

inhoudelijk

JAARVERSLAG 2016



Partner in solar energy solutions

SEAC jaarverslag 2016

Inhoud

1	Voorwoord	5
2	De SEAC organisatie	6
3	Studenten.....	6
4	Innovatieve producten van SEAC projectpartners.....	7
5	Nationale onderzoeksprojecten.....	8
6	Internationale onderzoeksprojecten.....	15
7	Overige projecten.....	17
8	Publicaties	17

1 Voorwoord

Voor u ligt het jaarverslag 2016 van de stichting SEAC.

In het afgelopen jaar heeft SEAC stevig aan de weg getimmerd met aansprekende projecten en onderzoeksresultaten. Op het gebied van integratie van zonne-energie in geluidsschermen zijn er nieuwe impulsen en zichtbaarheid gegenereerd voor deze kansrijke toepassing. Zo is het project SONOB (solar noise barriers) met o.a. Heijmans en Van Campen succesvol afgerond. In parallel hebben we in het project Solar Highways met Rijkswaterstaat en ECN een keuze gemaakt voor een pilotlocatie (de A50 bij Uden) voor een 400 meter zonnegeluidsscherm, waarvoor in 2017 de aanbesteding gaat lopen.

Een ander speerpunt van SEAC in 2016 was het onderwerp PVT. De combinatie van zonnestroom met zonnewarmte in een geïntegreerd PVT product heeft goede kansen in het licht van de nieuwe regelgeving rond energieprestatie in de gebouwde omgeving. Het project Wensdak, afgerond in 2016, brengt die kansen en uitdagingen systematisch in kaart.

Veel aandacht genereerde ook het project PAS, gericht op een integratie van de afdekking van een stortplaats met PV. We hebben in het PAS consortium verschillende vormen van deze toepassing in een pilot weten te realiseren en evalueren.

In Nederland heeft SEAC het initiatief genomen om te komen tot een nauwere samenwerking tussen de verschillende onderzoeksgroepen die werken aan zonne-energie systemen en toepassingen. Dit heeft geresulteerd in de oprichting van de SEAC community met in totaal 9 onderzoeksgroepen vanuit universiteiten en kennisinstellingen. Deze samenwerking, gericht op het bevorderen van kennisontwikkeling en het versnellen van innovatie, is bekrachtigd door ondertekening van een *memorandum of understanding* door alle partijen.

Vanuit deze rol heeft SEAC dit jaar in opdracht van RVO een inventarisatie gedaan van de onderzoeksgroepen in Nederland, werkzaam op het vakgebied zonne-energie systemen en toepassingen.

In totaal werkte SEAC in 2016 aan 20 projecten waarvan we 10 dit jaar hebben afgerond.

Nieuw gestarte projecten dit jaar: PVopMaat en BIPVpod (beide in samenwerking met Solliance), Mobility Center, Easyclean en SSTM.

Gelukkig mochten we dit jaar ook weer veel enthousiaste studenten verwelkomen, die meewerkten aan de projecten: maar liefst 25 studenten dit jaar.

We kijken met vertrouwen en ondernemingszin vooruit naar 2017.

Wiep Folkerts
Directeur SEAC



2 De SEAC organisatie

In 2016 bestond het SEAC bestuur uit de volgende personen:

Henk Miedema (TNO), voorzitter
Paul Wyers (ECN), penningmeester
Arthur de Vries (Holland Solar), secretaris

Het kernteam van SEAC bestond in 2016 uit werknemers van ECN en TNO:

Wiep Folkerts, directeur
Menno van den Donker
Kostas Sinapis
Corry de Keizer
Roland Valckenborg
Minne de Jong
Chris Tzikas

Secretariële ondersteuning werd in 2016 verzorgd door:

Nathalie van Lith

Bezoekadres SEAC:
High Tech Campus 21
5656 AE Eindhoven

Website:
www.seac.cc

3 Studenten

SEAC draagt in samenwerking met Universiteiten en Hogescholen bij aan onderwijs. In 2016 hebben wij een totaal van 25 studenten mogen verwelkomen. De studenten hebben allen een waardevolle bijdrage aan onze projecten geleverd. Naast de concrete bijdrage aan de projecten, hebben de studenten zelf ook veel geleerd en zullen ze in hun verdere carrière veel kunnen bijdragen aan de Nederlandse duurzame energie sector.

13 studenten hebben hun eerder gestarte (afstudeer)stage afgerond in 2016:

Stijn van der Horst	TU/e - Building Physics	LiRoB
Xin Xu	TU/e - Building Physics	ZonneGEVEL
Simon Thiele	Fontys - Applied Physics	SolarBEAT
Simon Belgers	Fontys - Applied Physics	AER2
Marnick van de Zande	TU/e - SET master	Suncycle
Vimal Adithyan Muthukumar	TU Delft - SET master	ZonneGEVEL
Alex van Ginkel	TU/e - SET master	PV-SIN
Prahaladh Annur	TU/e - SET master	LiRoB
Tom Rooijackers	UU - Energy Sciences	MLPM
Rico Berix	TU/e - SET master	PAS
Thomas Reijnaerts	TU/e - SET master	SONOB
Lavanya Chandrasekhar	TU Delft - SET master	PAS
Niels Schurink	TU/e - Building Physics	Wensdak

3 studenten hebben hun (afstudeer)stage gestart én afgerond in 2016 :

Stijn Greveling	VU Amsterdam	BIPVpod
Jeffrey Botse	TU/e - SET master	Suncycle
Shreeganesh Sasidharan	TU Delft - SET master	BIPVpod/PVopMaat

9 studenten hebben hun (afstudeer)stage gestart in 2016:

Finn Vossen	TU/e - SEBC PDEng	PV OpMaat
Jeffrey Jacobs	Fontys - Applied Physics	Mobility Center
Alexander Vermetten	Fontys - Applied Physics	De Groene Combi
Mohammad Ghasempourabadi	TU/e - SEBC PDEng	ZonneGEVEL
Rishabh Ghotge	KIC InnoEnergy student	Mobility Center
Jeffrey Botse	TU/e - SET master	Wensdak
Gerry Julian Faturrochman	TU Delft - SET master	SONOB
Gabriela Gomez	TU Delft - SET master	BIPVpod
Adam Bognar	TU/e - Building Physics	PV OpMaat

4 Innovatieve producten van SEAC projectpartners

De projecten van SEAC worden altijd uitgevoerd in samenwerking met bedrijven en zijn uiteindelijk gericht op marktintroductie van nieuwe innovatieve producten en diensten door onze projectpartners.

De volgende marktintroducties zijn tot stand gekomen met ondersteuning vanuit SEAC:

Gebouw geïntegreerde PV concepten (BIPV):

- AERspire esthetisch zonne-energie dak 2014; dak-vullend systeem.
- Rebor (voorheen: Zonnepanelen Parkstad) geïntegreerd prefab 2014; dunne-film-panelen in combinatie met dakisolatie
- SCX Soloroof BIPV dak 2013
- SCX Solowall BIPV gevel 2016; glas-gebaseerd dunne-film technologie
- Wallvision esthetische BIPV gevel 2015; zigzag concept
- Heijmans SONOB PV geluidsscherm; bifaciaal voor toepassing langs NZ wegen

Zonnewarmte en PVT producten:

- Heijmans Brighthouse warmte & stroom dak-concept 2016
- Dimark Solar dak-geïntegreerd PVT concept 2016
- Solartech Energiedak PVT concept 2016; dunne-film panelen

Elektronica producten voor zonnestroomsystemen

- Solned Junction Box 2015
- Heliox-Autarco micro-omvormer 2015

5 Nationale onderzoeksprojecten

Het grootste gedeelte van de activiteiten van SEAC in 2015 waren activiteiten in het kader van Nederlandse onderzoeksprojecten. Deze projecten zijn veelal gefinancierd middels de TKI Urban Energy tenders of vanuit de regeling Hernieuwbare Energie van het ministerie van EZ. Details zijn te vinden op www.seac.cc.

Afgerond in 2016:

Suncycle 2nd Generation – Improved concept for a rooftop PV concentrator

Wensdak – Warmte- EN Stroom-dak

OPV2B – Organic PV to the Built Environment

SONOB – Solar Noise Barriers

PAS – PV Afdichting van Stortplaatsen

Doorlopend in 2016:

SolarBEAT – Solar Building Elements Application Testing

Zonnegevel - Gebouwegeïntegreerde Esthetische Vernieuwende EnergieLeverende Zonnegevels

Groene Combi – Gebouwegeïntegreerd PVT dak in combinatie met een ventilatiewarmtepomp

Herman's Smart Grid - Koppeling van een stroomverdeler aan regelbare vraag en energieopslag

Nieuw gestart in 2016

Mobility Centre – Autonomous E-bike charging station

Easyclean – Coatings for reduction of PV cleaning cost

SSTM – Smart Shadow Tolerant Modules

Hieronder zullen we de activiteiten in elk van deze projecten kort toelichten.

Suncycle 2nd generation (afgerond)

Het gepatenteerde SunCycle systeem concentreert het zonlicht met een fresnel lens en een parabolische spiegel op een hoog efficiënte multi-junctie III/V zonnecel. Doordat zonlicht geconcentreerd wordt, is maar een kleine zonnecel nodig. Een groot oppervlak halfgeleider materiaal wordt vervangen door goedkoper materiaal, wat gebruikt wordt voor de lens en de spiegel. Het SunCycle systeem gebruikt interne tracking, dat wil zeggen dat de module stationair gemonteerd is en de spiegel en de lens onafhankelijk van elkaar draaien. Behalve stroom produceert de SunCycle module ook warm water.

Binnen het huidige project, is een tweede generatie van de SunCycle module ontwikkeld. SEAC heeft binnen dit project de elektrische en thermische performance van zowel de eerste als de tweede generatie SunCycle modules onderzocht op de veldtestlocatie SolarBEAT. Bij de tweede generatie is een elektrische efficiëntie tot 20% van de directe instraling gemeten. Daarnaast is de thermische efficiëntiecurve geanalyseerd. Ook heeft SEAC een techno-financieel model opgezet en doorgerekend voor Nederland en Jordanië.



*Suncycle 2nd generation
veldtest op SolarBEAT*

Wensdak (afgerond)

De energievraag in de gebouwde omgeving bestaat uit elektriciteit en warmte. Normale PV systemen zetten ongeveer 15% van de zonne-instraling om in elektriciteit en 75% in niet benutte warmte. PV-thermische (PVT) systemen gebruiken deze niet benutte warmte om een vloeistof of lucht te verwarmen. Multifunctionele PVT daken kunnen daarom een belangrijke rol spelen bij het lokaal op wekken van zonnestroom én zonnewarmte.

Binnen het WenSDak project werken 8 bedrijven en 3 kennisinstellingen aan het ontwikkelen van innovatieve producten en kennis op gebied van PVT. In totaal zijn er vijf PVT-daken ontwikkeld: drie onafgedekte PVT systemen, een side-by-side BIPV en gebouw geïntegreerd zonthermisch dak en een geventileerd PV systeem. SEAC is projectleider van het WenSDak consortium. Binnen het WenSDak project worden verschillende issues geadresseerd.

SEAC heeft samen met de TU/e en ECN de elektrische en thermische performance van de verschillende PVT daken geanalyseerd met indoor metingen en een éénjarige veldtest. Op het dak van SEAC's outdoor onderzoekslocatie SolarBEAT is de veldtest doorgevoerd. De resultaten zijn gepresenteerd in verschillende papers.



*Het Wensdak PVT onderzoek
op SolarBEAT*

OPV2B (afgerond)

Flexibele en semi-transparante dunne film PV zonnecellen gaan de komende jaren de markt betreden. Het is nog onbekend welke eigenschappen (kleur, transparantie, afdichting,

dragermateriaal, etc) ideaal zijn voor toepassing in de bouw en glastuinbouw. Ook moeten de systemen voor inpassing van de PV aangepast worden. Een consortium van bedrijven wil toepassingen gaan ontwikkelen voor deze nieuwe technologie, met als doel om vernieuwende oplossingen te kunnen bieden voor verduurzaming bouw en glastuinbouw. De focus ligt op toepassingen die enerzijds de eigenschappen van de PV benutten en anderzijds het aanzien van het bouwwerk verbeteren. Daarnaast zal er kruisbestuiving plaatsvinden tussen de bouw en glastuinbouw, bijvoorbeeld door toepassing van low cost PV geïntegreerde profielsystemen voor zowel vliesgevels en kasdekken.

In het project heeft SEAC zich gericht op integratie van PV met zeildoek/tentdoek.



*Demo van flexibel
zeildoek met PV*

SONOB (afgerond)

In het TKI project SONOB project, geleid door Heijmans, hebben we vier verschillende technologieën voor PV geluidsschermen gebouwd en qua performance met elkaar vergeleken. Het doel is modulaire concepten voor PV geluidsschermen te ontwikkelen en demonstreren. Twee technologieën (de rode en de gele) zijn gebaseerd op Luminescente Solar Concentrators (LSC) en bevinden zich nog in het beginstadium van de ontwikkeling. De andere technologieën zijn de reguliere c-Si gebaseerde schermen en de bifaciale c-Si schermen.



*Proefopstelling voor SONOB
geluidsscherm aan de Ringbaan West in
's-Hertogenbosch met vier verschillende
technologieën*

PAS (afgerond)

In het PAS project, geleid door Van Gansewinkel, heeft een samenwerkend consortium onderzocht hoe zonnepanelen als integraal onderdeel van de stortplaatsafdichting kunnen worden ingezet, en welke kostenbesparingen dit met zich mee kan brengen. In Nederland is er 1.400 ha aan IBC-stortplaatsen, waarvan nog 850 ha moeten worden afgedicht in de toekomst. Deze gesloten stortplaatsen kunnen worden beschouwd als ‘lost space’ vanwege de inhoud van de stortplaats is een herbestemming is slechts zeer beperkte gevallen mogelijk.

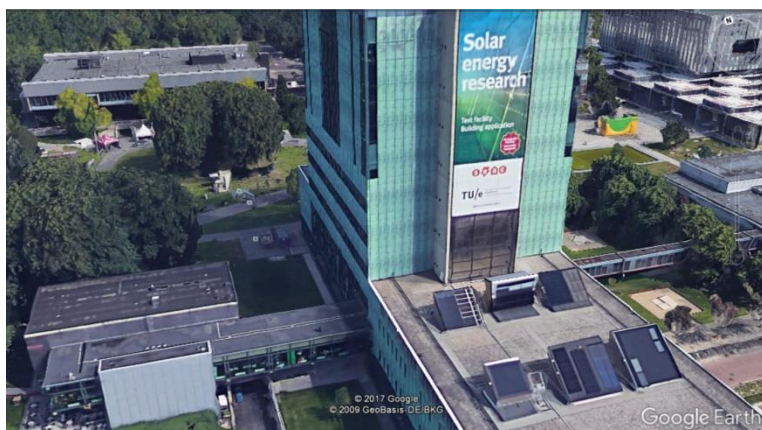
In het project is een pilot gebouwd voor integratie van zonne-energie in een deponie ontwerp en afdichting. Hiervoor hebben we twee benaderingen onderzocht: glas-gebaseerde panelen, die gescharnierd op een afdichting geplaatst zijn, en folie-gebaseerde flexibele modules geïntegreerd met een afdichtingsfolie.



De PAS veldtest op de locatie van Van Gansewinkel op de Maasvlakte

Solar BEAT (doorlopend)

Solar Building Elements Application Test site, kortweg SolarBEAT, is de naam van de outdoor onderzoeksfaciliteit op het gebied van BIPV(T). SolarBEAT is een samenwerking tussen SEAC en de TU/e. Vanuit de TU/e wordt er een actieve rol gespeeld door de Bouwkunde faculteit en het Eindhoven Energy Institute. Fysiek is SolarBEAT gelocaliseerd op het TU/e-gebouw Vertigo.



De Solar BEAT faciliteit is zichtbaar in Google Earth

ZonneGEVEL (doorlopend)

Het TKI project Zonnegevel richt zich op BIPV oplossingen voor de gevel. In ZonneGEVEL worden twee geïntegreerde zonnegevelconcepten ontwikkeld welke inspelen op verschillende segmenten van de gevelmarkt: Solowall en ZigZagSolar. De door het projectconsortium ontwikkelde gevelconcepten zijn elk uniek in de ontwerpvrijheid en esthetische uitstraling die deze kunnen bieden. Het project resulteert in een tweetal BIPV gevelproducten die alleen of in combinatie de gevel volledig van stroomopwekkende elementen kunnen voorzien, zonder dat daarbij esthetica, gebouwfuncties als waterkering en isolatie, en kosteneffectiviteit uit het oog worden verloren. Ieder van deze concepten kent zijn eigen uitdagingen waarvoor in dit project innovaties worden ontwikkeld.



De ZonneGEVEL onderzoeks-opstelling.

Groene Combi (doorlopend)

Het projectconsortium van De Groene Combi, bestaande uit Inventum, Unilin Insulation, Rebor BV en SEAC, ontwikkelt een combinatie van een BIPV-dak, dakisolatie en een ventilatiewarmtepomp die in de bestaande bouw de behoefte aan zowel stroom als gas sterk kan terugdringen. In het PVT-concept wordt de hete lucht, die onder invloed van de zoninstraling onder de zonnepanelen ontstaat, gebruikt als bronwarmte voor de ventilatiewarmtepomp. Het geïsoleerde PVT-dak wordt in de fabriek geassembleerd en is daarna razendsnel te monteren op een bestaand of nieuw gebouw. Het project eindigt in 2018 met een eerste functioneel prototype van deze 'Groene Combi' met een nieuw type warmtepomp.



De Groene Combi opstelling. Onder de panelen zijn luchtkanalen en afzuiging aangebracht.

Herman's Smart Grid (doorlopend)

In het project Herman's Smart Grid wordt samengewerkt in een consortium met 6 partijen onder leiding van het Amsterdamse bedrijf LENS. LENS is bekend van het product Herman de Zonnestroomverdeler, dat voor een verzameling woningen (bijvoorbeeld in gestapelde bouw) de benutting van een collectief PV systeem mogelijk maakt in samenhang met individuele saldering.

In dit nieuwe project onderzoeken we hoe in een dergelijke setting het eigenverbruik binnen de groep van bewoners geoptimaliseerd kan worden. In het beoogde concept wordt bepaald welke eindgebruiker de stroom direct kan gebruiken, bijv. door zijn verbruik real time te monitoren of zijn apparaten slim aan te sturen. Vervolgens kan de lokaal opgewekte stroom fysiek naar de elektrische installatie van deze eindgebruiker worden gestuurd.

We onderzoeken in hoeverre deze slimme schakeltechniek eventueel in combinatie met batterijen het percentage zelfconsumptie omhoog kan brengen en tot welk niveau.



Pilot gericht op maximering van de zelfconsumptie van de opgewekte stroom

Mobility Centre (gestart)

Het Solar Mobility Hub is een autarkisch oplaadstation voor e-bike sharing op basis van zonnestroom uit het dak van zonnepanelen. Het doel van dit project is het ontwikkelen van, én onderzoek doen naar, een Mobility Centre dat zijn energie verkrijgt via een dakconstructie met geïntegreerde zonnepanelen. Door middel van slimme regelingen en een eigen elektrische opslag, is het Mobility Centre bovendien nagenoeg autonoom inzetbaar. Daarnaast verschaft het consortium sociaal maatschappelijke kennis omtrent een nieuw business model, organisatievorm en het gebruik en de acceptatie van deze innovatie.



De pilot van een autonoom e-bike oplaadstation op zonne-energie

EasyClean (gestart)

In het EasyClean project ontwikkelen we een coating die voorkomt dat vuil en stof blijven kleven aan zonnepanelen, voor gebruik door professionele reinigingsbedrijven. Door te voorkomen dat vuil, stof of bijvoorbeeld vogelpoep blijft plakken aan het oppervlak, wordt er meer zonnestroom opgewekt. De coating is gebaseerd op eerder ontwikkelde coatings door TNO voor gebruik op kassen voor de tuinbouw.



*Voorbeeld van een
vervulde PV module*

SSTM (gestart)

SSTM staat voor Schaalbare Schaduw Tolerante Modules. Het project richt zich op het ontwikkelen en demonstreren van een schaalbare schaduwtolerante PV module op basis van de Tessera techniek. Hoofddoel is een lagere LCOE onder suboptimale omstandigheden met partiële beschaduwning. Partners in het project zijn ECN, Universiteit van Utrecht, Stafier Solar, Exasun en Heliox.



*Een SSTM Tessera module
met geavanceerde
interconnect van de PV cellen*

6 Internationale onderzoeksprojecten

AER-II (Solar ERA.NET)

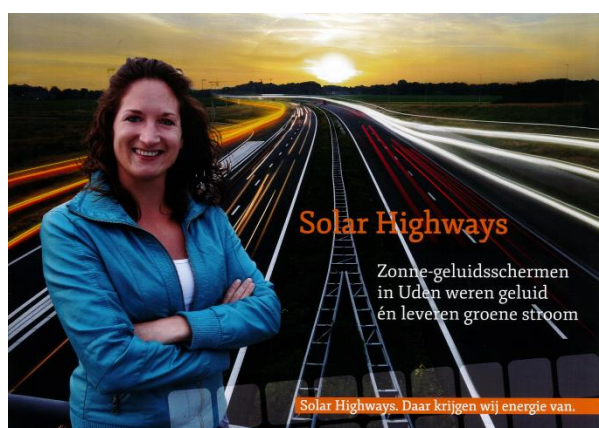
Het project AER-II, geleid door AERspire BV, hebben we in 2016 afgerond. In juni 2015 is de commerciële pilot op de Karel de Grotelaan in Eindhoven gebouwd. SEAC heeft de volledige analyse van de meetresultaten, ondersteund door simulaties, van zowel SolarBEAT als Karel de Grotelaan, begin 2016 afgerond en in een rapportage neergelegd.



*Geïntegreerd zonnedak
aan de Karel de
Grotelaan te Eindhoven*

Solar Highways (LIFE+)

Solar Highways is een project geleid door Rijkswaterstaat, dat zich richt op het realiseren van een circa 400m lange pilot van een modulair geluidsscherm dat langs een NZ lopende weg geplaatst wordt.

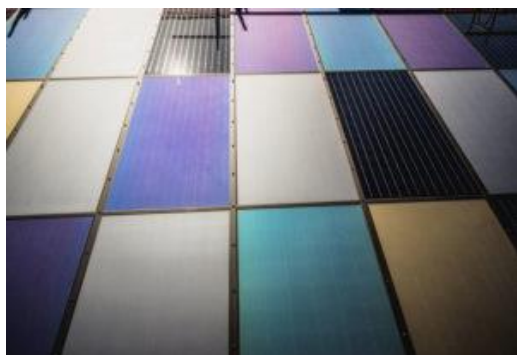


*De publieksfolder
Solar Highways*

In 2016 heeft SEAC meegewerkt aan het ontwikkelen van een specificatie voor het scherm, zodanig dat de specificatie toegepast kan worden in een EMVI gebaseerde aanbestedingsprocedure (EMVI = economische meest voordelige inschrijving). De locatie voor het scherm is gekozen: langs de A50 ter hoogte van Uden. In het belang van de public relations heeft SEAC een publieksfolder voor dit project ontwikkeld, gericht op de inwoners van de gemeente Uden en andere belangstellenden.

PVopMaat (Interreg)

Integratie van zonnepanelen in gebouwen efficiënter, esthetischer én goedkoper maken. Dat is het doel van het Interreg-project PV OpMaat. We willen in dit project, op basis van nieuw ontwikkelde productiemethoden, stroom-producerende zonnecelmaterialen zodanig op maat produceren dat ze optimaal geïntegreerd kunnen worden in bouwelementen. Voorbeelden van dergelijke producten zijn al in de markt, maar de ambitie om de productie afstembaar te maken op specifiek gewenste maatvoering in de bouw is nieuw en speelt in op de groeiende markt voor het renoveren en energiezuinig maken van woningen en gebouwen in antwoord op publiek beleid. Het project is een samenwerking van drie landen: Nederland, België en Duitsland.



Gekleurde PV modules van Emirates Solaire

BIPVpod (Solar ERA.NET)

In het project Building Integrated PhotoVoltaic Panels on Demand (BIPVpod) werken drie marktpartijen en twee instituten aan de ontwikkeling van 'panel on demand'-technologie. Het gezamenlijke doel is het ontwikkelen van technologie waarmee tegen lage kosten dunne filmzonnepanelen op een door de bedrijven gespecificeerde afmeting en vorm geleverd kunnen worden voor gebouwintegratie in een dak, een prefabdak en een gevel.

Op grote schaal halffabricaten kopen en deze in Europa verwerken tot een eindproduct biedt Europa de kans om lokale productiefaciliteiten te realiseren. Het is een extra stap in de keten: van massafabricage naar customized toepassingen.

De verwachting is dat in 2017 het project uitgebreid wordt met Duitse partners in het kader van Solar ERA.NET.



Een gevel met toepassing van verschillende maten gevelpanelen: een uitdaging voor BIPV

7 Overige projecten

In 2016 heeft SEAC naast bovengenoemde gesubsidieerde onderzoeksprojecten nog een viertal andere betaalde projecten uitgevoerd.

Dit betrof allereerst een studie voor een commerciële partij naar het nuttig gebruik van warme lucht, gegenereerd onder een PV dak door middel van integratie in een systeem met een warmtepomp.

Het tweede project behelsde een consultancy opdracht voor een overheidspartij met betrekking tot risicomangement in een aanbestedingstraject voor een zonnepark.

Daarnaast waren er twee opdrachten vanuit RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland). Eén voor een internationale inventarisatie van BIPV onderzoeksfaciliteiten en testcentra. Deze inventarisatie heeft SEAC uitgevoerd in het kader van de Nederlandse deelname aan de Task 15 van het IEA-PVPS.

De tweede opdracht van RVO aan SEAC betrof het in kaart brengen van de Nederlandse onderzoeksgroepen die actief zijn op het gebied van zonne-energie systemen en toepassingen.

8 Publicaties

De onderstaande publicaties verschenen in 2016 en zijn downloadbaar vanaf www.seac.cc.

Solar Energy (Elsevier):

- K. Sinapis, C. Tzikas, G. Litjens, M. van den Donker, W. Folkerts, W.G.J.H.M. van Sark and A. Smets: *A comprehensive study on partial shading response of c-Si modules and yield modeling of string inverter and module level power electronics*, Solar Energy **135** pp 731-741 (2016)

EuroSun 2016 conference:

- C. de Keizer e.a.: *The 'WenSDak' project: (analysis and development) of aesthetic building integrated solar heat and power roofs*, EuroSun 2016 ISES Conference Proceedings (2016)

EUPVSEC 2016 München:

- M. de Jong e.a.: *Self-shading in bifacial photovoltaic noise barriers*, Proceedings of the EUPVSEC 2016, (2016)
- C. de Keizer e.a.: *Performance analysis and yield assessment of several uncovered photovoltaic-thermal collectors: results of field measurements and system simulations*, Proceedings of the EUPVSEC 2016 (2016)
- K. Sinapis e.a.: *Annual yield comparison of module level power electronics and string level PV systems with standard and advanced module design*, Proceedings of the EUPVSEC 2016, pp 2011 – 2015 (2016)
- L. Slooff e.a.: *Luminescent solar noise barrier – large scale testing and modelling* Proceedings of the EUPVSEC 2016 (2016)
- R. Valckenborg e.a.: *Zigzag structure in façade optimizes PV yield while aesthetics are preserved*, Proceedings of the EUPVSEC 2016, pp 2481 – 2486 (2016)

Op onze website gepubliceerde rapporten:

- M. van den Donker, e.a.: *BIPV Prijssstudie 2016*
- M. van den Donker e.a.: *AER-2: Industrialization and system integration of an aesthetic energy roof concept* (2016)