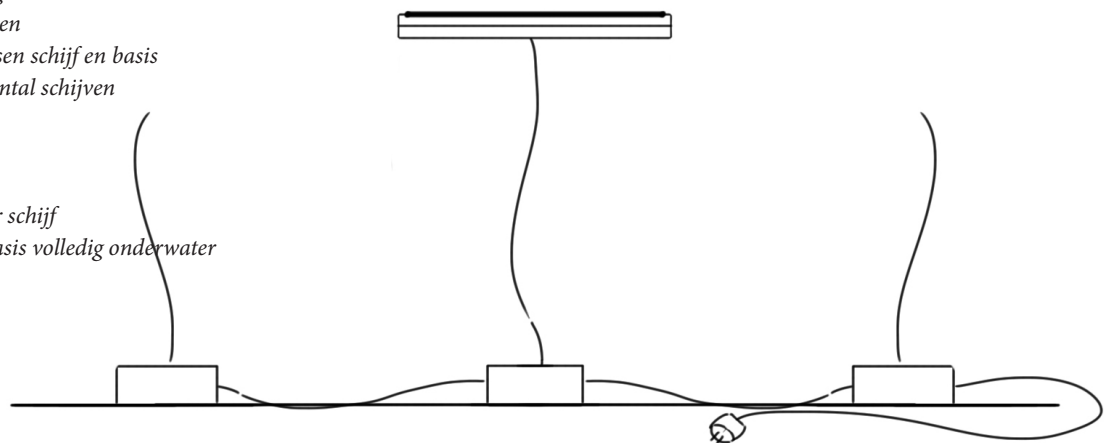
2. Snoeruitgang aan onderzijde, flexibel snoer, basis per schijf

Voordelen

- Vrijwel onzichtbaar snoer*
- Goede positionering*
- Geen speciale snoeren*
- Geen koppeling tussen schijf en basis*
- Geen maximum aantal schijven*

Nadelen

- Niet omkeerbaar*
- Extra onderdeel per schijf*
- Koppeling tussen basis volledig onderwater*





Een overzicht van LEDs met prijs, eigenschappen en leveranciers.

<http://ledz.com/?p=z.pricelist.other.led>

PLCC3014-W3	Warm White	2790~4650mcd	120°	US\$ 0.099
PLCC2LW3CT	Warm White	1200	120°	US\$ 0.06

http://www.alibaba.com/product-gs/439659144/led_smd_5050_white.html

US\$ 0.055 - \$ 0.06 - 7 a 8 lm

SBT311LW16-01	Warm White	<4600 K	2500-4600 K	7000	2.8-3.6	120
SBT311LW16-02	Warm White	<4600 K	2500-4600 K	6500	2.8-3.6	120
SBT311LW16-03	Warm White	<4600 K	2500-4600 K	7500	2.8-3.6	120

<http://www.huakia.com/en/LedComponent.asp?SortID=240>

US \$ 0.02 - 0.5 / Piece

Warm White	2800~3500	6300 (16-20lm)	120	2.8~3.6	20x3	5.0x5.0x1.6
Warm White	2800~3500	4800 (13-16lm)	120	2.8~3.6	20x3	5.0x5.0x1.6
Warm White	2800~3500	3000 (10-13lm)	120	2.8~3.6	20x3	5.0x5.0x1.6

http://sunrateled.en.alibaba.com/product/621239204-205842005/0805_white_smd_led.html

Warm White	20mA	2,8-3,8V	2700-3800k	7-10lm
------------	------	----------	------------	--------

http://www.alibaba.com/product-gs/476343283/2011_high_power_LED_SMD_3528.html

US \$ 0.01 - 0.05 / Piece

Warm White	2700-3500K	15, 30, 45	20mA	11000-20000mcd
------------	------------	------------	------	----------------

http://www.alibaba.com/product-gs/483743994/high_lumen_LED_SMD_5050_RGB.html -- LED strips

3528white	2.8-3.6V	20MA	1500-2000MCD	120	white	0.04/pcs
5050white	2.8-3.6V	60MA	2500-3000MCD	120	white	0.07/pcs

http://www.alibaba.com/product-gs/613413280/led_smd_3528.html

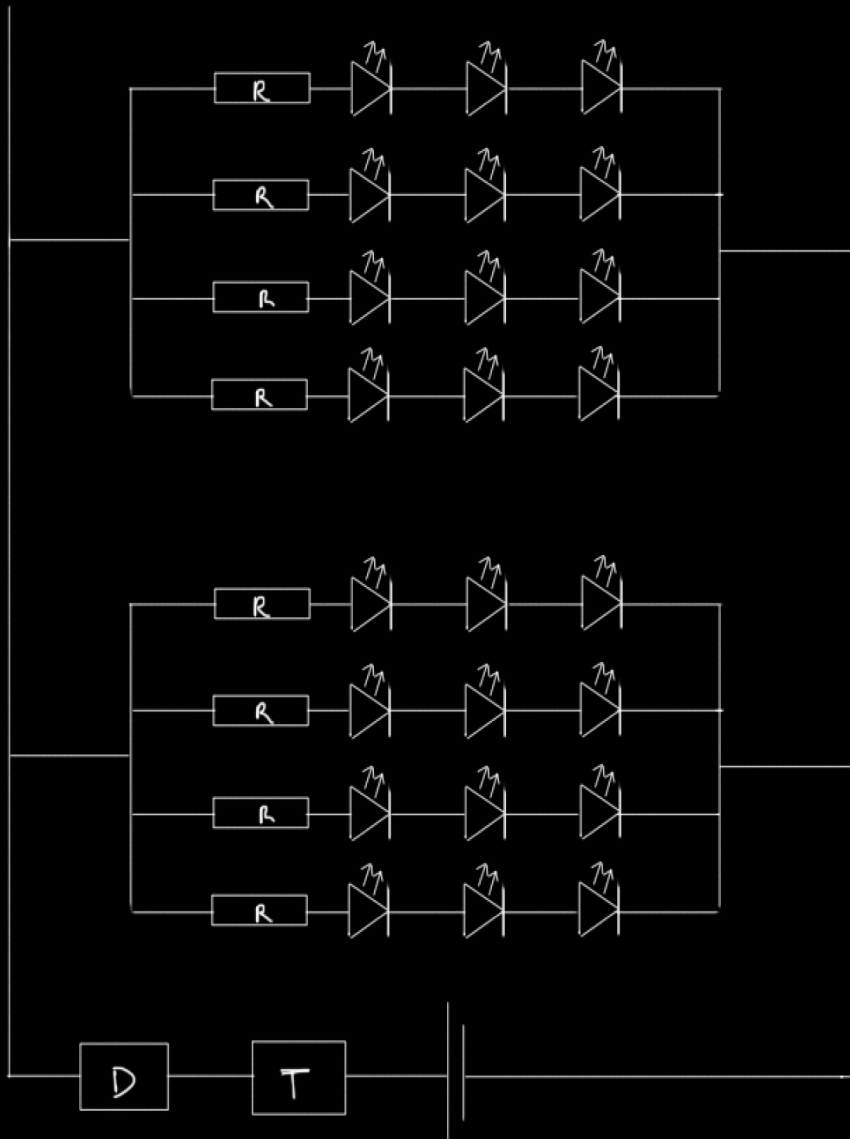
US \$ 0.014 - 0.065 / Piece

3528 SMD	warm white	1800-2600mcd	20mA
----------	------------	--------------	------

SMD schijf, 12x

http://ke-min.en.alibaba.com/productshowimg/324416001-210280030/LED_SMD_LAMPS.html

WT-P3W120C1-4T	2500-3500k	70-80lm/W	Warm White	600 mA	60°90°120°
----------------	------------	-----------	------------	--------	------------



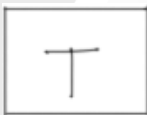
Elektrisch schema

ELEKTRISCH SCHEMA

Stroombron	12V gelijkstroom
Lichtbron	12x LED, 3V - 60mA
Overig	Weerstand 3V - 47 Ohm

Per schijf

Vier clusters van drie seriegeschakelde LEDs worden parallel geschakeld met een 47 Ohm weerstand. Op deze wijze werkt de schijf op 12V (3 x 3V voor de LED-clusters en 1 x 3V voor de weerstand). De weerstand is nodig om de juiste stroomsterkte (60mA) te krijgen.



Transformator, 220V AC - 12V AC



Driver, 12V AC - 12V DC



Weerstand, 3V, 47 Ohm



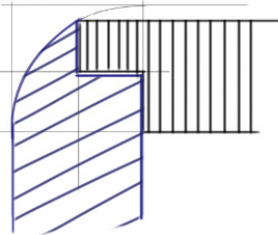
LED, 3V, 60mA, 6,7 lm



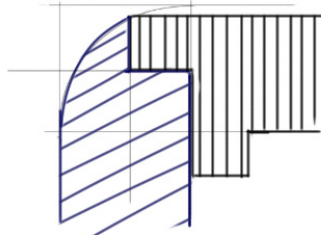
De behuizing dient uit maximaal twee delen te bestaan. Dit is om de kostprijs laag te houden. Door de beperkte wanddikte en de wens om het lichtdoorlatende deel iets door te trekken naar de bovenzijde, is het lastig om de delen te verbinden.

Mogelijke verbindingen

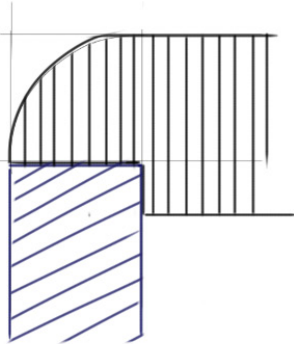
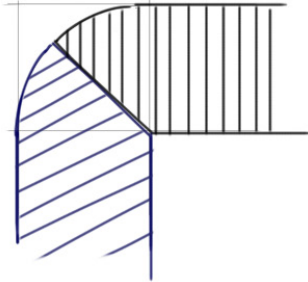
① Gelyke verdeling



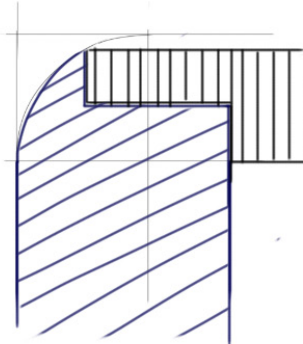
② Verbinding verticaal



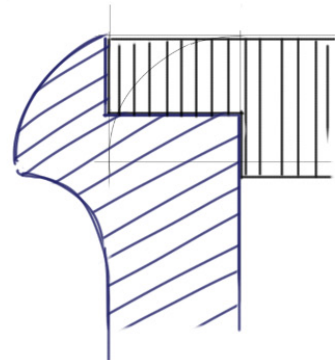
③ Diagonale verbinding



④ zwart overlapt



⑤ Extra breed



⑥ Afbuigen naar buiten

Zijaanzichten verbinding



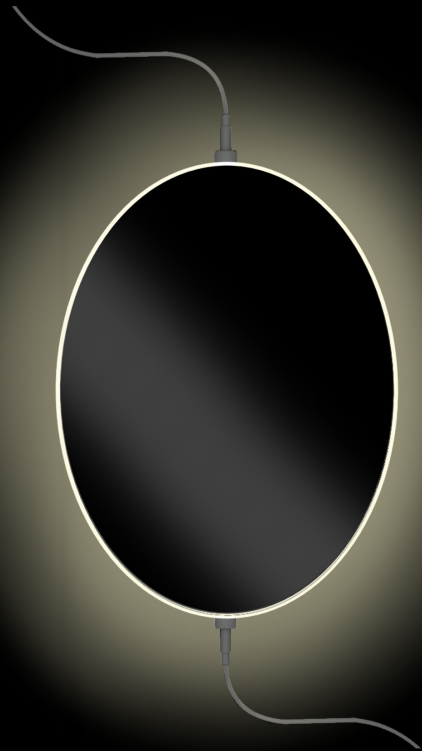
Natuursteen lichtgrijs



Natuursteen donkergrijs



Geborsteld RVS



Zwart glas



De benodigde wanddikte is afhankelijk van de lichtverdeling (kleur, materiaal, dikte en afstand LEDs tot behuizing) en van de sterkte (vorm, materiaal en belasting)

De lichtverdeling zal bepaald worden aan de hand van testen met behulp van een prototype.

De benodigde sterkte van het product kan echter al vooraf berekend worden door middel van simulaties in SolidWorks.

Simulatie verbinding 1

Materiaal PP Copolymer,

Dikte bovenplaat 2mm

Steunrand 1 mm

1. Belasting: zwaartekracht
Fixtures: steunrand

Maximale doorbuiging 0,047 mm

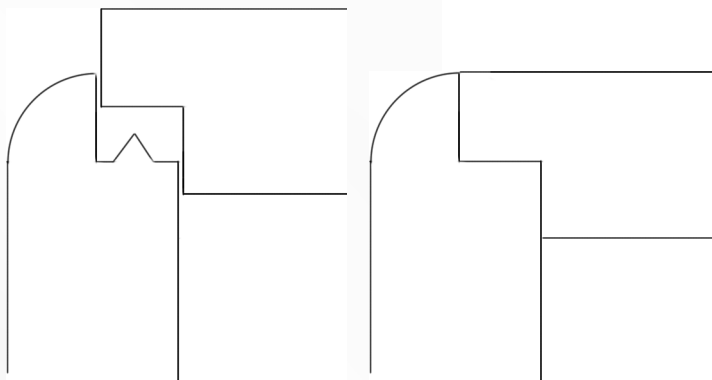
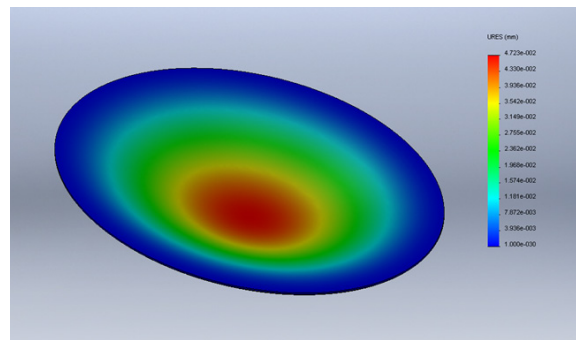
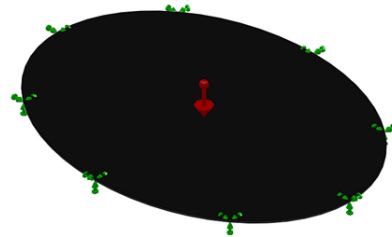
Steunrand 0,6 mm

Maximale doorbuiging 0,051 mm

2. Belasting: 10N
Doorbuiging: 0,863 mm

3. Belasting 30N
Doorbuiging: 2,46 mm

Een dunne steunrand is dus geen probleem wat betreft de sterkte/doorbuiging.



Verbinding 1

Afmetingen:

*Driehoek: hoogte 0.4mm
hoek: 60 graden
breedte 0.46 mm*



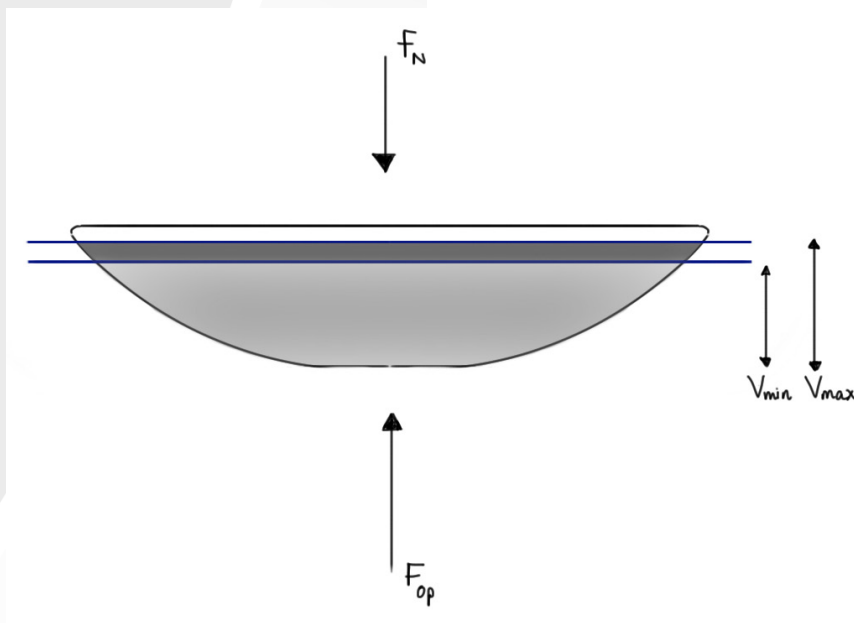
Drijfvermogen*De Wet van Archimedes*

De schijven dienen op een bepaalde hoogte in het water te drijven. Dit betekent dat het product niet te zwaar, maar ook niet te licht mag zijn.

De Wet van Archimedes maakt het mogelijk de benodigde neerwaartse kracht van het product op het water te berekenen:

Wet van Archimedes:

“De opwaartse kracht die een lichaam in een vloeistof of gas ondervindt is even groot als het gewicht van de verplaatste vloeistof of gas”.



De schijf dient minimaal 0.5 cm en maximaal 1.0 cm boven het wateroppervlak uit te komen. Dit leidt tot de volgende onderwater volumes:

$$\begin{aligned} V_{\min} &: 705,3 \text{ cm}^3 \\ V_{\max} &: 871.5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Dit zijn tevens de volumes water die verplaatst worden door de schaal.

Aangezien water een dichtheid heeft van 1000g/1000cm₃, zal de massa van het verplaatste water gelijk zijn aan het verplaatste volume.

$$\begin{aligned} F_{op} &= F_n \\ g * V &= g * m \\ V &= m \end{aligned}$$

Het totale product (inclusief kabels e.d.) dient in het ideale geval tussen de 705,3 en 871.5 gram te wegen.



Massaberekeningen SolidWorks:	Schaal:	92,40 g
	Bovenplaat:	62,00 g
Schattingen:	Snoer + koppeling:	100 g
	Elektronica + giethars:	60 g

Dit geeft als schatting dat het totale product rond de 300g zal wegen.

OPLOSSINGEN

Meer materiaal: *Verdubbelen dikte bovenplaat*

Nieuwe massa: 119,45 g

Wanddikte 3 mm: 118,50 g

Dit zal een totaal gewicht van ongeveer 400 à 450 g opleveren

Aanpassen geometrie *Minder verplaatst water = minder massa*

Hoogte van 45mm naar 35mm

Volume verplaatst water (1 cm boven water) = 548,835 g

Combinatie van bovenstaande oplossingen zou heel dicht in de buurt van het gewenste gewicht komen.

Extra wanddikte en een lagere hoogte zal tevens de verbinding verbeteren:

Wanddikte schaal 3 mm, hoogte 35mm:	111,62 g
Dikte bovenplaat 4 mm:	119,45 g
Elektronica + giethars	60,00 g
Bedrading	+ 100,00 g
	391,07 g

15 mm boven water: 396,55 cm³ onderwater = +/- 391,07 g

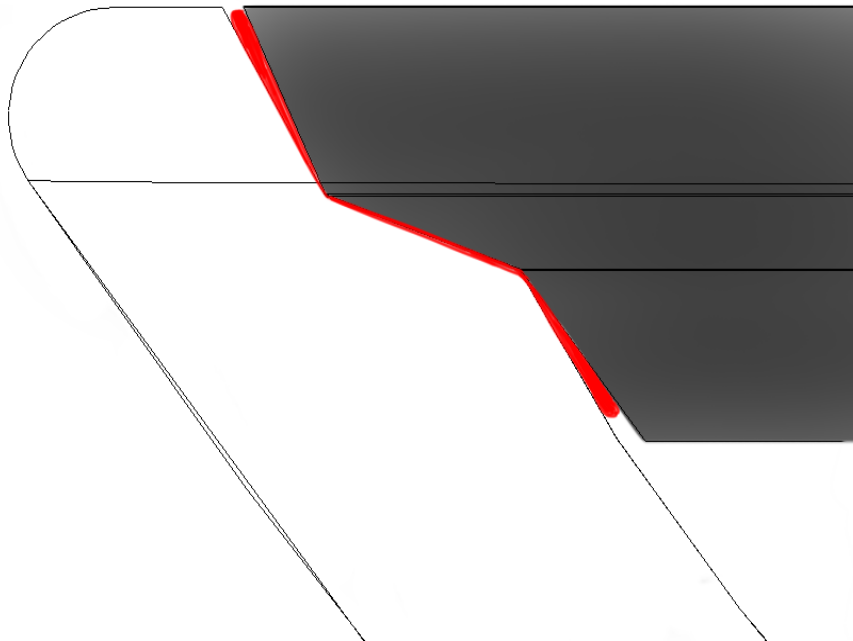
Eventuele extra krachten, zoals trekkracht van de kabel en invloeden van buitenaf kunnen ook nog een invloed van een paar mm hebben.



De behuizing is inmiddels een schaalvormig product geworden. Dit benadrukt de wijze waarop het product in het water zal drijven en is tevens beter voor de belasting van het product (schaalvorm neemt spanningen weg). Ook het verbindingsooppervlak wordt erdoor vergroot. Dit levert de volgende verbinding op:

Wanddikte schaal 3 mm
Bovenplaat 4 mm

Lasverbinding zij aanzicht (rood = lasnaad)



Door de hoek tussen de delen iets te variëren (met 2 graden) is er ruimte voor de gesmolten kunststof, zodat uitstulpingen aan de bovenzijde vermeden wordt. Overtollig materiaal heeft 2mm over om naar beneden te lopen zonder zichtbare gevolgen.

Materiaal spuitgieten & lassen

Zowel Depla, als Branson Ultrasonics geven aan dat PP lastig te lassen is. Een goed (en betaalbaar) alternatief is PS. Eventueel met UV bestendige toevoeging. De definitieve samenstelling van de masterbatch (om de juiste transparantie te verkrijgen) zal bepaald worden aan de hand van enkele testen.

“In principe is vanwege het lassen materialen als polystyreen of ABS zeer geschikt. Voor de toepassing zou ik op zijn minst een High Impact Polystyreen gebruiken. Omdat het een buitentoepassing betreft zou dan PMMA of ASA nog veel beter zijn. Het nadeel is dat daardoor de kostprijs van het product flink stijgen.

Er zijn echter ook UV bestendige typen PS die ingezet kunnen worden of eventueel extra UV stabilisator toevoegen aan het materiaal. De toe te voegen masterbatch zal worden bekeken aan de hand van het in te zetten materiaal en enkele testen.” - Dhr. van Denzel, Depla



TRANSFORMATOR

Transformator en Vermogen

De keuze voor de transformator hangt van meerdere factoren af. De eerste eis aan de transformator is dat het 220V AC om moet zetten in 12V AC. Om te voldoen aan Europese veiligheidsnormen, zal de transformator het EMC en/of CE-keurmerk moeten hebben.

Tevens is de IP-norm van belang: het product komt in de tuin, dus dient het spatwaterdicht (IP44) te zijn. De laatste eis is het vermogen. Door het benodigde vermogen uit te rekenen, zal er een transformator gekozen kunnen worden, passend bij het doel. Te weinig vermogen en de lampen zullen niet goed werken en te veel vermogen leidt tot een onnodig dure transformator.

Vermogen

$$P_{\text{schijf}} = U_{\text{schijf}} \cdot I_{\text{schijf}}$$

$$U_{\text{schijf}} = 12V, \quad I_{\text{schijf}} = 4 \cdot 60mA = 240mA$$

$$P_{\text{schijf}} = 12 \cdot 0,24 = 2,88W$$

Ervan uitgaande dat men maximaal vijf à zes schijven zullen koppelen betekent dit dat een transformator van ($6 \cdot 2,88 = 17,28$) minimaal 17,5W gekozen moet worden.

Transformator

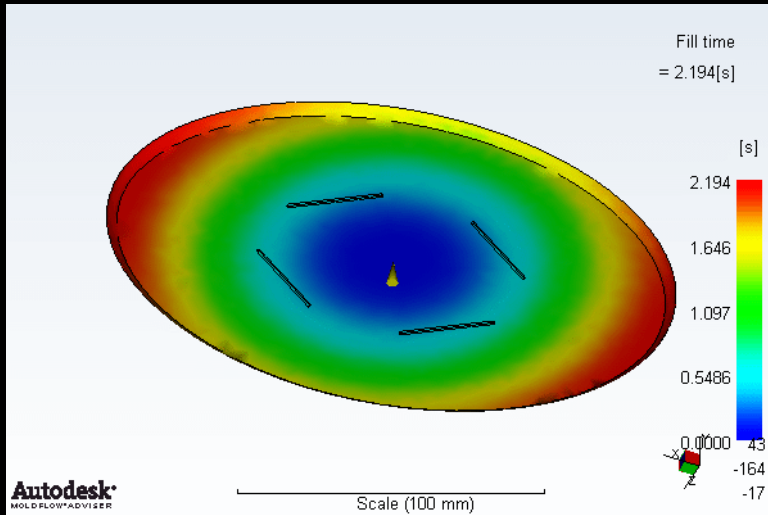
Primair:	220V AC
Secundair:	12V AC
Waterdicht:	min. IP44
Keurmerk:	CE / EMC
Vermogen:	17,5W-25W

Voorbeeld

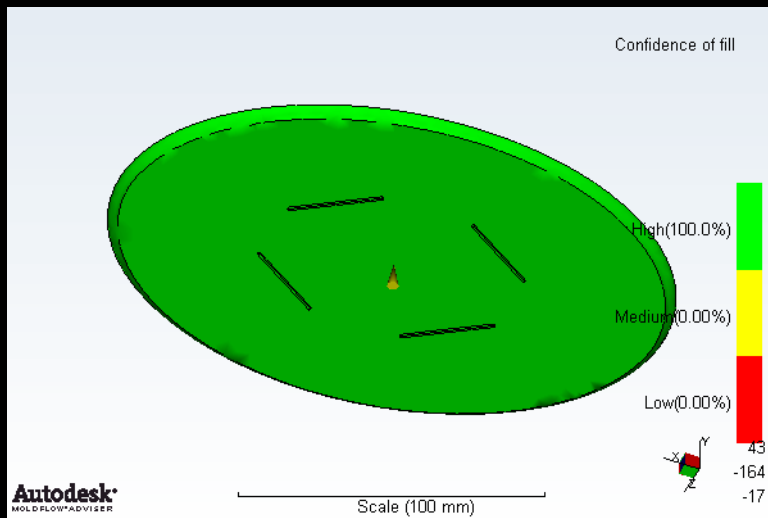
TDC Power transformer

Primair:	230V
Secundair:	12V
Waterdicht:	IP64
Keurmerk:	CE / EMC / TUV / Kemakeur
Vermogen:	21-12W

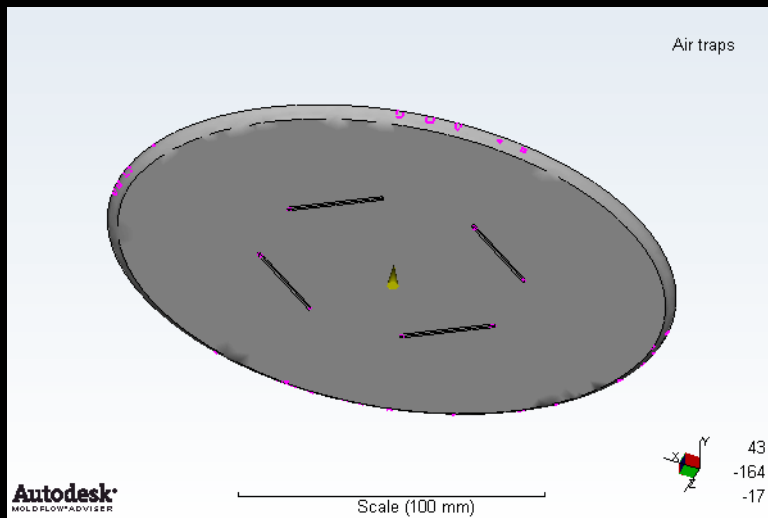




Fill time



Confidence of fill



Air traps

MATRIJSKOSTEN

Berekening matrijskosten

Aan de hand van een matrijskosten tabel van Velda, gebaseerd op Chinese prijzen, zijn de matrijskosten geschat.

Matrijs	Kosten= $ax+by+c$	(a) Volume blok matrijs cm^3	(x) Prijs per cm^3	(b) Volume gefreesd	(y) Factor frees	(c) Constante kosten
Top part	890	6000	0,06	150	0,2	500
Bottom part	2090	9000	0,06	2100	0,5	500

MATRIJS - Top part

Simulatie spuitgieten

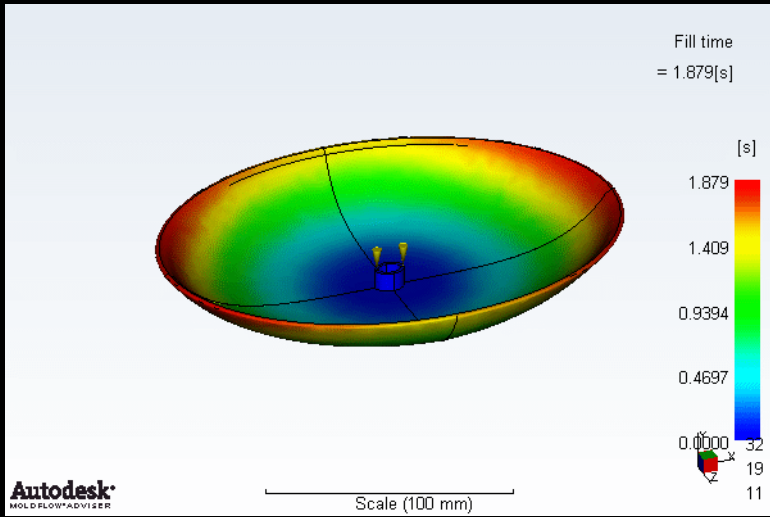
Met het programma Autodesk Moldflow zijn verscheidene simulaties uitgevoerd met betrekking tot het spuitgieten. Na het importeren van het model en het aangeven van het materiaal zijn er meerdere aansluitpunten gekozen. Uit de hierop volgende analyse is gebleken dat voor het top part één aansluitpunt in het midden van de onderzijde voldoende is.

Enkele resultaten uit de analyse

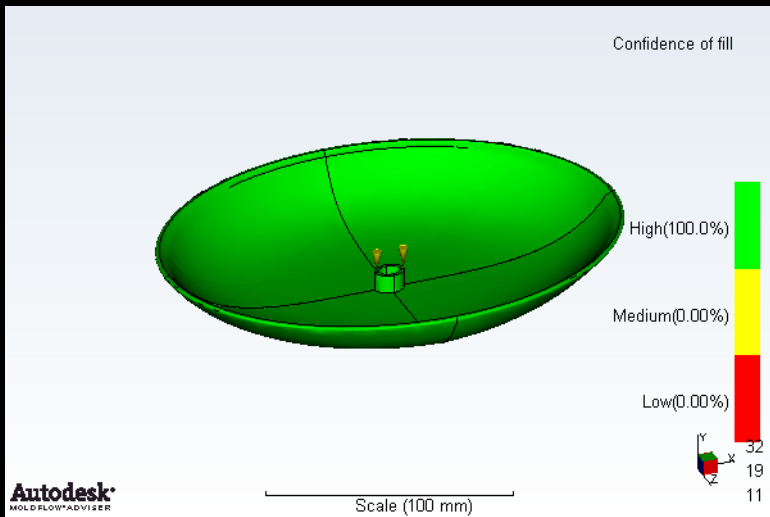
Fill time	2,194 s
Confidence of fill	High, 100%
Average temperature	241 C
Quality prediction	High 100%
Air traps	some
Melt temperature	240 C
Mold temperature	45 C
Clamp force	0,198 tonnes
Cycle time	46,36 s
Fill	2,194 s
Pack and Cool	39,20 s
Mold open	5,00 s

Bovenstaande resultaten laten zien dat het spuitgieten van dit onderdeel prima zal verlopen. Dit onderdeel zal geproduceerd worden met één aansluitpunt.

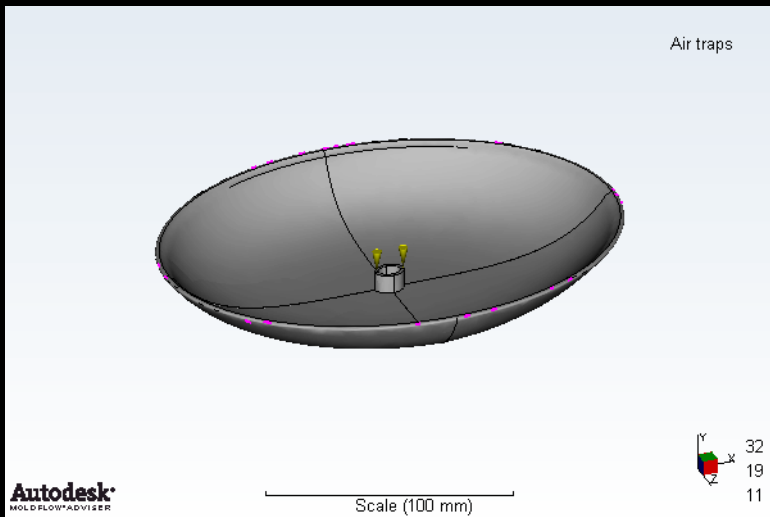
Een punt van aandacht zijn de air traps. Door enkele delen te produceren (samples) kan gekeken worden of er luchtballen ontstaan in de rand van het product en of er nog aanpassingen aan de matrijs gedaan moeten worden.



Fill time



Confidence of fill



Air traps

MATRIJS - Bottom part

Simulatie spuitgieten

Ook voor het onderste deel van de behuizing zijn simulaties uitgevoerd. Om het gelijkmatig vullen van het onderdeel te bevorderen zijn er twee aanspuitpunten. Deze zijn gepositioneerd op de bovenkant van de cilinder in de binnenzijde. Er zal dus niets van deze punten te zien zijn na de assemblage van het product.

Enkele resultaten uit de analyse

Fill time	1,879 s
Confidence of fill	High, 100%
Average temperature	241 C
Quality prediction	High 100%
Air traps	some
Melt temperature	240 C
Mold temperature	45 C
Clamp force	5,889 tonnes
Cycle time	29,76 s
Fill	1,879 s
Pack and Cool	22,88 s
Mold open	5,00 s

Bovenstaande resultaten laten zien dat het spuitgieten van dit onderdeel ook prima zal verlopen. Dit onderdeel zal geproduceerd worden met twee aanspuitpunten.

Ook voor dit onderdeel geldt dat het verstandig is om eerst enkele samples te produceren. Naast het controleren of luchtbelletjes kan ook meteen de lichtdoorlatendheid van het onderdeel getest worden. Hierna kunnen eventuele aanpassingen aan de samenstelling van de kunststof of de matrijs gedaan worden.



Bijlage 13

Kosten

		Amount/product	Amount total	Min. price/piece (\$)	Max. price/piece (\$)	Min. price/piece (€)	Max. price/piece (€)		Total price (min) (€)	Total price (max) (€)
Purchase	LEDs	12	108000	0,03	0,05	0,02	0,04		€ 0,276	€ 0,461
	IP68 Connector incl. cable	1	9000	0,32	0,39	0,25	0,30		€ 0,246	€ 0,296
	Heat-shrinking tube	0,5	9000	0,08	0,10	0,06	0,08		€ 0,029	€ 0,038
	Metal wire	0,5	9000	0,02	0,03	0,01	0,02		€ 0,006	€ 0,010
	Rubber cable	3	9000	0,35	0,50	0,27	0,38		€ 0,806	€ 1,152
	Transformer	1	3000	1,50	2,50	1,15	1,92		€ 1,152	€ 1,920
	PCB	4	36000	0,10	0,20	0,08	0,15		€ 0,307	€ 0,614
	Rectifier	1	9000	0,10	0,20	0,08	0,15		€ 0,077	€ 0,154
	Resistors	4	36000	0,01	0,02	0,01	0,02		€ 0,031	€ 0,061
<hr/>										
		Amount/product	Amount total	Min. price/piece (\$)	Max. price/piece (\$)	Min. price/piece (€)	Max. price/piece (€)		Total price (min) (€)	Total price (max) (€)
Production	Top part mold		1	1159,16	1302,42	890,00	1000,00		€ 0,099	€ 0,111
	Material costs top part			0,29	0,33	0,22	0,25		€ 0,222	€ 0,250
	Finish			0,08	0,17	0,06	0,13		€ 0,063	€ 0,133
	Bottom part mold		1	2722,06	2865,33	2090,00	2200,00		€ 0,232	€ 0,244
	Material costs bottom part			0,28	0,31	0,21	0,24		€ 0,214	€ 0,241
	Package start set								€ 0,400	€ 0,600
Package extension set								€ 0,200	€ 0,250	
<hr/>										
Additional	Additional materials/machines								€ 0,500	€ 0,750
<hr/>										
Assembly	Assembly costs (time)								€ 0,250	€ 0,500
	Additional assembly costs								€ 0,500	€ 1,000
<hr/>										
Profit China	15%							Start set	€ 0,458	€ 0,730
								Extension set	€ 0,500	€ 0,781
<hr/>										
Transport	Asia - Netherlands		€ 1.493,33			€ 0,17	€ 0,21		€ 0,166	€ 0,213
	Rotterdam - Enschede		€ 450,00			€ 0,05	€ 0,06		€ 0,050	€ 0,061

Total unit costs	Light, one cable	€	3,73	€	5,87
	Light, two cables	€	4,05	€	6,26
	Start set	€	6,08	€	8,94
	Extension set	€	4,25	€	6,51

Average costs	Start set	€	7,51	\$	9,537
	Extension set	€	5,38	\$	6,831

Selling price Velda	Start set	€	15,64	\$	20,371
	Extension set	€	12,09	\$	15,746

Retail price	Start set	€	42,23	\$	55,00
	Extension set	€	32,64	\$	42,51

	Average price	€	35,84	\$	46,677
--	---------------	---	-------	----	--------

Purchase - Inkoop

Dit onderdeel van de kostprijschatting geeft de prijzen van de inkooponderdelen aan. Deze prijzen zijn voornamelijk gebaseerd op de prijzen van de gewenste onderdelen die te vinden zijn via alibaba.com. Via deze website bieden Aziatische producenten en leveranciers hun producten aan. De prijzen verschillen per producent: om toch een realistische prijschatting te kunnen maken is van iedere prijs een hoge en lage marge gegeven.

Production - Productiekosten*Matrijkskosten*

De matrijkskosten zijn gebaseerd op een eerder ontwikkelde matrijkskostentabel van Velda op basis van Chinese prijzen. Zie bijlage 14 voor de berekening.

Materiaalkosten

Volgens CES liggen de kosten voor PS op € 1,60/kg. Als speling is als bovengrens een prijs van € 1,80/kg genomen.

Finish

Gebaseerd op Plastikote effect spray spuitverf. Deze spuitbussen zijn geschikt voor 2,23m². Uitgaande van 2 verflagen zullen er 141,26 spuitbussen nodig zijn à € 4,00 per stuk.

Deze drie kosten zijn gebaseerd op de prijsopgave uit China. De Chinese producent heeft de productiekosten van een losse lamp op € 5,00 geschat. Het verschil tussen deze waarde en de schatting van de inkoop- en productiekosten is opverdeeld over de onderstaande punten.

1. Additional - Overige kosten

Dit bedrag wordt gebruikt voor overige materialen en tijd nodig voor de voorbereiding tot assemblage. Denk hierbij aan de kosten voor het installatiedraad en het soldeertin voor het monteren van de elektronica.

2. Assembly - Assemblagekosten

Dit bedrag is opgebouwd uit de arbeidskosten en de machinekosten nodig voor de assemblage van het product.

3. Profit - Winst China

De Chinese producent wilt natuurlijk winst maken op de geproduceerde producten. De winstmarge is op 15% geschat. Hier mee wordt het gat tussen de geschatte kostprijs en de gegeven prijsopgave van € 5,- gedicht.

Transport - Transportkosten

Gebaseerd op de kosten voor het verschepen van een 20ft container van China naar Nederland. De kosten bedragen momenteel € 3.500 per container, maar fluctueren erg. Om hier rekening mee te houden is een bovenprijs van € 4.500 meegenomen in de berekening. De kosten voor een vrachtwagen van Rotterdam naar Enschede bedraagt € 450. (Bron: hoofdinkoop Velda)



Average costs - Kostprijs Startpakket

Het gemiddelde van de maximum en minimum prijs voor een losse lamp met één koppelsnoer, een transformator en hoofdkabel. Deze prijs is inclusief transport en verpakking. Het product ligt voor dat bedrag kant-en-klaar bij Velda in Enschede.

Average costs - Kostprijs Uitbreidingsset

Het gemiddelde van de maximum en minimum prijs voor een losse lamp met twee koppelsnoeren. Deze prijs is inclusief transport en verpakking. Het product ligt voor dat bedrag kant-en-klaar bij Velda in Enschede.

Selling price - Verkoopprijs Velda

Velda wilt haar producten verkopen aan haar klanten voor minimaal 37% van de adviesverkoopprijs. En wil tevens 55% winst maken op deze verkoopprijs voor klanten.

Retail price - Adviesverkoopprijs

Om te voldoen aan de verkoopprijs van Velda en tevens de klant de winstmarge van 270% (verschil adviesverkoopprijs en prijs Velda) komt men op dit bedrag uit (uitgaande van de berekende kostprijs per product).

Reflectie kostprijsberekening

De berekening gaat uit van het ideale scenario waarin het product kant-en-klaar in Enschede wordt afgeleverd. Mocht er iets fout zijn gegaan bij de productie en de medewerkers van Velda worden ingezet om deze fout op te lossen dan zal dit ten koste gaan van de winstmarge van Velda. Iedere extra handeling kost Velda extra geld. Dit kan 15% tot 20% van de winst kosten (Bron: operationeel directeur Velda, dhr. Gerridzen).



Bijlage A

Productievoorstel

Dit is het eerste productievoorstel van de vijververlichting. Dit voorstel is opgestuurd naar een Chinese producent die aan de hand hiervan een schatting heeft gegeven van de productieprijs per lamp.

Pond Light

Velda BV & Techmar



Content

The product

Parts

 Casing - Top part

 Casing - Bottom part

 Lighting

 Cables and Connectors

Assembly

Appendix



The product

In collaboration with Techmar, Velda BV developed a pond light. The product, as shown in the picture on the left, will float on the water surface.

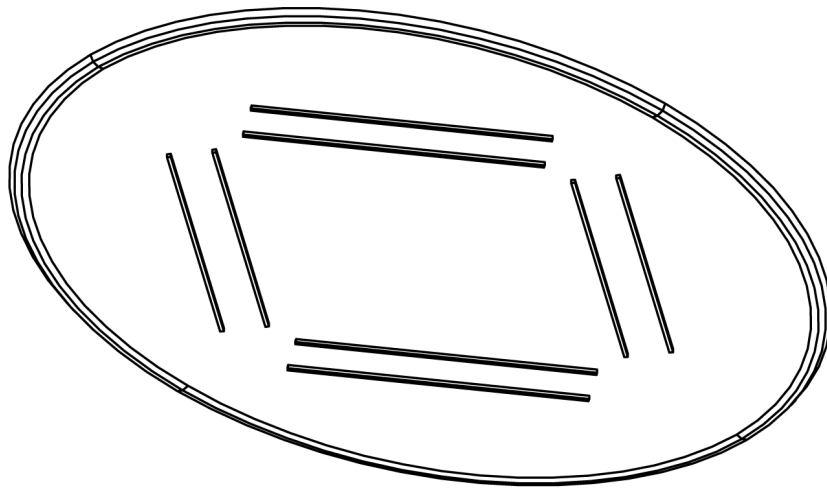
The casing consists of two parts: the milky white, translucent shell part on the bottom and the flat opaque top part. Seen from above, the casing has an elliptical shape. The lighting, twelve LEDs, are assembled on the top part and shine their light on the translucent shell.

The idea of the product is that the consumer can connect several lights together. Therefore two PVC cables emerge from the bottom with IP68 cable connectors on the ends. The cables are reinforced with metal wire. This creates the possibility to control the positioning of the lights.

The production run will be 3000 products.



Top part, visual top view



Top part, bottom view, 3D

Parts

Casing - Top part

Shape

Elliptical disc with a thickness of 2.0 mm. Long axis 244 mm, short axis 181.5 mm. The small oblong edges are for the positioning of the electronics. A bevelled edge follows the outline of the part (detail A, appendix). This edge will be welded with the bottom part to create a waterproof connection.

Material and Finish

The part will be produced of PP (polypropylene) as defined in more detail at the description of the bottom part.

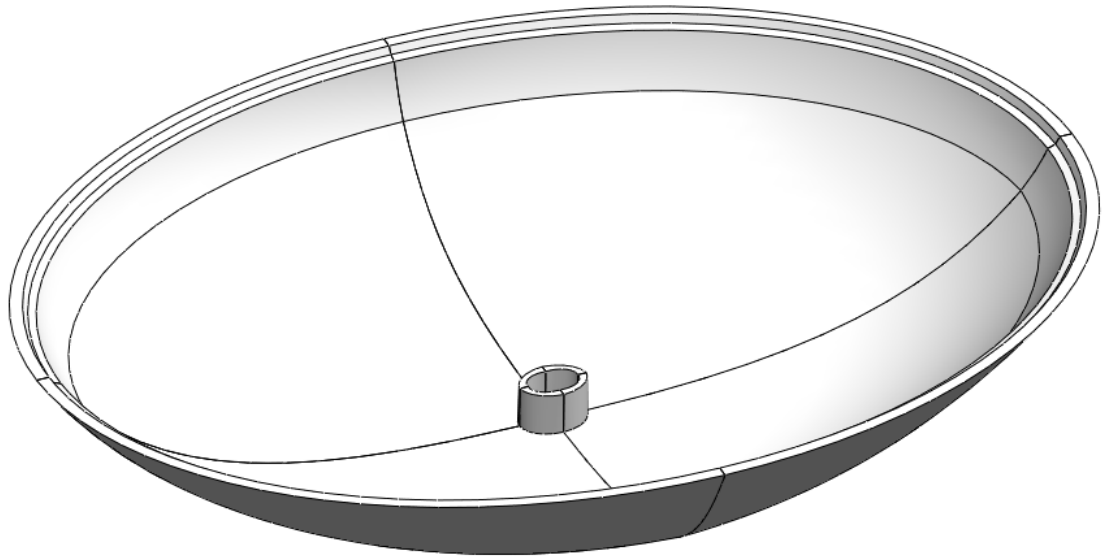
After production, the top of the part will be coated with a finish, to create an opaque surface. To give the product a sense of luxury and quality, the coating will be an imitation of one of the following materials: black glass, brushed aluminum, light grey slate and dark grey slate.

This means there will be four different variations of this part.

Production

This part will be produced with injection molding. The coating will be applied in the form of spray paint. The geometric tolerance of the product is 0.025 mm. The production run is 3000 parts.

Detailed drawings can be found in Appendix 1.



Parts

Casing - Bottom part

Shape

Elliptical shell with a general thickness of 2.0mm. This part also has bevelled edges which fit with the top part. The height of the shell is 45mm, the long axis 248.2mm, the short axis 186.2mm. In the middle will be an upstanding cylinder, with two holes in the bottom of the shell for the cables. The outline of the ellips has a fillet edge of 1mm.

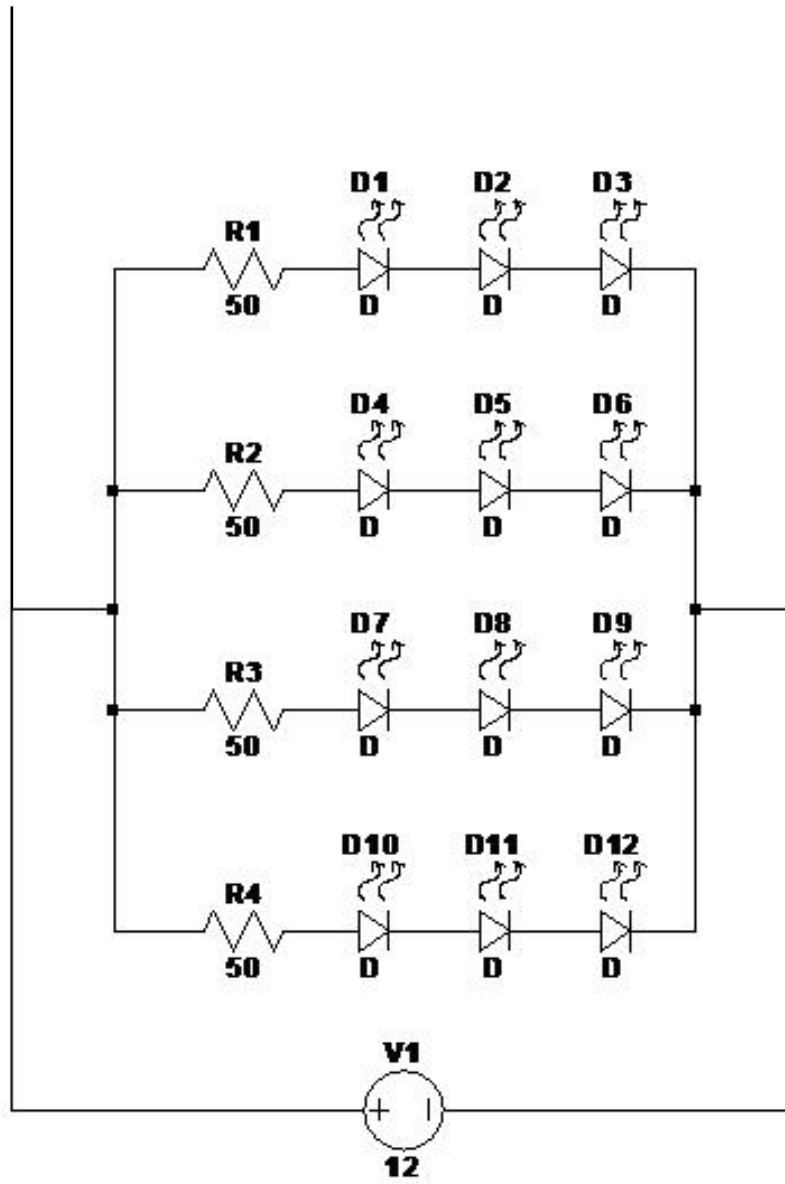
Material and Finish

The part will be produced of PP (polypropylene). The part has to be translucent, but not transparent and therefore will be produced in milk-white (cloudy) plastic. The outer surface has to be as smooth as possible.

Production

This part will be produced with injection molding. The geometric tolerance of the product is 0.025 mm. The production run is 3000 parts.

Detailed drawings can be found in Appendix 2.



Parts

Lighting

Physical positioning

The lighting will consist of twelve LEDs. They will be positioned in four groups of three, which form a diamond shape as defined on the top part of the casing. The LEDs will be assembled on four PCBs together with a resistor. The PCBs will be connected with thin installation wire. The incoming voltage is 12V, DC. An image of the physical positioning can be found in the appendix. The PCBs with the LEDs can be assembled directly on the top part: LEDs below 0,5W per piece do not need a cooling system (Techmar, garden light producer).

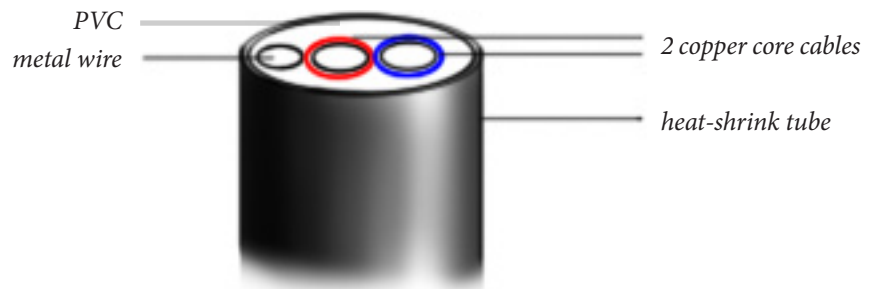
Parts

12 x LEDs, 3V, 60mA, 20lm
4 x resistor, 3V, 50 Ohm
4 x PCB: size 10mm x 80mm
installation wire

Electronic scheme

The electronic scheme will be as pictured on the left.

More details can be found in Appendix 3.



Reinforced cable

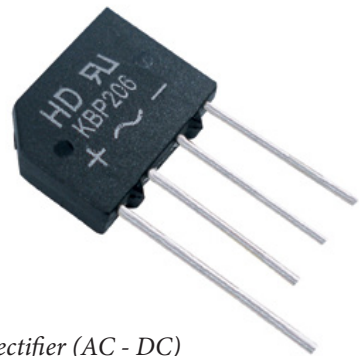
Examples of the required parts



Cable connectors



Transformer 220V AC - 12V AC



Rectifier (AC - DC)



Main cable

Parts

Cables and Connectors

Reinforced cable

To be able to control the positioning of the lights, the cables that connect the lights together are reinforced. The stiffness of the cables provides a solid position.

2x 500mm	PVC cable 2 copper cores, outer diameter 3.0 mm.
2x 500mm	metal wire, diameter 1.0mm
2x 500mm	heat-shrink tubing, black

Waterproof cable connectors

For the connection IP68 waterproof connectors are needed. The connectors have a male/female connection. Possible purchase/example can be found on the left page.

Main cable

This is the cable that will be the connection between the main power source and the pond. This will be a 2 m rubber cable, qualified for outdoor use. One end needs a connector that fits the transformer, the other end needs a IP68 connector that fits the light.

Transformer

The light will work om 12V: this transformer will change the 220V AC main power source to 12V AC.

Driver // Rectifier

The LEDs work on 12V direct current. Inbetween the transformer and the light a rectifier will be assembled. This rectifier changes the 12V AC input into 12V DC output.



Top part

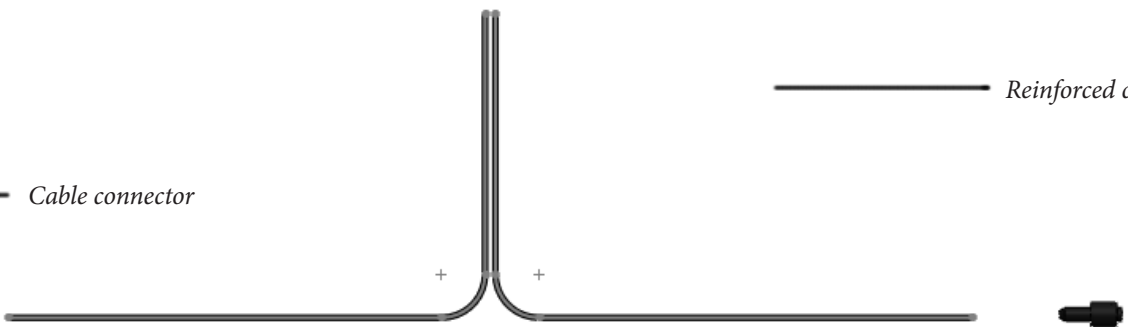
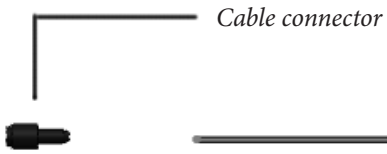


Lighting



Bottom part

Reinforced cable



Before assembling



After assembling

Assembly

After the production and purchase of all the required parts, the product can be assembled.

Cables - Cable connectors

The cable connectors will be assembled with the reinforced cable.

Top part - Lighting

The PCBs with the LEDs will be attached on the top part with adhesive tape. This tape will be placed on the back of the PCBs.

Lighting - Cables

The in- and output cables of the lighting and the PVC cables will be soldered together.
(Appendix 4b. 1)

Casting

When all the cables are connected, the cylinder in the bottom part will be filled with resin to create a waterproof closure. (Appendix 4b.2)

Ultrasonic welding

The top part and the bottom part will be welded together using ultrasonic welding.
(Appendix 4b.3)

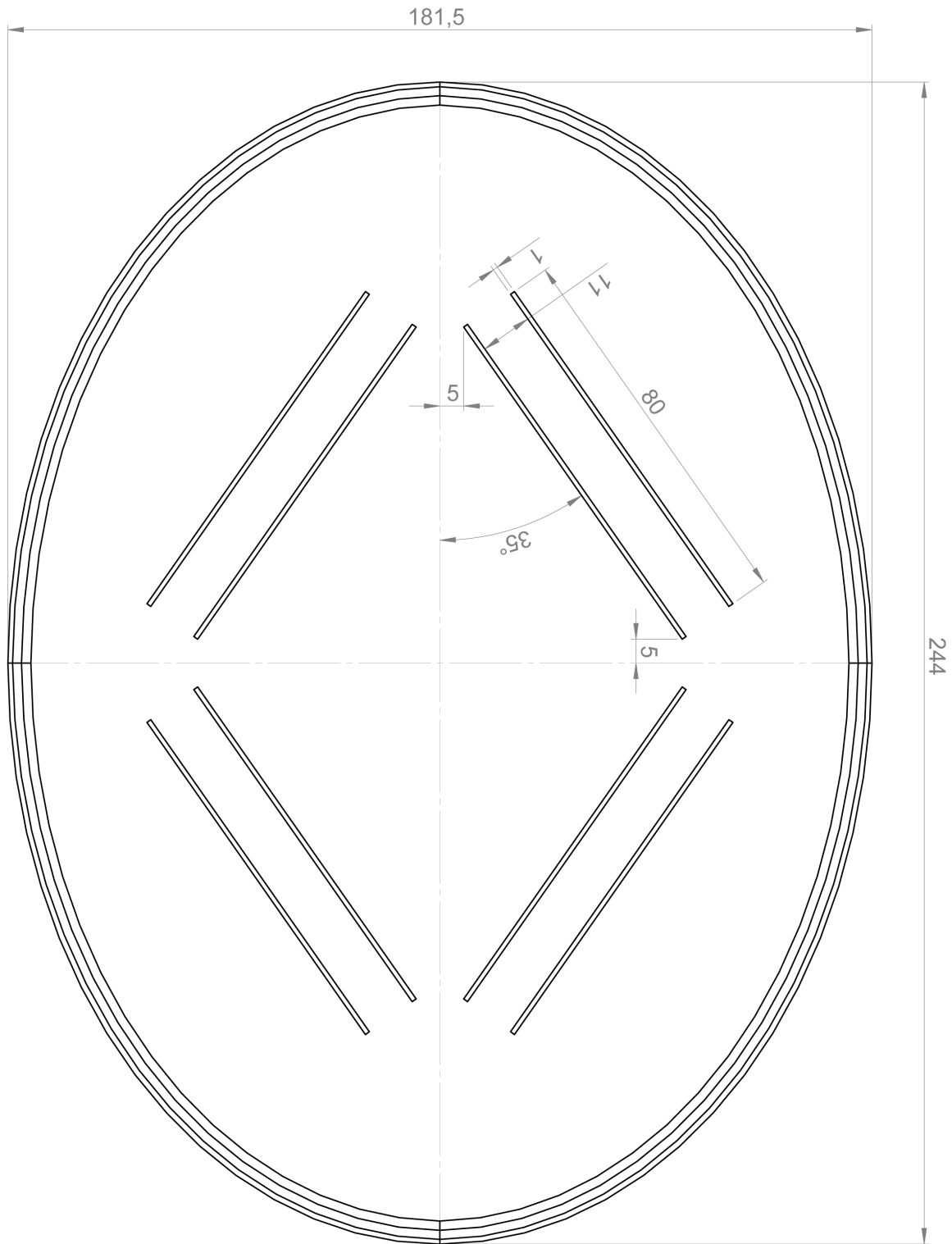
Pond Light

Appendix

1. Casing, top part
2. Casing, bottom part
3. Lighting, physical positioning
4. Assembly
 - a. Exploded views
 - b. Details assembly

Appendix 1

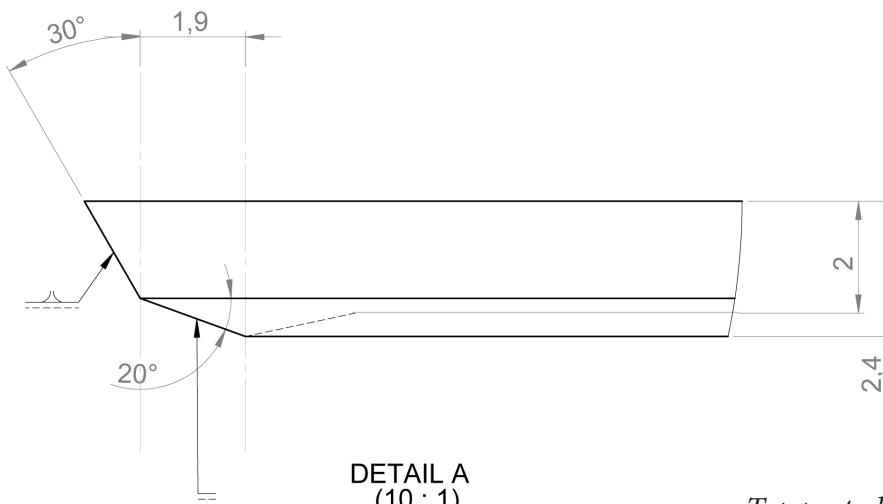
Casing - Top part
Annotations in mm



Top part, bottom view

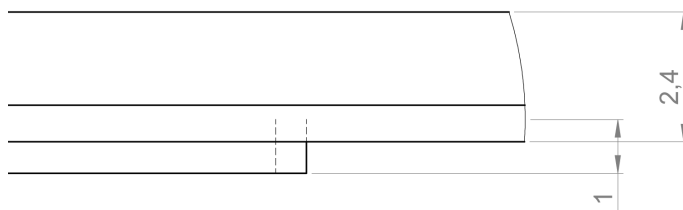


Top part, side view



DETAIL A
(10 : 1)

Top part, detail edge

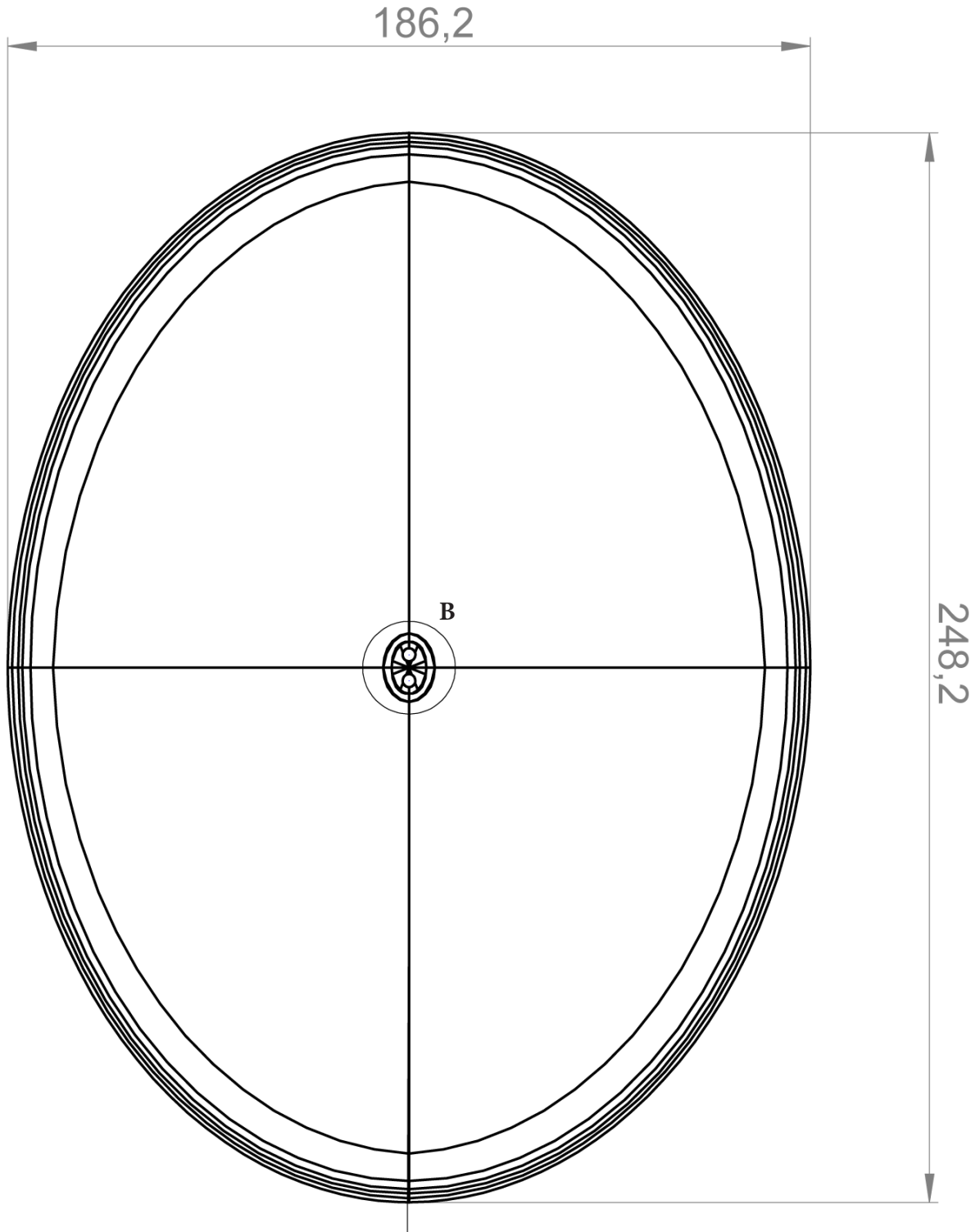


DETAIL B
(10 : 1)

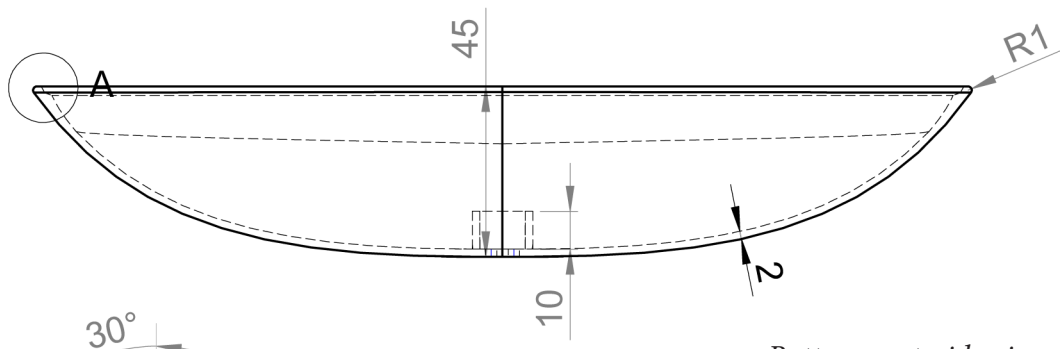
Top part, detail oblong edge

Appendix 2

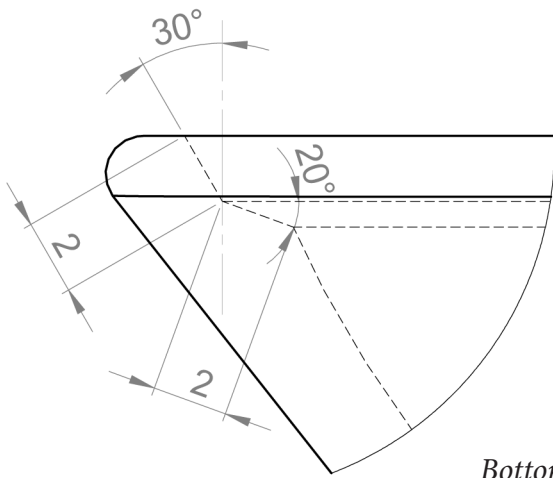
Casing - Bottom part
Annotations in mm



Bottom part, top view

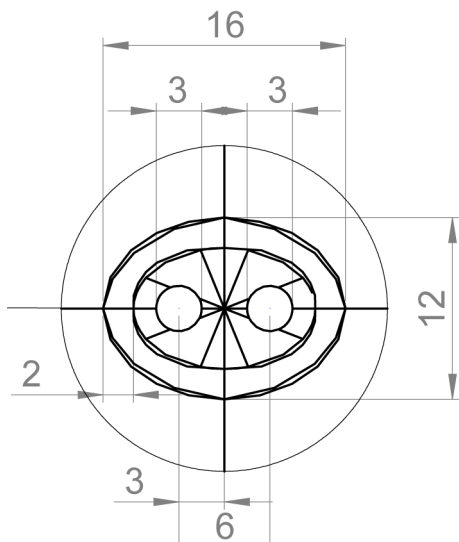


Bottom part, side view



Bottom part, detail edge

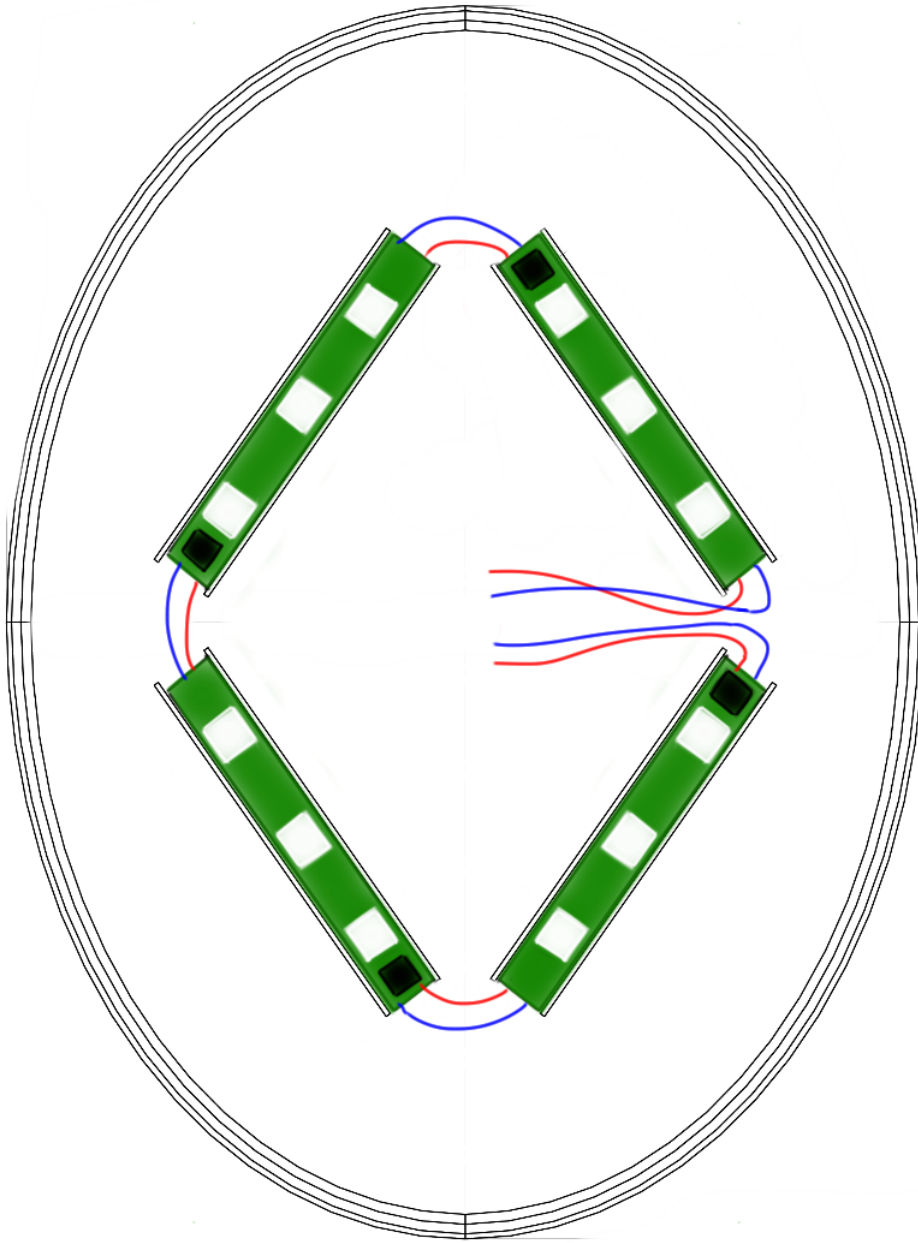
**DETAIL A
(5 : 1)**



**DETAIL B
(2 : 1)**

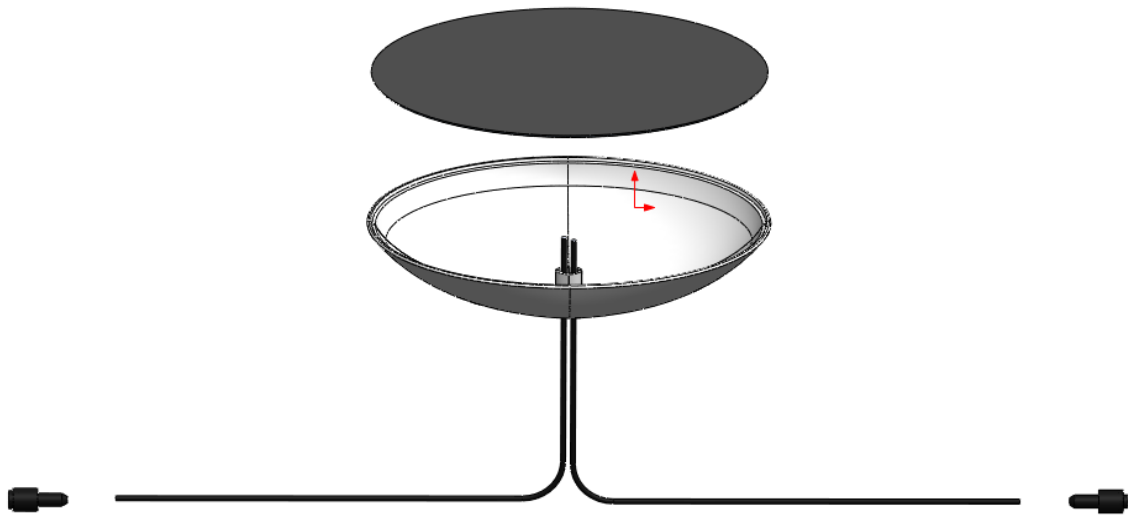
Bottom part, detail cylinder

Appendix 3
Lighting
Visual model

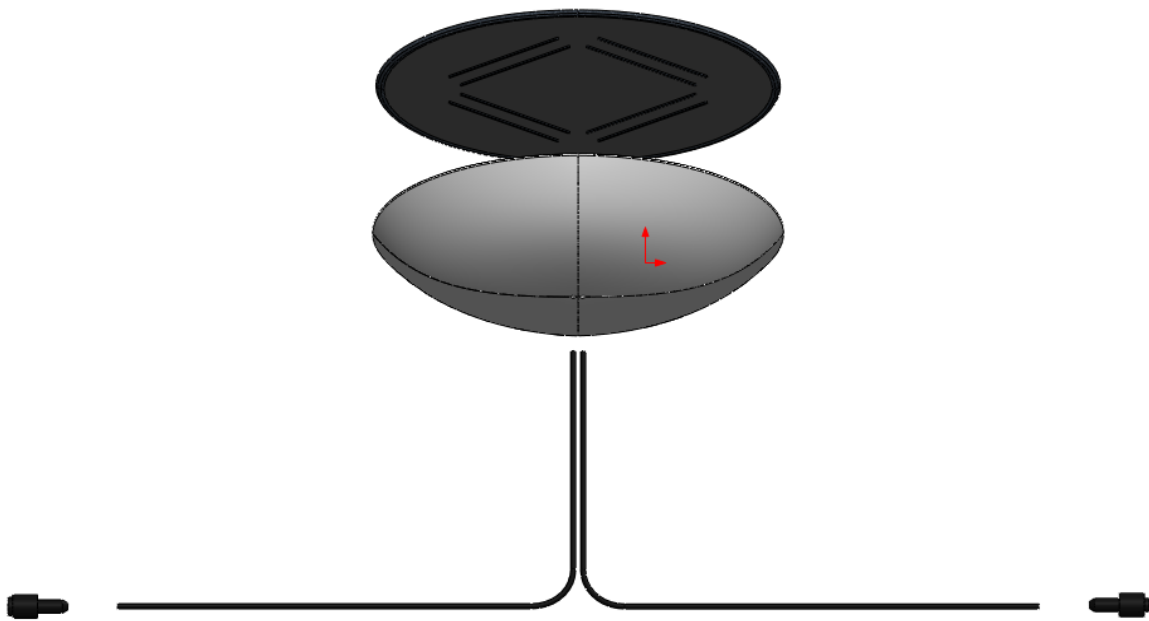


Top part, bottom view with lighting

Appendix 4a
Assembly
Exploded views



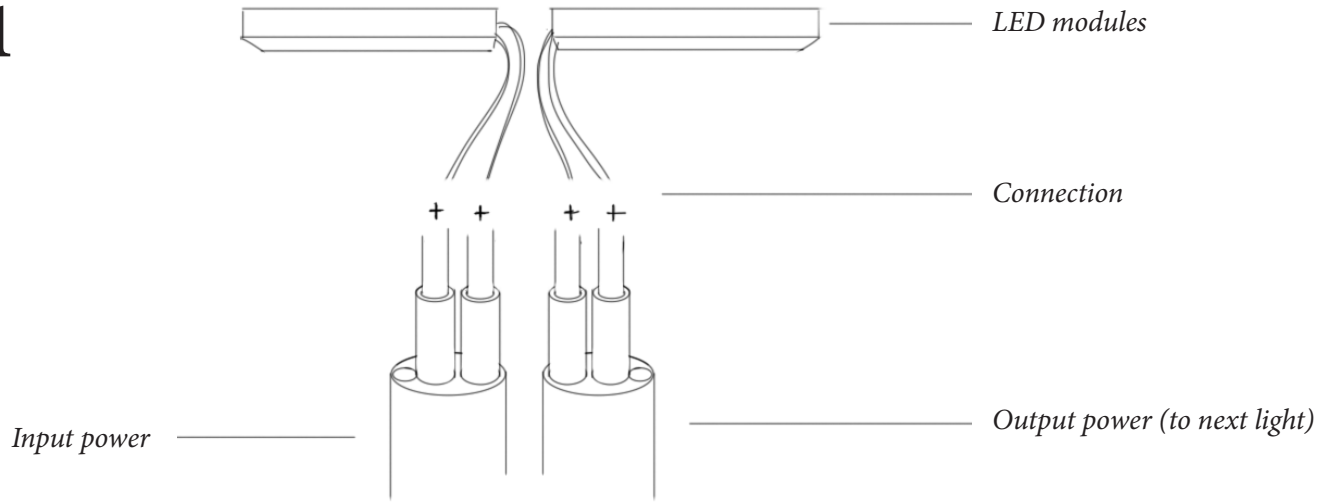
Exploded view, top



Exploded view, bottom

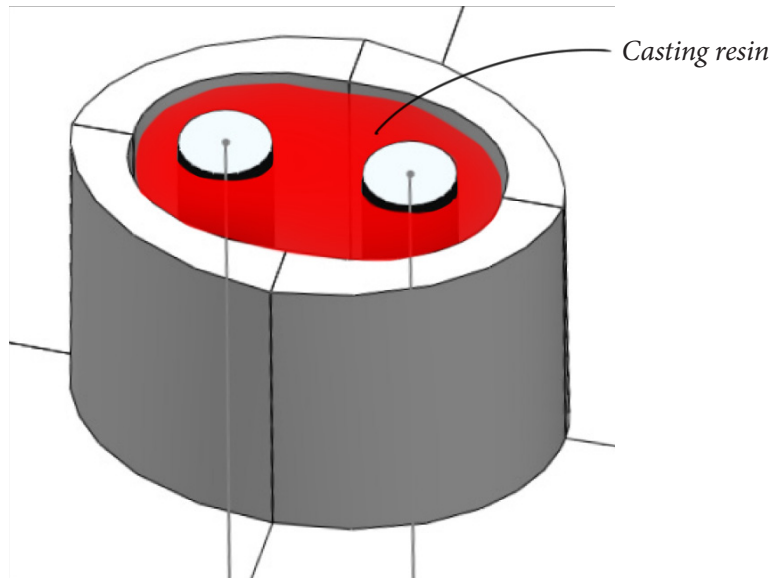
Appendix 4b
Assembly
Details

1



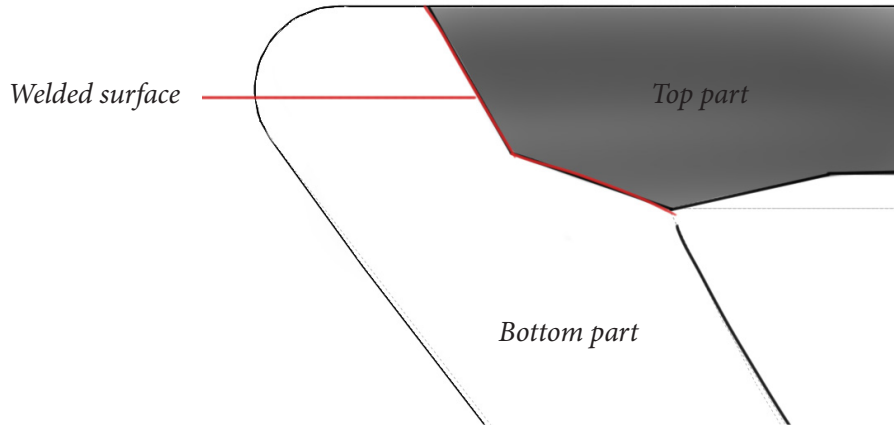
Soldering of the lighting and cables

2



Waterproof seal of the cable entrance

3



Side view connection

