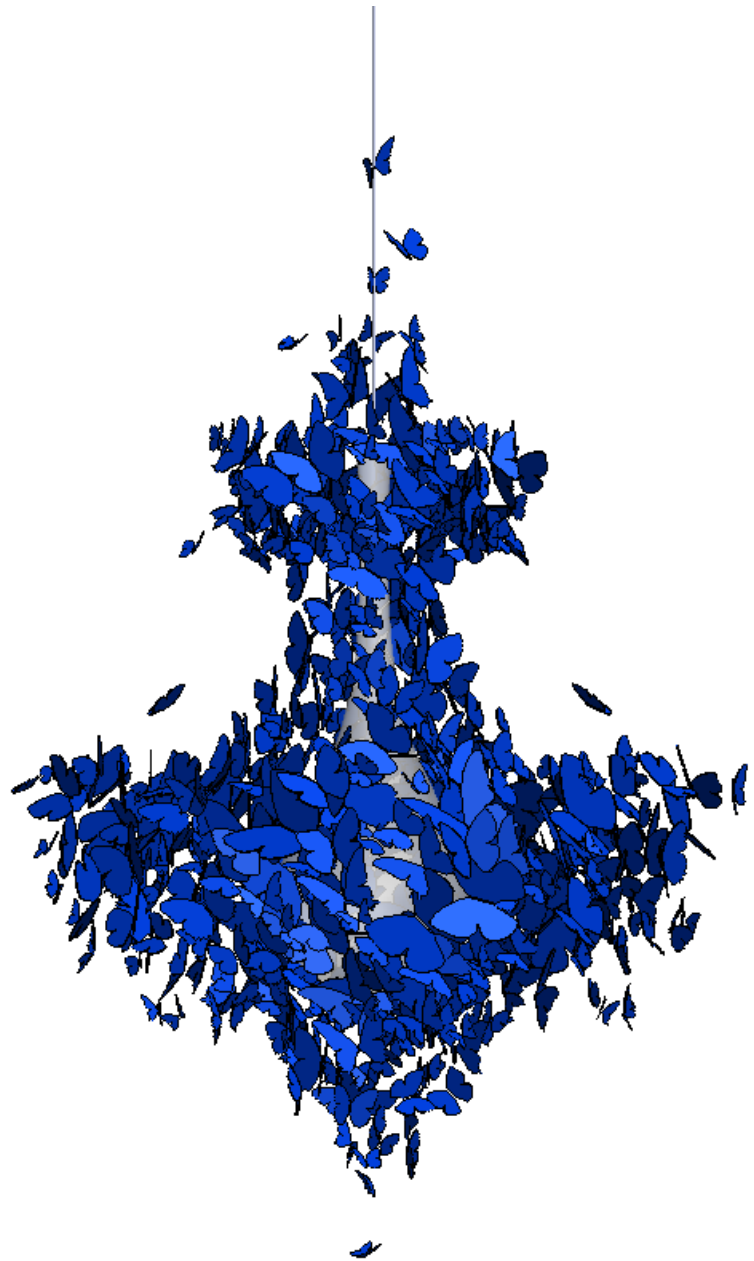


**Adviesrapport:  
Case Facilitair Bedrijf Universiteit Twente.**



**Door:  
Anniek Braham  
Sebastian Kettler  
Rik de Konink**

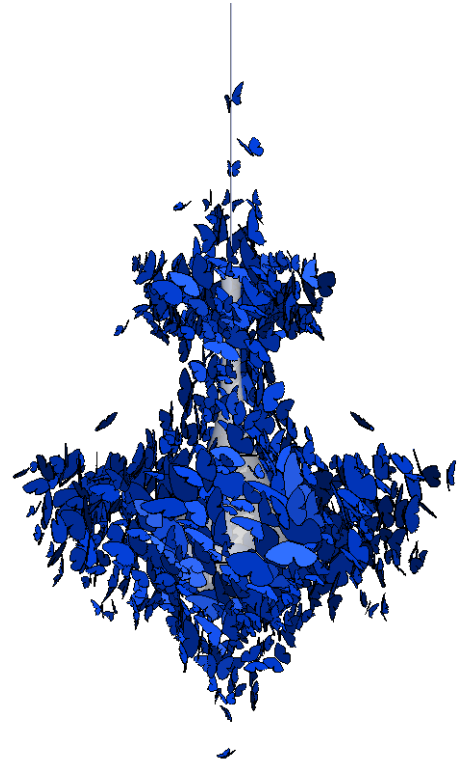
## 1. Introductie

Voor het programma Made in Overijssel is een team bestaande uit Anniek Braham, Sebastian Kettler en Rik de Konink bezig gegaan met een case uitgegeven door de Universiteit Twente, de Solar Chandelier.

De Solar Chandelier is een grote kroonluchter bestaande uit honderden fotovoltaïsche (PV) cellen gesneden in de vorm van vlinders die rond een glazen stomp 'vliegen' met daarin LED verlichting. De vlinders leveren de energie voor de kroonluchter. Een bijzonder en innovatief product waarin duurzaamheid, middels de combinatie van zonne-energie met LED verlichting, met design wordt gecombineerd. Demakersvan, een internationaal bekende design studio uit Rotterdam is een partner van de universiteit in dit project en eigenaar van het ontwerp. Zij zullen de Solar Chandelier in de winter van 2010 presenteren in 'The Haunch of Venison', een vooraanstaande galerie voor moderne kunst.



figuur1: Zonnecellen gesneden in vlindervorm



figuur 2: Solar Chandelier ontwerp

Demakersvan heeft een conceptueel ontwerp aangeleverd, waarin de vormgeving van het project vastgelegd is. De case richt zich op de volgende fase, de realisatiefase van de Solar Chandelier. Voor ontwerp zijn drie aandachtsgebieden geïdentificeerd, die zijn onderzocht en waarvoor ontwerp oplossingen zijn ontwikkeld. De resultaten zullen eind 2009 en begin 2010 door Demakersvan tot een productieplan worden vertaald.

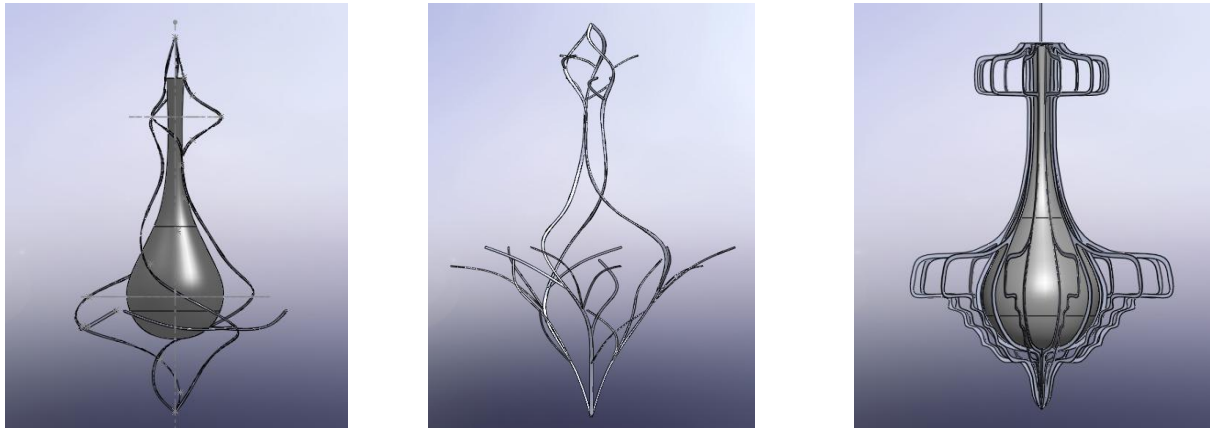
De drie aandachtsgebieden in het project:

- Ontwerpondersteuning, uitgevoerd door Sebastian Kettler. Dit onderzoek richt zich op het mechanische ontwerp van de Solar Chandelier. Onderzoek is gedaan naar mogelijke oplossingen voor het frame, versteviging en bescherming van de PV cellen, de bevestiging en aansluiting van de PV cellen, de bedrading en de vormgeving van de aansluitingen en de behuizing voor het elektronische circuit.
- Experimenteel onderzoek, uitgevoerd door Rik de Konink. Dit onderdeel richt zich op de zonnecellen die gebruikt worden in het ontwerp. Het snijden van de PV cellen in een dergelijke vorm is uniek en onderzocht moest worden of dit invloed zou hebben op het functioneren van de cellen. Daarnaast is onderzoek naar de stroom en spanningskarakteristieken van de cellen, deze kennis is mede nodig om later de elektronische circuits van de Solar Chandelier te kunnen ontwerpen.
- Instralingssimulaties, uitgevoerd door Anniek Braham. Doel van dit onderzoek is inzicht te krijgen in de energieopbrengst van de Solar Chandelier. Onderzocht moet worden hoeveel licht elke zonnecel ontvangt en welke optimalisatie nog mogelijk is. Door deze resultaten te combineren met het experimenteel onderzoek zal het elektronisch circuit ontworpen kunnen worden.

## 2. Proces.

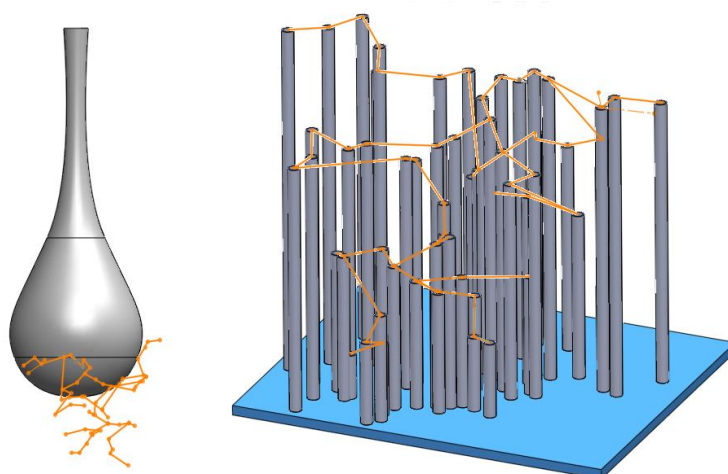
### 2.1 Ontwerpondersteuning.

Sebastian heeft meerdere concepten gemaakt voor het frame. Vanuit Demakersvan was de eis dat het frame licht en weinig impact mocht hebben op de visuele uitstraling van de Solar Chandelier. Uiteindelijk is er gekozen voor een deels geleidend frame, zodat de noodzaak voor een apart fysiek elektronisch circuit geëlimineerd wordt. Het frame zal daardoor niet te overheersend worden en de visuele nadruk blijft liggen op de zonnecellen.



figuur 3: enkele frame concepten

Daarnaast is er onderzoek gedaan naar mogelijkheden om de PV cellen te beschermen en te verstevigen. Uit het werken met zo zonnecellen bleek namelijk al snel dat ze erg fragiel zijn en makkelijk breken. Er moest onder andere rekening gehouden worden met gewicht, visuele impact op het ontwerp, de gewenste versteviging en bescherming tegen oxidatie van de cellen. Het beste concept bleek de zogenaamde vlindersandwich te zijn. Door dit ontwerp, bestaande uit een aluminium plaat, zonnecellen, elektronica en een speciale coating tegen oxidatie worden de zonnecellen beter beschermd tegen invloeden van buitenaf. Daarnaast is er onderzoek gedaan en zijn er concepten ontworpen voor de ophanging van de Solar Chandelier, de aansluiting van de vlinders op het frame en het elektronisch ontwerp van de vlinders en is er, in samenwerking van Demakersvan, gekozen voor een bepaald type LED verlichting. Als laatste is er ook veel aandacht besteed aan het onderzoeken hoe het frame geproduceerd zou kunnen worden. De Solar Chandelier zal maar in kleine serie geproduceerd worden en grotendeels met de hand gemaakt worden door Demakersvan. Methoden zijn daarom onderzocht om de 3D posities die vastgelegd zijn in het computermodel van het conceptuele ontwerp te vertalen naar een fysiek frame.



figuur 4: Lasmal voor gedeelte van het frame.

## 2.2 Experimenteel onderzoek.

Ten eerst is er onderzocht is hoe de cellen nog verder verwerkt kunnen worden zonder ze daarbij te beschadigen, hierbij draait het om enige onderdelen die nog gesoldeerd moeten worden op de vleugels. Deze informatie is vertaald naar een advies voor het productieplan.

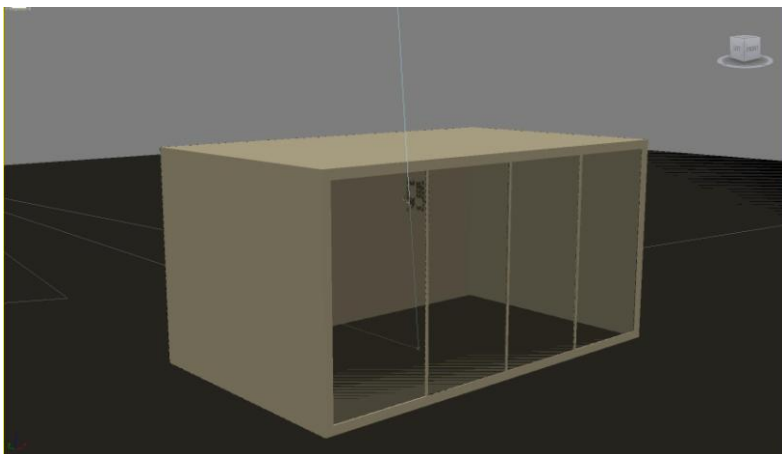
Voor het doen van metingen is een testopstelling ontworpen en gebouwd. Deze bestaat uit een langwerpige zwarte doos, met daarin meetinstrumenten en een speciale lamp waarmee daglicht nagebootst kan worden. Door vervolgens de verschillende vliedertypes in verschillende configuraties te plaatsen en te beschaduwten is het gedrag onderzocht.



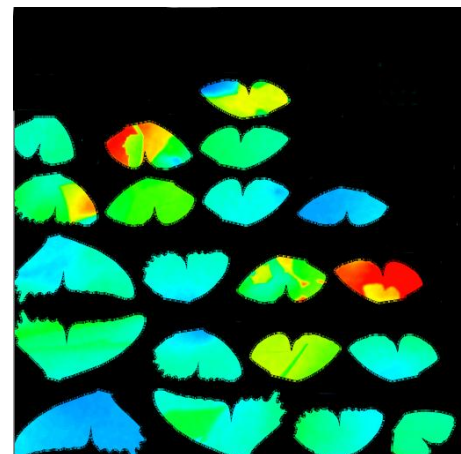
figuur 5: computer model van de testopstelling

## 2.3 Instralingsimulaties.

Hier is er onderzoek gedaan naar mogelijke omgevingen voor de Solar Chandelier en bekeken welke eigenschappen van ruimtes van invloed zijn op het interne lichtniveau. De opgedane kennis is vervolgens verwerkt in een handleiding voor toekomstige eigenaren, om advies te geven over goede omgevingsomstandigheden voor het product. Vervolgens is er onderzoek gedaan naar het simuleren van daglicht met de computer. Gekeken is naar de achterliggende theorie (modellering van weeromstandigheden) en mogelijke software. Uiteindelijk is, na de keuze voor een pakket en wat testjes, een ontwerp voor de simulaties gemaakt. De resultaten van de simulaties laten zien hoeveel licht op elke zonnecel verwacht kan worden onder de verschillende omstandigheden. Deze resultaten zijn vervolgens verder verwerkt tot een totale energieopbrengst voor de Solar Chandelier en een advies is ontworpen voor Demakers van ten aanzien van de elektronische circuits voor de gehele Solar Chandelier.



Figuur 6: instralingssimulaties computermodel



figuur 7: vb. resultaten simulaties

## 3. Resultaten

Door de in hoofdstuk 2 beschreven onderzoeken en ontwerpwerkzaamheden is het conceptuele ontwerp voor de Solar Chandelier verder uitgewerkt naar een ontwerp dat als basis kan dienen voor verdere detaillering en

het genereren van productieplannen door Demakersvan. Een overzicht van de belangrijkste resultaten en conclusies:

- Ophanging van de lamp ontworpen.
- Deels geleidend frame van aluminium ontworpen.
- Productiemethode voor frame ontworpen, speciale mallen worden gemaakt per stuk frame.
- Ontwerp voor de vlindersandwich ontworpen. Deze bestaat uit een aluminium drager, speciale coating en zonnecellen.
- Ontwerp voor aansluitstukken van vlinders op frame.
- Ontwerp voor isolatiestukken om geleidende en niet geleidende stukken van het frame te kunnen isoleren.
- Batterij gekozen.
- LED cellen gekozen.
- PV cellen kunnen in willekeurige vorm gebracht worden zonder het functioneren negatief te beïnvloeden.
- Stroom -en spanningskarakteristieken van alle cellen zijn bekend.
- Voor Demakersvan is een methode is ontworpen om de cellen te kunnen testen op defecten.
- Advies voor toekomstige eigenaren ten aanzien van geschikte omgevingen voor de Solar Chandelier.
- De Solar Chandelier genereert binnenshuis niet genoeg energie om geheel autonoom te kunnen functioneren. Een externe aansluiting op het lichtnet is nodig als men de gebruiker altijd de optie wilt geven om de lamp te laten branden.
- Vanwege de geringe opbrengst van de kleinste typen cellen worden alleen de grootste aangesloten, 134 in totaal.
- Advies voor vlinderconfiguratieaanpassingen aan Solar Chandelier om de opbrengst te verbeteren.
- Een ontwerp voor de elektronische circuits van de gehele Solar Chandelier is ontworpen.

#### **4. Conclusie**

De gedane werkzaamheden en de Solar Chandelier zijn om meerdere redenen innovatief te noemen. Ten eerste is het het eerste product in zijn soort. Niet alleen is het een toepassing van zonnecel technologie binnenshuis, het is een complex ontwerp dat 134 functionerende zonnecellen bevat en van voldoende kwaliteit is om getoond te worden in een vooraanstaande galerie voor moderne kunst.

Het unieke karakter van het ontwerp betekende dat er voor deze case veel kennis verzameld moest worden uit de domeinen van constructie, elektronica, productietechnieken, zonneceltechnologie, instralingsmodellering, architectuur en software om tot oplossingen te kunnen komen. Daarbij moest er ook altijd nog rekening gehouden worden met de esthetische waarde van de oplossingen. Ook zijn er in alle drie de domeinen experimenten ontworpen en uitgevoerd om de gewenste informatie te kunnen genereren. Voorbeelden zijn de getoonde meetopstelling voor de vlinders, simulatieomgevingen voor de instralingen, maar ook meerdere testen om bijvoorbeeld geschikte materialen voor de vlindersandwich te bepalen. Daarnaast betekende het hoge belang dat Demakersvan stelde aan het intact houden van de uitstraling van hun oorspronkelijke ontwerp dat er veel werk is gestoken in het bedenken van lichte, efficiënte oplossingen met hoogwaardige materialen die zo min mogelijk impact hadden op het ontwerp.

Zoals in de resultaten al naar voren kwam kan de Solar Chandelier niet autonoom functioneren en moet deze op het lichtnet worden aangesloten. Dit is deels een combinatie van het feit dat de vormgeving prevaleert boven aanpassingen die de opbrengst ten goede zouden komen en het lage rendement van PV cellen binnenshuis. Beiden factoren waren binnen dit project niet te optimaliseren. Desondanks er bijvoorbeeld wel een advies ontworpen om de opbrengst van complex gevormde cellen te verbeteren door het standaard ontwerp van de grids in PV cellen aan te passen.

Het product wordt volgend kwartaal met de hand geproduceerd en zal dus zowel arbeidsintensief zijn als duur om te maken. Echter, als gekeken wordt naar de beoogde markt van grote kroonluchters valt de prijs niet erg uit de toon. Vormgeving en beleving tellen hier zwaarder dan kosten. Het is een niche product, dat zowel een artistieke als duurzame waarde heeft. Het zal komend kwartaal aan het publiek getoond worden en heeft de potentie om voor een groter publiek de zichtbaarheid van zonne-energie in de directe leefomgeving te kunnen vergroten. Ook biedt dit project en de opgedane kennis en ervaring de mogelijkheid tot spin-off producten die door meer mensen aangeschaft kunnen worden.

De Solar Chandelier case ligt op het snijvlak tussen duurzame energietechnologie en design. Een zeldzame combinatie en daarmee een erg waardevolle ervaring voor onze ontwikkeling als industrieel ontwerpers.