

Leeghwaterstraat 44
2628 CA Delft
Postbus 6012
2600 JA Delft

www.tno.nl

T +31 88 866 22 00
F +31 88 866 06 30

TNO-rapport

2018 R10350 - Publiek

Openbare samenvatting TKI project OPV2B

Datum	10 augustus 2018
Auteur(s)	Karl Sewalt
Aantal pagina's	9 (incl. bijlagen)
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	
Projectnaam	OPV2B
Projectnummer	060.05379

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2018 TNO

Openbare samenvatting

1.1 Projectgegevens

Referentienummer: TEZG113010

Projecttitel: Integratie OPV in Bouw en Glastuinbouw (IGOB&G), later gewijzigd in OPV2B.

Projectperiode: januari 2014 – december 2017

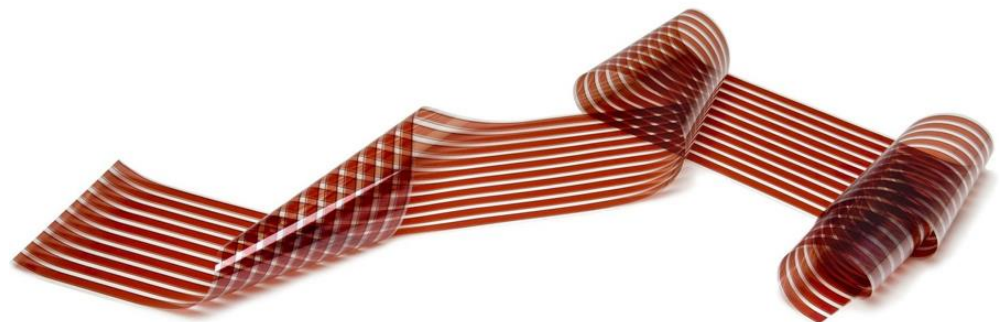
Projectdeelnemers:

- TNO
- ECN
- Havecon
- Elasol (Contechma)
- Serrebouw Brabant
- De Markies
- Elan Wonen
- De Woonplaats
- Svensson
- Rockpanel
- Rutges Vernieuwt
- Sanko Solar

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Subsidieregeling energie en innovatie (SEI), Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

1.2 Inleiding

Dit rapport geeft een publieke samenvatting van de uitgevoerde activiteiten in het kader van het TKI project OPV2B (spreek uit: OPV to be) en de resultaten daarvan. PV is een afkorting voor de Engelse term *Photo Voltaic* ofwel fotovoltaïsch, elektriciteit opgewekt door (zon)licht, de O staat hier voor organisch.



Figuur 1: bestaande OPV folie (Heliatek)

In het project zijn verschillende product markt combinaties (PMC's) uitgewerkt voor de domeinen bouw en glastuinbouw met als vertrekpunt organische zonnecellen (afgekort OPV). Ten tijde van de start van dit project lag de (ontwikkel)focus vooral

op de organische zonnecel met op termijn voordelen t.o.v. conventionele cellen: kostengunstig (Roll-to-Roll productie, printtechnologie), een kleine CO₂-footprint, lichtgewicht en vormvrijheid (flexibel). Deze research focus is, niet alleen bij Solliance maar in bijna de gehele solar community, gaandeweg tijdens het project verschoven naar de perovskiet zonnecellen (afgekort PSC).

Door de technologische (on)mogelijkheden van de OPV (en ook PSC) technologie is tijdens het project het onderzoek verder uitgebreid naar op de markt verkrijgbare dunne film PV technologie in bredere zin. Dit om de verschillende PMC's in het project binnen de gestelde tijd te kunnen uitwerken. Naast OPV zijn andere technologieën in ogenschouw genomen zoals a-Si (amorf Silicium), Cd-Te (Cadmium Tellurium) en CIGS (Koper, Indium, Gallium, Selenium). De volgende zeven product markt combinaties zijn met in totaal acht bedrijven onderzocht:

1. Aanbouwerre met PV - Serrebouw Brabant
2. Vliesgevels met PV - Havecon
3. Gevelpanelen met PV - Rockpanel
4. PV indaksysteem voor renovatie – Sanko Solar
5. Festivaltent met PV – De Markies
6. Schermen met PV voor de glastuinbouw – Svensson / Contechma
7. Kasdek met semitransparante PV - Havecon

1.3 Aanpak en resultaten

De product markt combinaties bevonden zich op een verschillend speelveld van technologie rijpheid. Een serre met zonnepanelen is niet heel nieuw meer, maar commercieel een schermdoek met geïntegreerde zonnecellen toepassen, vergt nog een behoorlijk ontwikkeltraject. Dat is terug te zien in de resultaten. Bovendien is niet elke product markt combinatie commercieel even interessant gebleken. Zo is het onderzoek naar de kas met semitransparante PV na een jaar gestopt. Een semi-transparante zonnecel zal golflengte specifiek moeten kunnen functioneren: het juiste licht doorlaten voor het specifieke gewas en daarnaast voldoende energie kunnen produceren. Technisch is dit nog niet mogelijk, naar verwachting complex en in aanvang kostbaar, voor integratie van semi-transparante PV in een kasdek met interactie met een gewasteelt is nu nog geen sluitende business case te maken. Voor Havecon is de toepassing van PV op vrij beschikbare oppervlakken in de glastuinbouw op korte termijn interessanter gebleken. Havecon richtte zich op de (voorzet) vliesgevel met PV voor renovatie van naoorlogse portiekflats. Dit heeft wel weer een directe link met een verticale kasgevel in de glastuinbouw.

In het project namen twee woningcorporaties deel (Elan Wonen en De Woonplaats) met als einddoel een pilot te faciliteren voor zowel het indaksysteem als de vliesgevel, deze zijn wel voorbereid maar uiteindelijk niet daadwerkelijk gerealiseerd, mede strategische beleidsbeslissingen van de corporaties.

In het project is de voor het TNO InnovatieCentrum Bouw (ICB) gebruikelijke gestructureerde methode voor productontwikkeling gevolgd. Het project is gestart met een gezamenlijk traject, waarin de programma's van eisen voor de verschillende PMC's zijn opgesteld en de eerste stappen van het

projectontwerpproces zijn gezet. Daarna zijn de PMC's individueel met de bedrijven verder uitgewerkt, waarbij in de gezamenlijke bijeenkomsten van het project de nadruk steeds lag op onderlinge kennisdeling.

De uitwerking bestond uit de vervolgstappen in het productontwerpproces, het vervaardigen van demonstrators op verschillende schaal (lab vs. full-scale) en beproeven (meten, testen) van enkele proefopstellingen.

1.3.1 *Aanbouwserre*

Serrebouw Brabant heeft een lichtstraat op haar eigen bedrijfspand voorzien van PV door op maat gemaakte glas-glas modulen toe te passen. Dit was enerzijds om een fieldlab test te doen en anderzijds om potentiële klanten te laten zien hoe een serre of lichtstraat met PV er in de praktijk uitziet.



Figuur 2: op maat gemaakte PV modules in lichtstraat bij Serrebouw Brabant

1.3.2 *Vliesgevels*

In samenwerking tussen Elan Wonen, Rutges Vernieuwt, Havecon en TNO is onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van een voorzet vliesgevelsysteem om naoorlogse portiekflats (waarvan er erg veel zijn in Nederland) te kunnen renoveren. De levensduur kan dan niet zo ver verlengd worden als bij een conventionele ingrijpende renovatie, maar is wel een stuk goedkoper. De vliesgevel beschermt en conserveert de gebouwgevel en daarbij wordt er energie bespaard door toegenomen isolatie (die vaak erg slecht is bij dit soort flats) en er wordt met de PV energie geproduceerd.

Voor een concrete flat in de wijk Boerhaave in Haarlem is deze casus uitgewerkt. Door Elan Wonen is er uiteindelijk voor gekozen om geen pilot in de praktijk uit te voeren, mede door strategische beleidsbeslissingen. De casus is wel ver uitgewerkt en vastgelegd in een separate rapportage en onderliggende documenten, tot en met een sessie met een delegatie van de flatbewoners.

Hoewel het project niet geleid heeft tot het realiseren van het demonstratieproject is het voor Havecon een kennismaking met en eerste stap in een nieuw marktsegment. Daarnaast is er ook nog steeds een sterke link met de 'thuismarkt'

glastuinbouw: kennis opgedaan bij de conceptontwikkeling van de vliesgevel kan ingezet worden bij toepassing van dunne film PV technologie in verticale kasgevels.



Figuur 3: impressie portiekflat met vliesgevel en daktuin (PV panelen in blauw)

1.3.3

Gevelpanelen

Het uitgangspunt voor Rockpanel was op korte termijn vooral gericht op ervaring opdoen met de combinatie dunne film PV en Rockpanel panelen. Het primaire segment voor Rockpanel kenmerkt zich door hoge esthetische kwaliteitseisen (vergelijkbaar met de eigen Chameleon panelen).

Rockpanel heeft in het project testen uitgevoerd naar het effect van versnelde veroudering (UV, vocht, temperatuur) op de visuele kwaliteit van het OPV materiaal en de hechting aan de (paneel)drager.

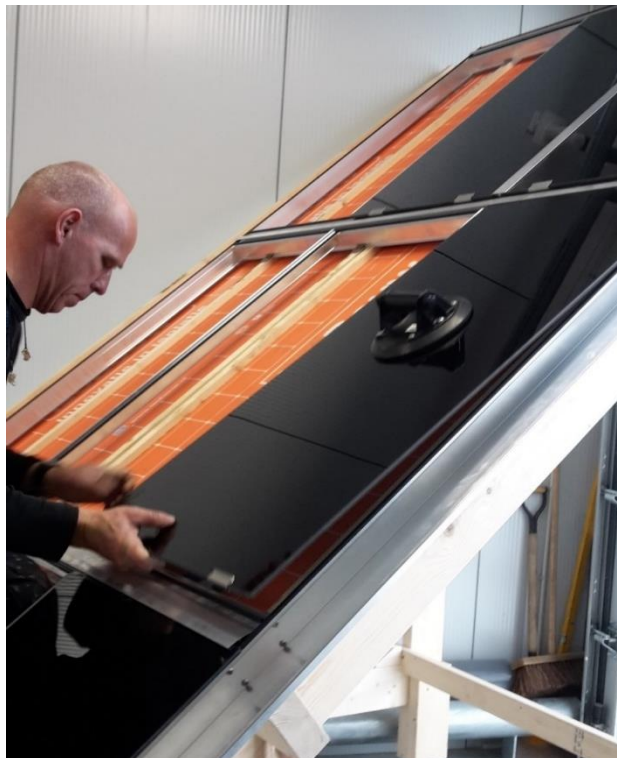
De eerste testen met betrekking tot mechanische duurzaamheid en (behoud van) esthetische kwaliteit van de materialen zijn positief uitgevallen. Dit is reden voor Rockpanel om verdere productontwikkeling te gaan onderzoeken.



Figuur 4: hoge esthetische kwaliteit gevelpanelen, Chameleon van Rockpanel

1.3.4 *Indaksysteem*

In samenwerking met Sanko Solar en Fabrique Public Design is een compleet profielsysteem ontworpen voor het indak. Hiermee is bij TNO een testopstelling op ware grootte gebouwd bestaande uit een proefdak van 9 panelen. Vervolgens is het systeem onderworpen aan indicatieve waterdichtheidstesten en mechanische beproevingen.



Figuur 5: opbouw testopstelling PV indaksysteem, met het ontwikkelde profielsysteem

1.3.5 *Festivaltent*

Met De Markies zijn stappen gezet richting de integratie van flexibele PV modulen op festivaltenten. Het doel van De Markies is om uiteindelijk zelfvoorzienend te kunnen zijn en de energiebehoefte van de tent af te dekken (verwarming, verlichting). OPV direct op het tentdoek aanbrengen in stickervorm en robuust

genoeg om evenementen, in- en uitpak handelingen, transport en opslag te doorstaan is een brug te ver. De PV in de vorm van een op locatie pas aan te brengen flexibele add-on op de tent / luifel is op kortere termijn logischer.

Voor een van de tenten van De Markies zijn 5 flexibele a-Si modules gelamineerd op PVC tentdoek. De Markies heeft deze modules op een (voor)tent aangebracht en dit getest op Eurosonic Noorderslag in Groningen en op Oerol op Terschelling.

TENT VAN DE TOEKOMST

Flexibel worden steeds duurzamer! U staat in een pilottent die energie opwekt dankzij ingebouwde flexibele zonnepanelen. De energie wordt opgeslagen in een grafenacetylenen's batterij opslagsysteem, zodat u 's avonds online nogal kan genieten.

Flexibele zonnepanelen op tentzeil.

Accusysteem met omvormers.

De Lamp brandt

Presentatie pilot.

De Markies ontwerpt, maakt en verkoopt tenten. Multifunctioneel, maar vooral opmerkelijk en innovatief tenten die voldaan aan de hoogste veiligheidsnormen.

Watson ontwikkelt prop-tye present: mobiele stroomvoorzieningen die u voorzien van duurzame energie maar en warmer u maar niet. Het compacte en mobiele ding met zijn zonnepanelen op getaktuurdheid, zodat iedereen in staat is een revolutionaire stroomvoorziening te krijgen.

De Markies Nijmegen bv. Hans Claudemans info@demarkies.nl

Figuur 6: Tent van de Toekomst, flyer van De Markies

1.3.6

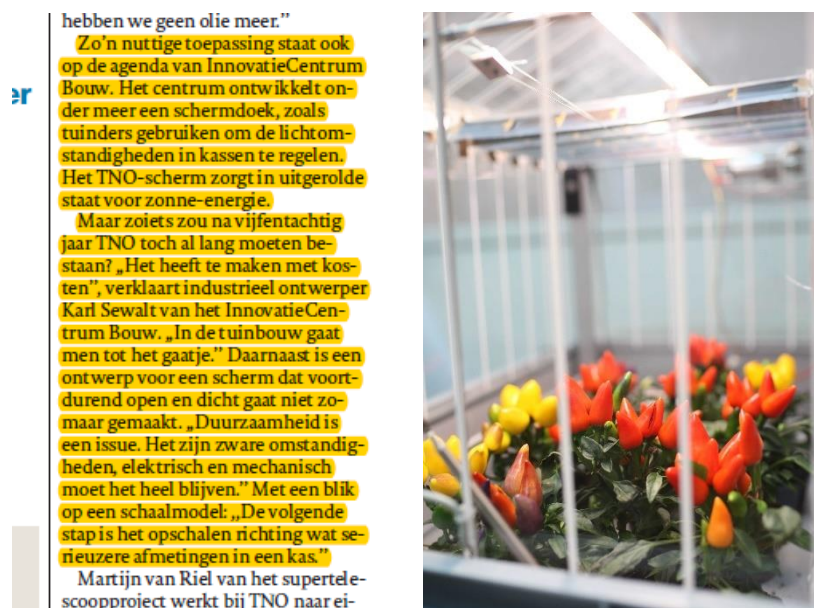
Scherf glastuinbouw

Een voorbeeld van een demonstrator op kleine schaal is het model voor Svensson / Contechma van een minikasje met een horizontaal bewegend PV scherm.



Figuur 7: modelkasje met bewegend (in- en uitschuivend) PV scherm

Dit model wordt door Svensson gebruikt op beurzen en is tijdens de open dagen van TNO 2017 in Delft getoond aan het publiek. Het Algemeen Dagblad heeft van de open dagen een artikel gepubliceerd waarin het kasmodel met PV energiescherm ook vermeld wordt.



Figuur 8: fragment uit AD-artikel 10 oktober 2017

1.4 Evaluatie en vervolg

De ontwikkelingsspanningen om te komen tot een demonstrator en testopstelling is in de eindfase van het project vooral ingezet voor het energiescherm voor de glastuinbouw (demokasje Svensson / Contechma) en het indaksysteem (full-scale testopstelling Sanko Solar).

Deze laatste twee PMC's worden na dit project ook in verschillende vormen doorgezet: Sanko Solar gaat het indaksysteem testen en keuren i.s.m. BDA Dakadvies, voor het schermdoek heeft dit concreet geleid tot het indienen van een nieuw TKI voorstel met als penvoerder Universiteit Twente, deelnemers naast TNO en Svensson ditmaal ook De Groot & Visser voor geveltoepassingen van deze PV innovatie. Dit TKI voorstel is gericht op het toepassen van perovskiet zonnecellen (zogenaamd PSC, een recente veelbelovende ontwikkeling – met hoge opbrengst - die de OPV technologie aan het verdringen is).

Voor Serrebouw Brabant en De Markies geldt dat deze bedrijven de opgedane kennis en eerste ervaringen met het toepassen van PV technologie in hun producten daadwerkelijk verder willen oppakken. De kennis- en netwerkverbreding voortkomend uit dit project draagt hier in belangrijke mate toe bij. Ondanks dat het project voor Havecon niet geleid heeft tot het concreet bouwen en monitoren van een energie producerend kasdek of vliesgevel, is de opgedane kennis in met name het uitgebreide voortraject van de vliesgevel (tot het go/no-go moment) zeker waardevol gebleken. Voor Rockpanel is het vooral een eerste kennismaking met de dunne film PV technologie geweest en, ook voor hen, een vergroting van het netwerk.