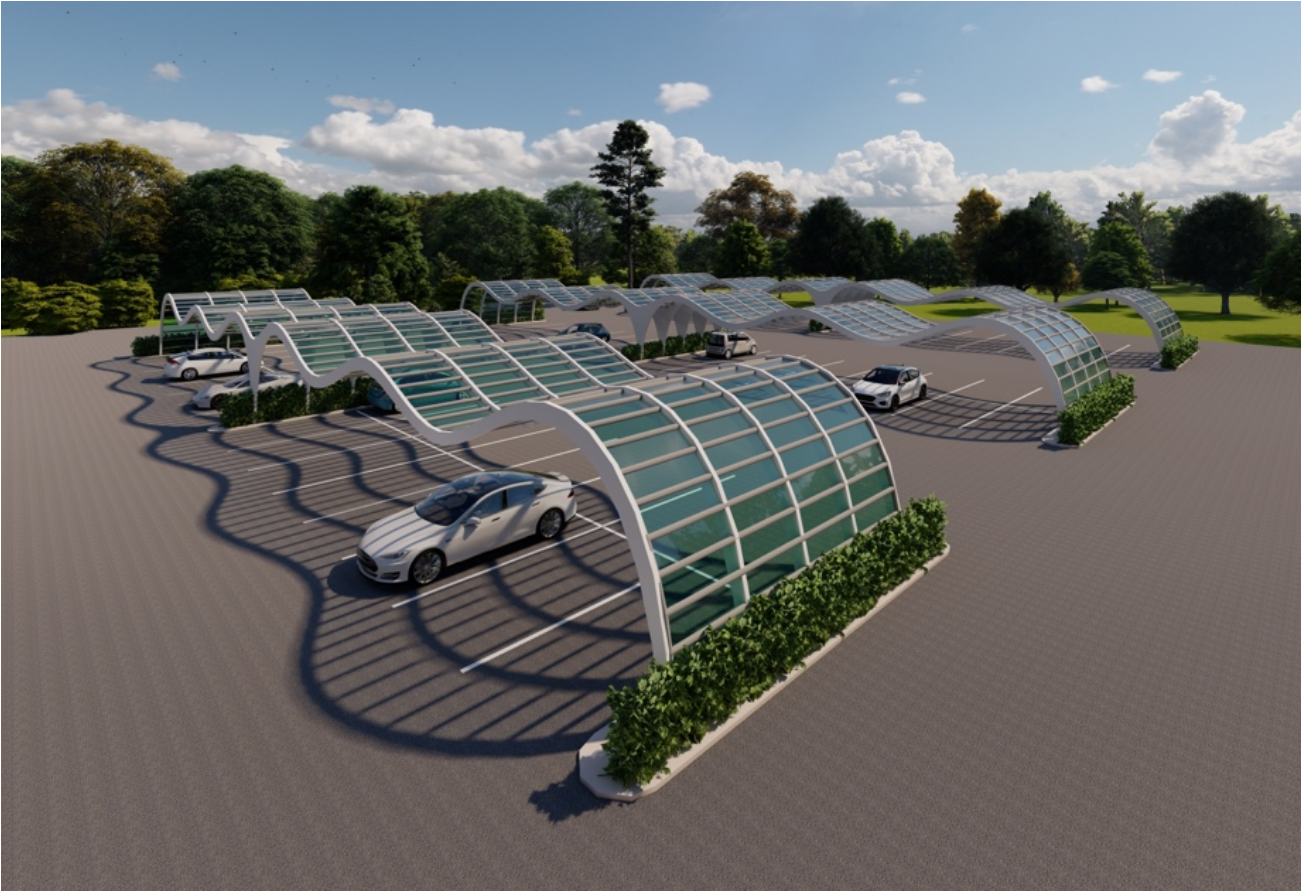


20 AUGUST 2022

BUSINESSCASE TCR

SOLAR CARPORTS





Marco Zuiderwijk

Udah Abdulkadir

TECHNIEK COLLEGE ROTTERDAM

INTRODUCTIE

Ook in de gemeente Hellevoetsluis zien we dat er steeds meer elektrische voertuigen rondrijden. Of het nu gaat om elektrische fietsen, scooters en brommers of auto's. Het aantal laadpalen daar en tegen, neemt maar weinig toe en laadpalen zijn ook nog eens heel duur om te plaatsen. Daar willen we samen met de gemeente wat aan gaan doen!

Het centrum van Hellevoetsluis telt veel parkeergelegenheden. Langs en zelfs onder het winkelcentrum is er genoeg ruimte om bezoekers op de drukste dagen te voorzien van een parkeerplek. De gemeente Hellevoetsluis heeft bedacht dat zij deze parkeerplaatsen beter wil inzetten zodat Hellevoetsluis voorbereid is op de elektriciteit vraag in de toekomst. Er zal veel aandacht moeten worden besteed aan elektrische laadvoorzieningen zodat er in de toekomst meer elektrische voertuigen gebruik kunnen maken in het centrum.

De onderzoeksvraag van de gemeente Hellevoetsluis is om een business case te maken voor grootschalige overkapping van parkeerplaatsen met zonnepanelen waardoor er een enorm zonnepark ontstaat. De stroom die wordt opgewekt door dit zonnepark kan worden gebruikt om het enorm aantal elektrische auto's in de toekomst te voorzien van groene stroom. En dat terwijl al die auto's in hoog zomer koel blijven in de schaduw.

De Solar Carports die de gemeente wil realiseren zijn modern en hebben een uniek design wat een eyecatcher moet worden voor zowel de stad als de bouwers. In Nederland en haar omgeving zijn er nog maar weinig projecten die er zo uitzien als de ontwerpen die wij voor ogen hebben. De Solar Carports worden een uitdaging om te realiseren maar zullen tegelijkertijd een uniek statement zijn die laten zien dat een parkeeroverkapping met zonnepanelen niet saai hoeft te zijn. Het zal daarom naar verwachting veel aandacht krijgen van buitenaf.

Inhoud

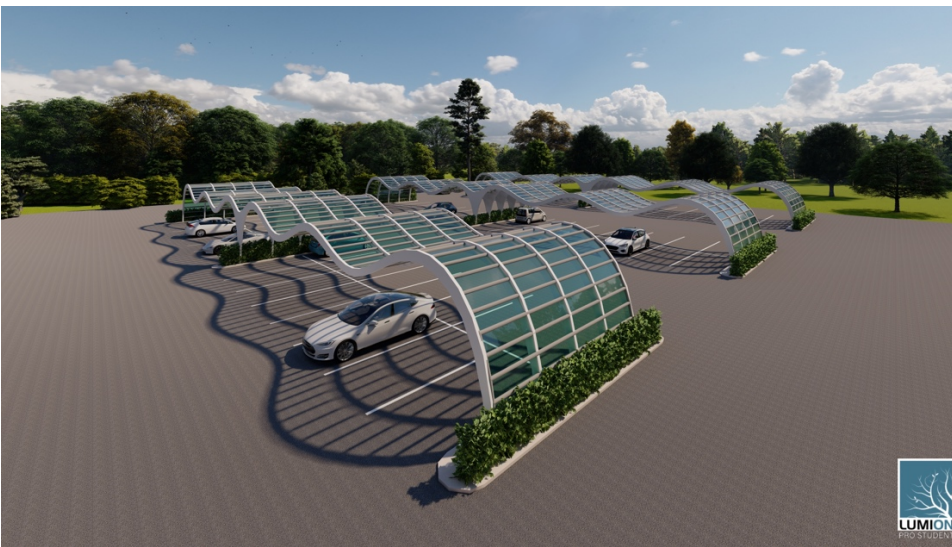
| | |
|----------------------------------|----|
| INTRODUCTIE..... | 2 |
| ONTWERPOPTIES..... | 4 |
| Type A | 4 |
| Type B | 4 |
| FINANCIELE HAALBAARHEID | 6 |
| - De randvoorwaarden;..... | 6 |
| - De investering;..... | 6 |
| - Opbrengsten;..... | 7 |
| - Terugverdiëntijd..... | 7 |
| CONSTRUCTIEVE HAALBAARHEID | 10 |
| TERUGVERDIENTIJD | 11 |
| MATERIALEN | 13 |
| PV- PANELEN EN RENDEMENT | 15 |
| - Silicium;..... | 15 |
| - Amorf silicium; | 15 |
| - Glas-Glas panelen;..... | 15 |
| Vandalisme | 16 |
| - Vuilnisbakken..... | 16 |
| - Hekken;..... | 16 |
| - Camera beveilig;..... | 16 |
| - Toezicht van handhaving ;..... | 16 |
| Subsidie..... | 17 |

ONTWERPOPTIES

Door de gemeente van Hellevoetsluis (Zuid-Holland) is het Techniek College gevraagd om een ontwerp te maken voor parkeeroverkappingen in het centrum. Het centrum van Hellevoetsluis heeft meerdere parkeergebieden. Een groot deel hiervan moet overdekt worden met energie leverende parkeeroverkappingen.

TYPE A

Deze overkapping is ontworpen voor het duingebied van Rockanje. Het design heeft een golvende beweging die lijkt op de golven van de Noordzee, waaraan de duinen grenzen. Tussen de golvende constructie zitten glazen pv-panelen die de snelladers voor elektrische auto's voorzien van stroom.



Figuur 1 Type A - Parkeeroverkapping golvend als zee en duinen

TYPE B

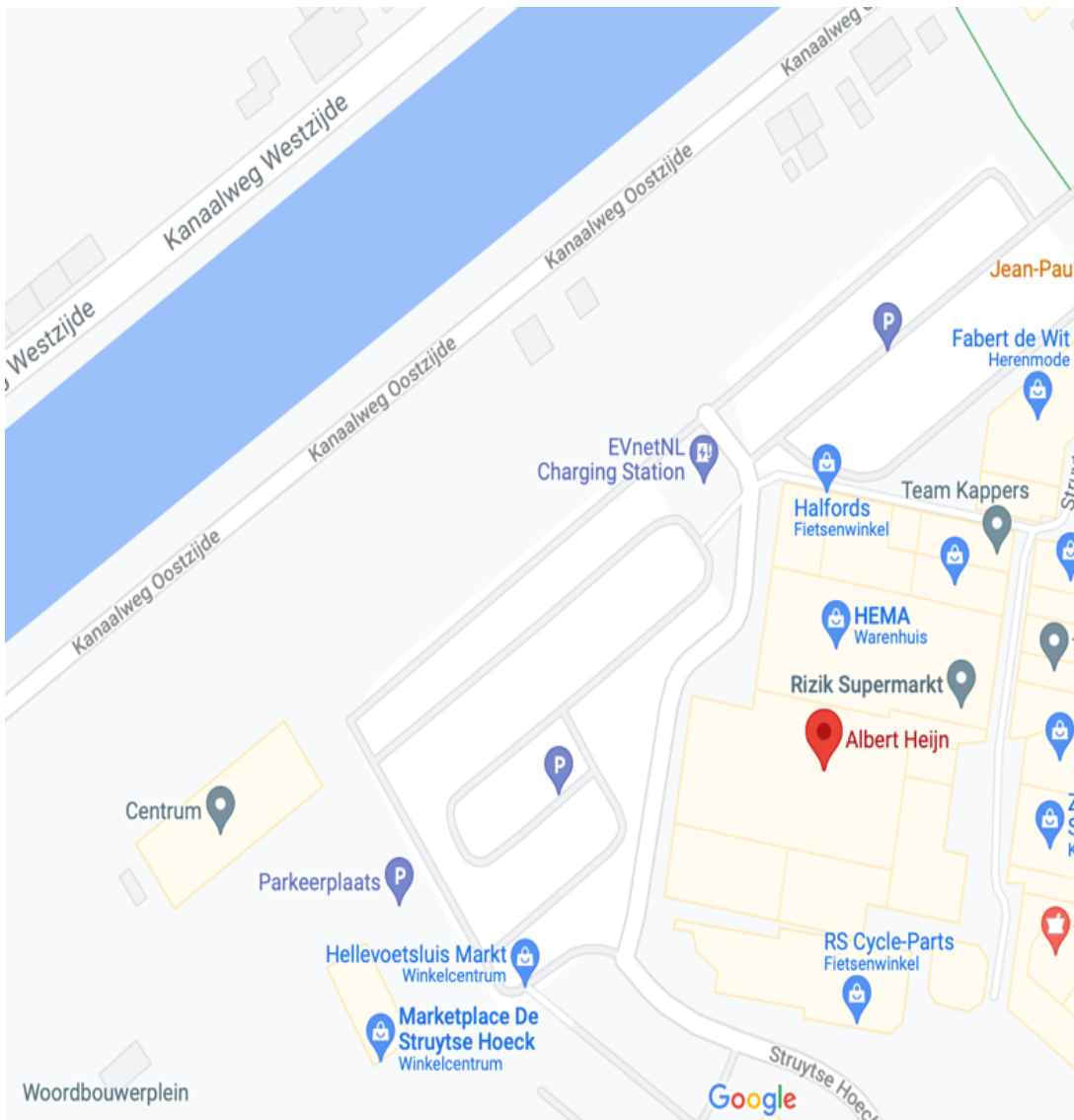
Dit ontwerp heeft een 'bankvormig' design. Hiervoor is gekozen omdat dit past bij het moderne winkelcentrum van Hellevoetsluis. Door de grote overspanning krijg je een uniek en modern uiterlijk. Ook komen er op het platte dak witte pv-panelen waarmee de snelladers worden voorzien van groene energie.



Figuur 2 Type B - Parkeeroverkapping Modern 'Bank'Design

Voor de opdracht zijn er twee ontwerpen bedacht met een totaal verschillende uitstraling. De twee types zouden origineel op verschillende locaties worden toegewezen. De heer Floor Baan heeft gevraagd of we deze ontwerpen kunnen uitwerken, doorrekenen en op schaalbaar maken. Wij willen de ontwerpen zo maken dat ze in elke stad te plaatsen zijn. Door het maken van verschillende variaties willen we de gemeente meer keuze geven in ontwerpen.

Het project is gelegen in het centrum van Hellevoetsluis. Het parkeerterrein is gelegen aan het eerste niveau van winkels als de HEMA en Albert Heijn. Hier komen ook veel bezoekers. Het trottoir is dan ook breed en recent gerenoveerd.



Figuur 3 - Plattegrond Hellevoetsluis locatie winkelcentrum 'De Struytse Hoek'

FINANCIËLE HAALBAARHEID

Om de haalbaarheid van het project te testen kan je terecht op parkthesun.com. Dit is een site die de haalbaarheid van een Solar parkeerpark toetst. Aan de hand van veel punten kan je dus snel checken welke richting de kosten van jouw project opgaan. Op de site kan je een locatie invullen die laat zien waar er gelegenheid is voor dit soort projecten. In de gemeente Hellevoetsluis of haar omgeving zijn er nog geen Solar parking projecten te vinden. Dit betekent dat het een uniek aanzicht wordt in de omgeving.

Park the Sun heeft een aantal stappen die je moet ondernemen om erachter te komen of het project financieel haalbaar is. Bij deze stappen moet je vaak dingen als de oppervlakte invullen of kan je uit verschillende opties kiezen.

De stappen zijn als volgt:

- DE RANDVOORWAARDEN;

Bij deze stap hebben we aangegeven wat de totale oppervlakte wordt van het solar park plus de zonnige oppervlakte wat voor een zonnepark natuurlijk zeer van belang is.

- Wij zijn uit gegaan van een maximale zonnige oppervlakte van ca. 3500m², omdat niet het volledige parkeerterrein wordt overkapt en het terrein over het algemeen weinig belemmeringen heeft afgezien van een aantal lantaarnpalen. Omdat lantaarnpalen maar weinig effect zullen hebben rekenen we deze niet meer in onze schatting.
- Ook geeft Park the Sun de mogelijkheid om te kiezen voor een percentage van 'te overkappen gebied'. De standaard hiervoor is 60%. Omdat we ook het effect willen weten van een bijna volledig overkapt gebied hebben we gekozen om ook een optie van 95% in te stellen op Park the Sun. Het verschil is bij de laatste stap goed te zien.
- Ook wordt er gevraagd of het een beschermd stadsaanzicht betreft en of er een aansluiting mogelijk is op het net.

- DE INVESTERING;

Bij de tweede stap kun je kiezen uit verschillende opties betreffende het ontwerp en constructie. Dit wordt tot dusver alleen nog maar onderscheiden in een eenvoudige / standaard / geavanceerde constructie. In hoeverre het ontwerp valt onder een van deze categorieën is niet exact aan te geven maar na contact met diverse aannemers werd het duidelijk om voor *geavanceerd* te kiezen. Dit heeft dan ook een groot effect op de eenmalige investeringskosten, oftewel de bouwkosten. Onder de investering vallen ook:

- Funderingskosten
- (Bouwkosten)
- Netaansluiting
- Vaste projectkosten
- Vooronderzoek
- Laadpunten (los van de berekening)

- Verlichting
- Beveiliging (eventueel)
- Onderhoudskosten
- Verzekering

- OPBRENGSTEN;

De opbrengsten zijn vooral berekeningen van de vorige twee stappen. Hier verschijnen de uitkomsten van opgeleverde energie voor zowel 60% als 95% overkapte oppervlakte. Deze waardes zijn weergegeven in kWh/J.

Deze energie kan natuurlijk worden gebruikt om de elektrische voertuigen te voorzien van stroom, en de resterende energie kan terug worden geleverd aan de energieleverancier. Dit levert uiteindelijk het meeste geld op.

Maar je haalt niet alleen voordelen uit het opwekken van 'groene' energie. Ook wordt de uitstoot van CO₂ vermeden en dat wordt ook verrekend. Deze waardes worden uitgedrukt in Kg CO₂/J. De landelijke en andere subsidies worden ook door de site bepaald.

Tot slot van deze stap kunnen er tarieven worden gegeven aan het overdekt parkeren in het gebied. De gemeente heeft al aangegeven dat zij dit niet wil, maar om te laten zien wat het doet met de terugverdientijd hebben we dit wel en niet meegerekend.

- TERUGVERDIENTIID.

De laatste stap of eigenlijk het resultaat laat zien wat het effect is van alle voorgaande stappen. Zo laat het de volgende aspecten zien:

- De eenmalige investering;
- De eenmalige opbrengsten;
- De jaarlijkse opbrengsten;
- De jaarlijkse kosten;
- Het resultaat van de jaarlijkse opbrengsten en -kosten;
- De terugverdientijd uitgedrukt in jaren.

Let op! Het is belangrijk om rekening te houden met de snel wisselende energie-prijzenmarkt. Zo was de stroomprijs van energieleverancier Eneco in januari 2021 €0,26 per kWh en een jaar later in januari 2022 €0,691 per kWh. De stroomprijzen zijn natuurlijk ook afhankelijk van de aanbieder. Een enorme stijging in korte tijd. In maart 2022 was de stroomprijs nog gelijk aan die van Januari namelijk €0,691 per kWh. En deze stroomprijs hebben we aangehouden.

Randvoorwaarden

| | | | |
|-------------------------------------|-------------|-----|-----------------------------|
| totale oppervlakte | 4000 | m2 | |
| zonnige oppervlakte | 3500 | m2 | deze moet minimaal 80% zijn |
| oppervlakte solar carport 60% | 2100 | m2 | |
| oppervlakte solar carport 95% | 3330 | m2 | |
| op te stellen vermogen 60% | 439 | kWp | |
| op te stellen vermogen 95% | 695 | kWp | |
| beschermt stadsgesicht | nee | | |
| afstand netaansluiting | ja | | |
| afstand tot verdeelstation | 100 | | |
| afstand tot middenspanningskabel | - | | |
| totale score randvoorwaarden | Goed | | |

Investering

| | | | |
|--------------------------------------|--------------|--|---|
| eemalige investering | | | |
| solar carport 60% | € 332.400,00 | | |
| solar carport 95% | € 511.700,00 | | |
| fundering 60% | € 87.800,00 | | |
| fundering 95% | € 139.000,00 | | |
| netaansluiting | € - | | |
| leges omgevingsvergunning | € 9.500,00 | | |
| vaste projectkosten en vooronderzoek | € 4.700,00 | | |
| laadpunten | € 25.000,00 | | dit zijn de kosten per snellader (4x25000=100000) |
| verlichting | € 15.000,00 | | |
| beveiliging (camera's) | € 16.700,00 | | |
| jaarlijkse investering | | | |
| netaansluiting | € 550,00 | | |
| grondhuur | € - | | |
| onderhoud | € 9.500,00 | | |
| verzekering | € 8.000,00 | | |

Opbrengsten

| | | | |
|-----------------------------------|-------------|----------|------------------------|
| Duurzame energie opwek 60% | 384200 | KWh/j | |
| Duurzame energie opwek 95% | 608300 | kWh/j | |
| vermeden CO2 uitstoot 60% | 71800 | kg CO2/j | |
| vermeden CO2 uitstoot 95% | 113800 | kg CO2/j | |
| landelijke subsidies | € - | | SCE (postcoderegeling) |
| andere subsidies | € - | | |
| terugleveren aan het net 60% | € 30.300,00 | per jaar | |
| terugleveren aan het net 95% | € 48.000,00 | per jaar | |
| laden (90min, 10%) 60% | € 11.010,00 | per jaar | |
| laden (90min, 10%) 95% | € 17.430,00 | per jaar | |
| overdekt parkeren (geen kosten) | € - | per jaar | |
| overdekt parkeren (25 ct/uur) 60% | € 11.790,00 | per jaar | |
| overdekt parkeren (25 ct/uur) 95% | € 18.670,00 | per jaar | |

Terugverdientijd

| | | | | | | | |
|--|--------------|-------------|--|--|--------------|-------------|--|
| terugverdientijd solar carports 60% excl. Parkeerkosten (25ct/uur). | | | | terugverdientijd solar carports 95% excl. Parkeerkosten (25ct/uur). | | | |
| eenmalige investering 60% | € 450.200,00 | | | eenmalige investering 60% | € 687.400,00 | | |
| eenmalige opbrengsten 60% | € - | | | eenmalige opbrengsten 60% | € - | | |
| jaarlijkse opbrengst - financieel | € 50.900,00 | | | jaarlijkse opbrengst - financieel | € 80.600,00 | | |
| jaarlijkse investering | € 12.200,00 | | | jaarlijkse investering | € 17.800,00 | | |
| jaarlijks resultaat | € 38.700,00 | | | jaarlijks resultaat | € 62.800,00 | | |
| terugverdientijd | 12 | jaar | | terugverdientijd | 11 | jaar | |
| terugverdientijd solar carports 60% incl. Parkeerkosten (25ct/uur). | | | | terugverdientijd solar carports 95% incl. Parkeerkosten (25ct/uur). | | | |
| eenmalige investering 60% | € 450.200,00 | | | eenmalige investering 60% | € 687.400,00 | | |
| eenmalige opbrengsten 60% | € - | | | eenmalige opbrengsten 60% | € - | | |
| jaarlijkse opbrengst - financieel | € 62.700,00 | | | jaarlijkse opbrengst - financieel | € 99.300,00 | | |
| jaarlijkse investering | € 12.200,00 | | | jaarlijkse investering | € 17.800,00 | | |
| jaarlijks resultaat | € 50.500,00 | | | jaarlijks resultaat | € 81.500,00 | | |
| terugverdientijd | 9 | jaar | | terugverdientijd | 8 | jaar | |

Aannemers en bouwers

Verder hebben wij een aantal aannemers benaderd die ervaring hebben met het bouwen van Solar carports. Wij hebben hen aan de telefoon gehad en hebben daarna een mail verstuurd met de nodige informatie.

Ook hebben wij een Linkdin-post gemaakt met een oproep voor hulp voor dit project. Aannemers en bouwers reageerde hier zeer positief op. Hieruit kunnen we opmaken dat er zeker interesse is in het project.

Op het internet zijn er maar weinig initiatieven die lijken op onze ontwerpen en degene die er zijn, zijn gebaseerd op renders van concepten. Dit maakt het dus een van de eerste projecten met een *uniek design*. Vermoedelijk krijgt het project veel aandacht van bouwkundige rond de hele wereld.

CONSTRUCTIEVE HAALBAARHEID

Nu de financiële haalbaarheid voldoende lijkt te zijn, moeten we ook kijken naar de constructieve haalbaarheid. Deze hangt van verschillende dingen af.

- Kan de vorm van de constructie gemaakt worden?
- Van welk materiaal kan de constructie gemaakt worden?
- Wordt het deels prefab of wordt alles op locatie gemaakt?

En niet al deze vragen zijn even makkelijk te beantwoorden.

Materiaalgebruik

Voor het materiaalgebruik zijn we uitgegaan van staal en hout. We hebben aannemers gecontacteerd en hebben daarbij ook de materiaalkeuze bij hen vrijgelaten.

Omdat de meeste gespecialiseerde aannemers al aantallen overkappingen hebben gebouwd met deze materialen leek dit voor ons een logisch voorstel. Ook zaten er renders in de bijlage van onze e-mails zodat zij een zo goed mogelijk beeld kregen van het ontwerp. Er werd positief gereageerd op het ontwerp, maar voor veel aannemers week het te veel af van het type overkappingen die zij aanboden. De bogen in het ontwerp hebben een grote overspanning en het stalen frame in combinatie met de kracht die het moet dragen zijn moeilijk te maken. Daardoor wordt 'onze' constructie een uitdaging.

Om de constructieve haalbaarheid te toetsen moeten constructeurs de volledige constructie doorrekenen om te bepalen

- welke overspanning mogelijk is
- waar steunpunten moeten komen
- en hoe de fundering van deze overkappingen eruit komt te zien

Dit vooronderzoek is belangrijk voor het realiseren van dit project.

TERUGVERDIENTIJD

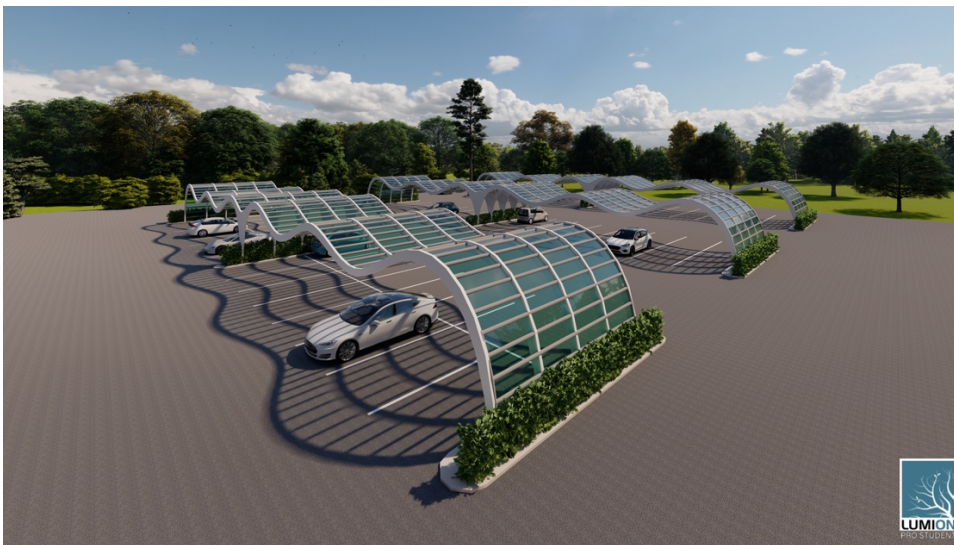
De gemeente Hellevoetsluis heeft geen concreet budget gegeven voor het project. Het budget dat de gemeente heeft is afhankelijk van de terugverdientijd. Zonder te weten wat de kosten worden voor het bouwen van de overkappingen kan er niet berekend worden wat de terugverdientijd bedraagt.

De gemeente geeft daarom aan dat de terugverdientijd maximaal 1 tot 2 levenscyclussen van de zonnepanelen overkoepeld. Wanneer we berekenen hoeveel er wordt gewonnen uit één pv-paneel kunnen we een maximaal budget opstellen voor zowel 1 als 2 levensfasen.

Als we uitgaan van het glas-glas paneel van SOLARWATT (zoals is getekend in de SO (Vision M60)) levert één paneel een nominaal vermogen op van 330 Wp. Gemiddeld wordt er in Nederland omgerekend naar kWh met een factor van 0,88 (zon-uren):

$$330 \times 0,88 = 290,4 \text{ kWh per jaar.}$$

De actuele stroomprijs varieert per leverancier. Als we uitgaan van de stroomprijs van Eneco in maart 2022 is dit een bedrag van € 0,691 per kWh. Als we de 290,4 kWh vermenigvuldigen met de actuele energieprijs komen we uit op een bedrag van € 200,6664 per paneel per jaar.



Figuur 4 Type A - Parkeeroverkapping golvend als zee en duinen

In het A ontwerp type gaan 60 (Vision M60) zonnepanelen. Dit betekent dat een enkele overkapping met een oppervlakte van ca. 127m² een bedrag van ongeveer € 12.040 oplevert. De levensduur van een zonnepaneel bedraagt gemiddeld 25 jaar. Het maximale budget voor een enkele overkapping ligt dus rond de (12.040 x 25) € 301.000.



Figuur 5 Type B - Parkeeroverkapping Modern 'Bank'Design

In het B-ontwerp gaan 48 zonnepanelen. Dit betekent dat een enkele overkapping met een oppervlakte van ca. 136m² een bedrag van ongeveer € 10.945 oplevert. De levensduur van een zonnepaneel bedraagt gemiddeld 25 jaar. Het maximale budget voor een enkele overkapping ligt dus rond de (10.945 x 25) € 273.000.

Door nieuwe innovaties en betere technieken gaan zonnepanelen steeds langer mee. Dit betekent dat de levenscyclus langer wordt en het budget hoger.

Let Op! Dit zijn enkel berekeningen op basis van wat er te vinden is op internet, de berekeningen zijn dus niet nauwkeurig en kunnen dus enorm afwijken. Door energieprofessionals e.e.a. door te laten rekenen kan er een veel nauwkeuriger beeld worden gegeven van de opbrengsten per paneel per jaar. Ook staan de panelen in overkappingstype A op een hele ongebruikelijke plek waardoor het onwaarschijnlijk is dat elk paneel evenveel energie zal opwekken.

MATERIALEN

Tot nu toe worden de meeste parkeeroverkappingen gemaakt van hout, staal of zelfs aluminium. Bij veel gevallen gebruiken bouwers een combinatie van staal en hout. Staal en hout zijn beide zeer goede materialen voor dit type projecten.

- Staal is zeer sterk en kan in de loop van tijd het aanzicht veranderen door te verkleuren.
- Hetzelfde geldt voor hout
Het gebruik van specifieke houtsoorten kan resulteren in een verloop van kleur. Hoe snel dat gebeurt ligt deels aan de het soort hout en deels aan de bewerking van het hout. Misschien dat het moeilijk is om te visualiseren maar hout kleurt grijs na een lange periode blootstelling aan UV-straling (zonlicht).

Dit effect is bij beide materialen te voorkomen, maar bij hout zien we het tegenwoordig niet meer als een fout. Het vergrijzen van hout is een natuurlijk proces en dat zien we tegenwoordig steeds vaker gebeuren bij gevel- en wandbekleding. Het kan dus een erg mooi aanzicht creëren als er rekening mee wordt gehouden.

Omdat de beginfase van het vergrijzen een lelijk beeld kan creëren en het sommigen afschrikt kan het hout ook geolied worden. Bij deze bewerking wordt het hout na een klein beetje vergrijzing in de olie gezet. Eco-olie is geschikt om een pigment kleur in het hout aan te brengen. Hierdoor heb je meer controle/invloed op de kleur van het hout. Ook zal het hout bij temperatuur verschillen minder snel krimpen of uitzetten en zorgt de olie ervoor dat het hout een hydrofoob bescherming laag krijgt waardoor groenigheid, zoals algen, zich minder goed hechten.

Staal en hout zijn ook vrij circulaire materialen. Je kunt namelijk kijken in de omgeving of panden zijn waarbij het staal en of hout hergebruikt kunnen worden. Het staal en of hout uit zo'n *donorpand* zou getoetst kunnen worden op bruikbaarheid en worden hergebruikt in deze nieuwe ontwikkeling. Omdat we de look van het vergrijzde hout wel mooi vinden is het ook niet nodig om nieuw hout te produceren. Het bruikbare vergrijzde hout kan prima bewerkt worden en zo een nieuw leven krijgen.

Omdat deze ontwikkeling is bedoeld om een eyecatcher te worden voor de gemeente, willen we ook graag nieuwe, vrij ongebruikelijke materialen betrekken in het ontwerp.

Carbonfiber

Een van die materialen is carbonfiber (ook wel koolstofvezels). Carbonfiber wordt veel al gebruikt voor de productie van sportauto's. Het materiaal is heel erg licht en enorm sterk. Het is in alle vormen en maten te verwerken waardoor dit materiaal goed zou passen bij dit project.

- Carbonfiber bestaat uit hoog elastische modulen waardoor ze erg sterk zijn. Het is misschien wel het sterkste materiaal.
- Carbonfiber is zeer chemisch bestendig en heeft een hoge temperatuurtolerantie met een lage thermische uitzetting.

- Ook komt er weinig corrosie voor bij dit materiaal.
- Carbonfiber is sterker in vergelijking met glasvezel en is daarom ideaal om mee te bouwen.

Op de markt worden al carbonfiber profielen en liggers aangeboden, dit aanbod is echter heel klein.

Er zijn nog maar weinig projecten die gebouwd zijn van een volledig carbon fiber constructie. Vaak wordt het wel gebruikt om wapening in beton te vervangen of om een gedeelte van een constructie te vormen. Hierdoor wordt dit project met dit materiaal ook een innovatieve eyecatcher.

Door de illustratie hierboven is aan te nemen dat ook de bogen in ons design te realiseren zijn. Wij vinden het er heel futuristisch uit zien.

Het bedrijf DPP (vDijk Pultrusion Products) in Tilburg is gespecialiseerd in het produceren van carbonfiber profielen en zou een perfect bedrijf zijn om contact mee te leggen om de mogelijkheden duidelijk te maken.

De profielen die zij maken zijn in ongeveer elke lengte mogelijk om te maken omdat ze de profielen in de fabriek maken. Transport van de profielen is dus het enige wat de lengte beperkt. Of de profielen ook in de bogen te maken zijn is nog niet zeker omdat zij vanwege de bouwvak niet konden reageren. Wel gaven ze aan dat dit een interessante vraag is.

Materialenvergelijker

| Materiaal | voordelen | nadelen |
|------------------|---|--|
| Hout | Door verschillende bewerkingen kan hout een heel mooi uiterlijk krijgen wat het aanzicht kan versterken | Moet bewerkt worden om vergrijzing te voorkomen en om invloeden van buitenaf te weren. |
| Staal | Meest gebruikte materiaal voor overkappingen en aannemers zijn hier bekend mee | Zwak bestand tegen invloeden van buitenaf. |
| Koolstofvezel | Goed bestand tegen invloeden van buitenaf. Elke vormgeving is mogelijk dus Innovatieve eyecatcher | Erg duur in aanschaf en weinig mogelijkheden om gebruik te maken van donorgebouwen. |

PV- PANELEN EN RENDEMENT

Zonnepanelen worden in de loop van jaren steeds populairder. Het is daarom ook niet vreemd dat het aanbod in zonnepanelen enorm is. Je kan kiezen uit verschillende formaten, kleuren en productiemethode. Al deze factoren hebben invloed op het rendement van de zonnepanelen. Zo heeft een groter oppervlakte meer cellen om zonne-energie op te nemen en kan het verschil in productieproces en kleur ook de effectiviteit van een paneel bepalen.

Er zijn op de Nederlandse markt 4 verschillende soorten zonnepanelen te verkrijgen. De meest voorkomende types zijn gemaakt van silicium. Deze type zonnepanelen zijn de mono- en polykristallijn panelen.

- SILICIUM;

1. Monokristallijn panelen maken gebruik van een egale filmlaag en hebben een zeer hoog rendement.
2. Polykristallijn panelen maken gebruik van gecombineerde filmlagen en hebben een gebroken uiterlijk. De filmlaag in het paneel ziet er dan niet egaal uit en ook het rendement is lager dan bij een egale filmlaag.

Voor grote projecten met veel oppervlak wordt vaak wel gekozen voor polykristallijn panelen omdat ze goedkoper zijn in de aanschaf waardoor de eenmalige investering minder groot is. Ze leveren inderdaad iets minder op dan de monokristallijn variant maar dat is bij grote projecten verwaarloosbaar.

- AMORF SILICIUM;

Er is ook nog een derde variant die geproduceerd wordt met Amorf silicium. Dit is een zeer dunne filmlaag waar geen kristallen inzitten. Het rendement van dit type paneel is zeer laag en wordt bijna niet toegepast op daken. In de aanschaf zijn amorf panelen het goedkoopst.

- GLAS-GLAS PANELEN;

Naast de zonnepanelen die geproduceerd worden met silicium worden er tot kort ook glas-glas panelen gemaakt. Een glas-glas paneel bevat geen filmlaag maar wordt tussen twee glasplaten verwerkt waardoor het rendement zeer hoog is en de levensduur aanzienlijk langer. Het glas-glas paneel is tevens wel het duurste in aanschaf maar dit staat haaks op de terugverdientijd aangezien de panelen een veel langere levenscyclus hebben.

- ADVIES;

In ons ontwerp hebben we gekozen voor een *doorzichtig glas-glas paneel* omdat dit er vooral veel mooier uit ziet. Glas-glas panelen zijn niet alleen mooier om naar te kijken maar nemen ook de meeste energie van alle soorten panelen op.

- Een glas-glas paneel heeft een piekvermogen van 320-375 Wp.
- In tegenstelling tot de andere panelen op de markt heeft een glas-glas paneel ook de langste levenscyclus en levert dat na een periode van 25 jaar (gemiddelde levensduur normale zonnepanelen) meer kWh's op.
- Daarmee wordt de investering dubbel en dwars terugverdiend.

Vandalisme

Om te voorkomen dat het aanzicht van het openbare parkeerterrein vervuild wordt door zwerfafval en vernielingen zijn er een aantal maatregelen waar over nagedacht kan worden.

- VUILNISBAKKEN

Het plaatsen van meer vuilnisbakken kan ervoor zorgen dat mensen minder vuil weggooien op straat waardoor het terrein langer schoon/netjes blijft en er geen 'projectielen' liggen waarmee vernielingen aangericht worden.

- HEKKEN;

Het plaatsen van hekken is geen gewenste optie van de gemeente. En daar zijn ook wij het mee eens. Het grote parkeerterrein van Hellevoetsluis is niet af te schermen doormiddel van hekken. De toegankelijkheid van de parkeerplaatsen neemt terug en ook verpest dit het aanzicht van het Centrum. Ook kosten hekken afhankelijk van welk soort materiaal, veel in aanschafprijs en levert het weinig op.

- CAMERA BEVEILIG;

Camerabeveiliging zou een goede optie kunnen zijn voor het verminderen van vandalisme. Camera's kunnen tegenwoordig steeds goedkoper geproduceerd worden en hebben vaak ook geen grote behuizing meer nodig. Ze zouden zelfs in het ontwerp geïntegreerd kunnen worden.

Camera's kunnen ook voor verschillende doeleinde gebruikt kunnen worden zoals het toezicht houden op nabijgelegen winkelingangen, verkeerssituaties en andere belangrijke zaken. Zo leveren camera's meer op dan bijvoorbeeld hekken of extra inzet van handhaving.

- TOEZICHT VAN HANDHAVING ;

Het inzetten van extra handhaving zou kunnen helpen tegen vernieling. Het inzetten van extra mensen brengt echter kosten met zich mee die de andere opties niet hebben. Extra mankracht moet natuurlijk periodiek betaald worden.

Subsidie

Om dit project ook voor de omgeving te kunnen inzetten kan er gebruik gemaakt worden van de SCE, dit was voorheen de postcode regeling. Dit houdt in dat een VVE (vereniging van eigenaren) kan investeren in productie-installaties om duurzame energie op te wekken. Omdat dit project perfect geschikt is voor deze omgeving lijkt ons dit een goed idee. De bewoners van het centrum kunnen investeren in zonnepanelen en krijgen inruil daarvoor geld terug van de energieleverancier.

De SCE-subsidie komt voor een groot deel overeen met de SDE++.

- Bij de SCE wordt er een bedrag vastgesteld voor gegarandeerd 15 jaar.
- Dit bedrag wordt elke jaar bijgesteld naar de actuele energieprijzen en wordt berekend per kilowattuur (kWh).
- Het belangrijkste verschil vergeleken met het oude model is dat de businesscase nu wordt gebaseerd om marktprijzen.

In de businesscase is er gerekend met duurdere glas-glas panelen. De hoogte van het basisbedrag kan uiteindelijk afwijken van de daadwerkelijke inrichting. Dit geldt ook voor het investeringsbedrag nodig voor de realisatie, afhankelijk van bijvoorbeeld de constructiewijze. Om inzicht te krijgen welke effect dit mogelijk heeft op de businesscase, is onderstaand een gevoeligheidsanalyse weergegeven. De uitkomst is het projectrendement uitgedrukt in percentages.

SDE++

| SDE++-basisbedrag per kWh | Investeringsbedrag | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| | € 170.000 | € 180.000 | € 190.000 | € 200.000 | € 210.000 | € 220.000 | € 230.000 | € 240.000 | € 250.000 | € 260.000 | € 270.000 | € 280.000 | |
| € 0,074 | 3,7% | 3,1% | 2,6% | 2,1% | 1,6% | 1,2% | 0,8% | 0,5% | 0,1% | -0,3% | -0,6% | -0,9% | |
| € 0,073 | 3,6% | 3,0% | 2,5% | 2,0% | 1,5% | 1,1% | 0,7% | 0,4% | 0,0% | -0,4% | -0,7% | -1,0% | |
| € 0,072 | 3,4% | 2,9% | 2,3% | 1,8% | 1,4% | 1,0% | 0,6% | 0,3% | -0,1% | -0,5% | -0,8% | -1,1% | |
| € 0,071 | 3,3% | 2,7% | 2,2% | 1,7% | 1,3% | 0,9% | 0,5% | 0,2% | -0,2% | -0,6% | -0,9% | -1,2% | |
| € 0,070 | 3,2% | 2,6% | 2,1% | 1,6% | 1,2% | 0,7% | 0,4% | 0,1% | -0,3% | -0,7% | -1,1% | -1,3% | |
| € 0,069 | 3,0% | 2,5% | 1,9% | 1,5% | 1,0% | 0,6% | 0,2% | -0,1% | -0,5% | -0,8% | -1,2% | -1,4% | |
| € 0,068 | 2,9% | 2,3% | 1,8% | 1,4% | 0,9% | 0,5% | 0,1% | -0,2% | -0,6% | -0,9% | -1,3% | -1,5% | |
| € 0,067 | 2,7% | 2,2% | 1,7% | 1,2% | 0,8% | 0,4% | 0,0% | -0,3% | -0,7% | -1,0% | -1,4% | -1,6% | |
| € 0,066 | 2,6% | 2,1% | 1,6% | 1,1% | 0,7% | 0,3% | -0,1% | -0,4% | -0,8% | -1,1% | -1,5% | -1,7% | |
| € 0,065 | 2,4% | 1,9% | 1,4% | 1,0% | 0,6% | 0,2% | -0,2% | -0,5% | -0,9% | -1,2% | -1,6% | -1,8% | |

Figuur 6 SDE++ gevoeligheidsanalyse

Augustus 2022

TECHNIEK COLLEGE ROTTERDAM

Onderzoekers:

Marco Zijderwijk

Udah Abdulkadir

In opdracht van de Gemeente Hellevoetsluis, de heer Floor Baan