

# SEAC JAARVERSLAG 2015



Partner in solar energy solutions



# SEAC jaarverslag 2015

# Inhoud

|   |                                         |    |
|---|-----------------------------------------|----|
| 1 | Voorwoord .....                         | 5  |
| 2 | De SEAC organisatie .....               | 6  |
| 3 | Studenten.....                          | 6  |
| 4 | Nationale onderzoeksprojecten.....      | 7  |
| 5 | Internationale onderzoeksprojecten..... | 15 |
| 6 | Publicaties .....                       | 16 |

# 1 Voorwoord

Voor u ligt het jaarverslag 2015 van de stichting SEAC. Terugkijkend zien we dat SEAC in het afgelopen jaar zich een stevige positie in het innovatieveld zonne-energie toepassingen heeft verworven.

Hoogtepunten in 2015 waren zonder meer de innovatieve producten die in 2015 naar de markt gegaan zijn met “SEAC inside”. We noemen hier met plezier het eerste commerciële project met het Aerspire geïntegreerde BIPV dak aan de Karel de Grotelaan in Eindhoven. Een project waar de gehele supply chain effectief samenwerkt: Aerspire, Heijmans en Woonbedrijf Eindhoven. Ook de huurders van de nieuwe woningen zijn vanaf het begin betrokken, en ook nu in de monitoring fase (uitgevoerd door SEAC) werken de huurders enthousiast mee.

Ook het LOCI systeem waarin dakisolatie en zonne-energie op ingenieuze wijze geïntegreerd zijn, is in 2015 voor het eerst toegepast in een commercieel project. Dit product, voortgekomen uit een samenwerking van Zonnepanelen Parkstad, Unilin en SEAC, geeft een prachtig egaal zwart zonnedak, waarmee in een renovatieproject het energielabel in één stap van F naar A gebracht kan worden.

Andere producten, waar SEAC aan meegewerkt heeft en die in 2015 naar de markt gegaan zijn: de Heliox micro-omvormer die via Autarco zijn marktintroductie beleefde, en de nieuwe compacte Solned junctiebox.

Een belangrijk speerpunt van SEAC blijft de outdoor veldtest, waarbij met wetenschappelijke zorgvuldigheid de performance van innovatieve systemen gemeten en geanalyseerd wordt. In 2015 hebben we – naast onze centrale veldtest op SolarBEAT – ook twee veldtesten op locaties elders georganiseerd: de PAS veldtest op de vuilstortlocatie op de Maasvlakte, en de SONOB veldtest voor geluidschermen met geïntegreerde PV langs de randweg Den Bosch.

In totaal werkte SEAC in 2015 aan 15 projecten waarvan we 4 dit jaar hebben afgerond: LiRoB, MLPM, ASM-1 en PVSIN.

Nieuw gestarte projecten dit jaar: PAS, Groene Combi en Herman’s Smart Grid.

Gelukkig mochten we dit jaar ook weer veel enthousiaste studenten verwelkomen, die meewerkten aan de projecten: maar liefst 30 studenten dit jaar.

We kijken met vertrouwen en ondernemingszin vooruit naar 2016.

Wiep Folkerts  
Directeur SEAC



## 2 De SEAC organisatie

In 2015 bestond het SEAC bestuur uit de volgende personen:

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

Het kernteam van SEAC bestond in 2015 uit werknemers van ECN en TNO:

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

Secretariële ondersteuning werd in 2015 verzorgd door:

Nathalie van Lith

Bezoekadres SEAC in 2015:

High Tech Campus 21  
5656 AE Eindhoven

## 3 Studenten

SEAC draagt in samenwerking met Universiteiten en Hogescholen bij aan onderwijs. In 2015 hebben wij een totaal van 30 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.

### 9 studenten hebben hun eerder gestarte (afstudeer)stage afgerond in 2015:

|                   |                                          |           |
|-------------------|------------------------------------------|-----------|
| Mary Kolligri     | TU Eindhoven - Bouwkunde                 | SolarBEAT |
| Bram Rutting      | TU Eindhoven - Werktuigbouw              | Wensdak   |
| Chris Tzikas      | TU Delft - Sustainable Energy Technology | MLPM      |
| David Biro        | TU Delft - Sustainable Energy Technology | SolarBEAT |
| David Oud         | Fontys Hogeschool - Natuurkunde          | SolarBEAT |
| Munish Katjar     | TU Eindhoven - Werktuigbouw              | Wensdak   |
| Sergio Badillo    | TU Delft - Sustainable Energy Technology | AER2      |
| Michalis Kanellis | TU Eindhoven - Bouwkunde/Scheikunde      | SONOB     |
| Timea Marócsik    | TU Delft - Sustainable Energy Technology | SolarBEAT |

**8 studenten hebben hun (afstudeer)stage gestart én afgerond in 2015:**

|                     |                                          |                 |
|---------------------|------------------------------------------|-----------------|
| Johan Arvidsson     | Linköping University, Sweden             | SONOB           |
| Michiel Klep        | TU Eindhoven – Bouwkunde                 | SolarBEAT       |
| Pim Luijten         | Fontys Hogeschool - Natuurkunde          | SolarBEAT       |
| Tiago Mendes        | Lissabon University, Portugal            | Wensdak         |
| Bereket Haile       | Hogeschool Groningen                     | De Groene Combi |
| Stylianou Stylianos | TU Delft - Sustainable Energy Technology | WenSDaK         |
| Davy Verduijn       | TU Eindhoven – Bouwkunde                 | ZonneGEVEL      |
| Vlasis Megaritis    | Chalmers University, Sweden              | MLPM            |

**13 studenten hebben hun stage (afstudeer)gestart in 2015:**

|                       |                                          |            |
|-----------------------|------------------------------------------|------------|
| Stijn van der Horst   | TU Eindhoven – Bouwkunde                 | LiRoB      |
| Xin Xu                | TU Eindhoven – Bouwkunde                 | ZonneGEVEL |
| Alex van Ginkel       | TU Eindhoven - Innovation Sciences       | PV-SIN     |
| Niels Schurink        | TU Eindhoven – Bouwkunde                 | Wensdak    |
| Simon Thiele          | Fontys Hogeschool - Natuurkunde          | SolarBEAT  |
| Simon Belgers         | Fontys Hogeschool - Natuurkunde          | AER2       |
| Vimal Muthukumar      | TU Delft - Sustainable Energy Technology | ZonneGEVEL |
| Prahaladh Annur       | TU Eindhoven – Bouwkunde                 | LiRoB      |
| Lavanya Chandrasekhar | TU Delft - Sustainable Energy Technology | PAS        |
| Thomas Reijnaerts     | TU Eindhoven – Innovation Sciences       | SONOB      |
| Tom Rooijackers       | UU - Energy Sciences                     | MLPM       |
| Rico Berix            | TU Eindhoven - Innovation Sciences       | PAS        |
| Marnick van de Zande  | UTwente - Sustainable Energy Technology  | Suncycle   |

## 4 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 Solar Energy tenders Systemen & Toepassingen, ZEGO of IDEEGO. Details zijn te vinden op [www.seac.cc](http://www.seac.cc).

Afgerond in 2015:

MLPM – Module Level Power Management  
 LiRoB – Lightweight Rooftop BIPV  
 ASM-1 – Advanced Solar Monitoring phase 1  
 PVSIN – PV Solarroad INfrastructure

Doorlopend in 2015:

SolarBEAT – Solar Building Elements Application Testing  
 Suncycle 2nd Generation – Improved concept for a rooftop PV concentrator  
 Zonnegevel - Gebouwgeïntegreerde Esthetische Vernieuwende EnergieLeverende Zonnegevels  
 Wensdak – Warmte EN Stroom dak  
 SONOB – Solar Noise Barrier  
 OPV2B – Organic PV to the Built Environment

Gestart in 2015:

PAS – PV Afdichting van Stortplaatsen

Groene Combi – Gebouwegeïntegreerd PVT dak in combinatie met een ventilatiewarmtepomp

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

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

**MLPM (afgerond)**

Het project MLPM (Module Level Power Management) is gestart in juli 2012. Het project werd geleid door SEAC. In dit project onderzochten we verschillende elektronica benaderingen voor PV-systemen in de gebouwde omgeving, waaronder de power optimizer benadering, de micro-inverter benadering en de hybride string omvormer benadering. Kernvraag is: wat is de beste oplossing in termen van performance en kosten in geval van partiële beschaduwing van een PV systeem? In 2015 zijn de belangrijkste meet- en simulatieresultaten binnengesleept en is het project afgerond en gerapporteerd. Belangrijkste SEAC resultaten zijn:

- Afronden van het simulatiemodel voor het doorrekenen van systeem topologiën in diverse schaduw en klimaat configuraties. Publicatie op PVSEC conferentie.
- Lancering van een Nederlandse micro-omvormer door het bedrijf Heliox waarin een deel van de SEAC simulatie algoritmes zijn verwerkt.
- Afronden van de veldtest met als 'winnaar' de Heliox micro-omvormer. Publicatie op PVSEC conferentie.
- Opstellen van techno-financieel model waarmee in vrijwel alle gevallen de hybride string omvormer als meest economische oplossing naar boven kwam. Publicatie op PVSEC conferentie.



*De MLPM onderzoeks-opstelling van SEAC*

**LiRoB (afgerond)**

Het project LiRoB had tot doel om een nieuw lichtgewicht BIPV-systeem voor hellende daken te onderzoeken. Het project werd geleid door ECN. Dit BIPV systeem was gebaseerd op frameeloze bouwstenen van PV en een nieuw ontwikkeld montageconcept. Het lichtgewicht aspect werd van belang geacht vanwege de lage kosten, de eenvoudige hanteerbaarheid van de modules en de vaak beperkte dakbelasting. Het project is gestart in juli 2012. De SEAC bijdrage in het project in 2015 bestond uit het opbouwen, troubleshooten en beheren van het proefsysteem in de SEAC proeftuin Solar BEAT en het verzorgen van eindrapportage daaromtrent. Er is met name veel inspanning gegaan in een onverwacht en niet eerder gedocumenteerd probleem: Het tegelijk inzetten van cool bypass diodes in de smart junction box en module level power management met behulp van power optimizers leidde tot grote problemen, daar beide devices met een vertraging op signaalveranderingen reageren en er dientengevolge een wild oscillerend systeem ontstond. Na diepgaande analyses en een volledige vervanging van alle diodes is dit euvel verholpen en kon het product toch nog goed geanalyseerd worden.

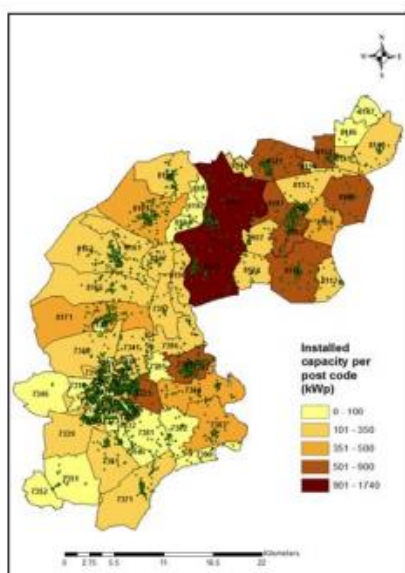




*De LiRoB onderzoeksopstelling van SEAC*

### ASM-1 (afgerond)

In het project Advanced Solar Monitoring Phase 1 (ASM-1) werd onderzoek gedaan naar de waarde van een “big data approach” voor dienstverlening in de wereld van de zonne-energie. Het project werd geleid door I-REAL. Het gaat daarbij om een aantal gelijktijdige uitdagingen, zoals een transparant PV marktaanbod, het in balans houden van vraag en aanbod en het voorspellen van de groei van geïnstalleerd vermogen. In 2015 is het project afgerond met een gedetailleerde analyse van de stad Apeldoorn. Het is gelukt om diverse datasets bij elkaar te brengen. In Apeldoorn werd 1.61% van het stroomverbruik door PV opgewekt. Simulaties lieten zien dat indien alle daken van PV voorzien zou zijn, circa 40% van de stroombehoefte in de stad afgedekt zou kunnen worden. Tot slot is in kaart gebracht welke services ontwikkeld zouden moeten worden om een dergelijke penetratiegraad mogelijk te maken.



*PV penetratiegraad in Apeldoorn*

### PV-SIN (afgerond)

Het TKI-project PV-SIN beoogde de technische uitdagingen op het gebied van integratie van PV in wegen te onderzoeken en experimenteel te testen in een field-laboratorium in Krommenie. Het project werd geleid door TNO. De belangrijkste uitdaging hierin is om duurzaam efficiënte modules te ontwikkelen bestaande uit een voldoende veilige transparante toplaag met geïntegreerd PV. De

taak voor SEAC binnen dit project was het opstellen van een techno-financieel model en het doorrekenen van diverse scenario's voor de business case in relatie tot de gemeten en geprognostiseerde PV opbrengsten. Deze taak is naar volle tevredenheid afgerond en gerapporteerd. Er is in kaart gebracht onder welke condities de SolaRoad een positieve business case oplevert.



*De veldtest in Krommenie*

### **Solar BEAT (doorlopend)**

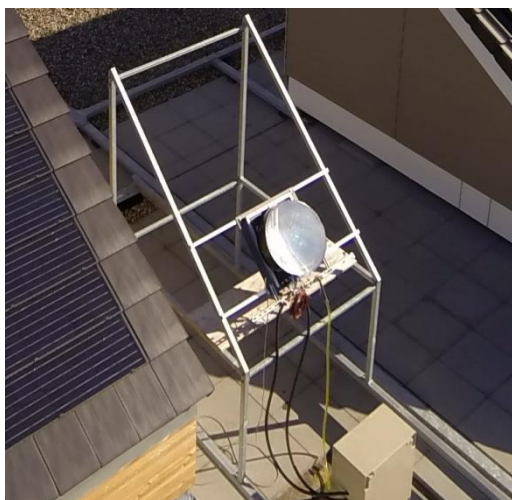
Het SolarBEAT project richt zich op realisatie, uitbreiding en onderhoud van een infrastructuur voor onderzoek aan BIPV. Het project wordt geleid door SEAC. De locatie is het dak van Vertigo Laagbouw op de TU Eindhoven. In 2013 en 2014 waren hier reeds enkele locaties opgebouwd, alsmede een database structuur en een weerstation. In 2015 zijn de database en infrastructuur goed onderhouden, zorgende voor een hoge 'up-time' en betrouwbaarheidsgraad van de metingen. Er is onderzoek verricht naar de nauwkeurigheid van diverse sensoren om de betrouwbaarheid van de metingen nog verder te verbeteren. De proeftuin kwam verder tot wasdom door de bouw van twee nieuwe testposities op de voorste rij die een in Nederland unieke faciliteit hebben voor het doormeten van zonnewarmte producten. Van deze faciliteit is meteen grondig gebruikt gemaakt door de projecten WenSdak en AER-II. Tot slot was er in 2015 ook een kleine crisis te bezweren: Er werd sterk reflecterende folie aangebracht op de lichtschacht van het gebouw achter de testposities die de metingen beïnvloedde. Door de ontwikkeling van geavanceerde data analyse routines hebben we voor dit effect kunnen corrigeren. Een permanentere oplossingsrichting die de reflectie van de liftschacht verminderd is uitgedacht en zal in 2016 uitgevoerd worden.



*De Solar BEAT faciliteit gefotografeerd vanuit de lucht door een drone*

## Suncycle 2nd generation (doorlopend)

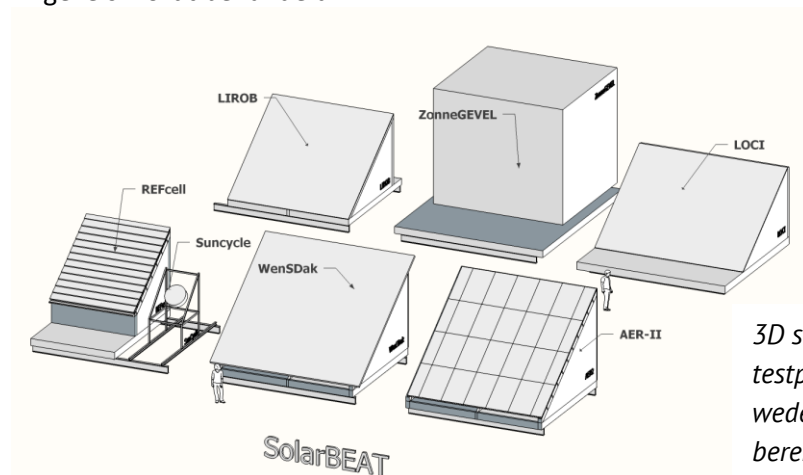
Het bedrijf SunCycle heeft recent een innovatief Concentrated PV concept ontwikkeld dat ook op daken kan worden toegepast. Het project wordt geleid door Suncycle. In dit '2nd generation' project wordt een geoptimaliseerde cel assemblage ontwikkeld om overeen te komen met de specifieke optische eigenschappen in het focuspunt van de SunCycle systemen. Het geïntegreerde SunCycle-2 systeem wordt door SEAC geanalyseerd in een veldtest dat het gebruik onder realistische omstandigheden laat zien. In 2015 is deze veldtest opgebouwd en is een begin gemaakt met de metingen.



*Suncycle 2<sup>nd</sup> generation  
veldtest op SolarBEAT*

## ZonneGEVEL (doorlopend)

Het TKI project Zonnegevel richt zich op BIPV oplossingen voor de gevel. In 2015 zijn twee innovatieve gevel-concepten zijn uitgewerkt en ontwikkeld. Het project wordt geleid door TNO. Deze zullen in 2016 op een veldtest geïnstalleerd worden. Taken voor SEAC in 2015 lagen met name op het simulatievlak. Ten eerste is er een rapport opgesteld waarin systeemontwerp en –optimalisatie voor PV gevels wordt behandeld.



*3D schets van de ZonneGEVEL  
testpositie, o.a. gebruikt voor  
wederzijdse beschaduwing  
berekeningen.*

Voorts is er een geavanceerd simulatiemodel opgesteld dat, rekeninghoudend met spectrale en hoekafhankelijke reflecties, exact berekent hoe veel licht er op elk stukje gevel valt. Specifiek is dit doorgerekend in het geval van een gevouwen ZigZag gevel. Er is een innovatief zonnepaneel-concept uitgedacht dat goed in staat is om met deze inhomogene belichting in de ZigZag gevel om te gaan, en



is aan het desbetreffende bedrijf geadviseerd hoe en waar dit paneel te laten vervaardigen. Tot slot zijn er ter voorbereiding op de veldtest gestart via 3D ontwerpen.

## Wensdak (doorlopend)

Het TKI project WenSDak richt zich op een breed onderzoek naar verschillende concepten voor PVT. Het project wordt geleid door SEAC. Het gaat hierbij met name om performance karakterisatie en opbrengstmodellen, optimaliseren van het design en simulatiemethodieken. Partners in het project zijn TU/e, Hotraco, SCX, Solartech, Suntrap, Aerspire, Dimark en GeoHolland. SEAC legt zich toe in dit project op het bouwen van een aantal testsystemen op SolarBEAT en de daarbij behorende infrastructuur voor zonthermisch onderzoek. In 2015 zijn deze testsystemen daadwerkelijk gerealiseerd. Veel aandacht is er uit gegaan naar de realisatie van een thermische loop. Met de opgebouwde testmogelijkheden is SEAC uniek in Nederland.



*Leidingwerk van de thermische loop in de kelder (links) en in het WenSDak testhuisje (rechts)*

## SONOB (doorlopend)

Het TKI project SONOB wordt geleid door Heijmans. Het doel is modulaire concepten voor PV geluidsschermen te ontwikkelen en demonstreren. Hierbij wordt op twee paarden gewed: Één 'high risk, high gain' concept gebaseerd op LSC technologie, en een veiligere route gebaseerd op kristallijn silicium. In 2015 is de veldtest opgebouwd en geïnstalleerd. SEAC heeft een prominente rol gespeeld in het assembleren en aansluiten van de veldtest.



*Installatiewerkzaamheden bij het SONOB geluidsscherm aan de Ringbaan West in 's-Hertogenbosch*

## OPV2B (doorlopend)

Het project OPV2B is begin 2014 gestart en richt zich op het onderzoeken van concepten voor toepassing van PV in de bouw- en glastuinbouwsectoren. Met name kansen voor de toepassing van organische PV (OPV) worden geadresseerd. Het project wordt geleid door TNO. In 2015 is binnen het consortium doorgegaan met het ontwerpen van een zestal producten: Een vliesgevel, een decoratief gevelpaneel, een festivaltent, een kasschermdoek, een serre en een indak systeem. Het SEAC heeft in deze ontwikkeling bijgedragen middels haar 'benchmark'- expertise omtrent verkrijgbare producten in de markt. Omdat er nog geen goede OPV producten verkrijgbaar waren, is van het OPV concept afgestapt en is vooral verder gegaan met het ontwerpen met behulp van dunne film CIGS panelen. De oorspronkelijke planning is om in 2016 een field test te realiseren voor één van deze opties. Echter, gezien de vertraging in de productontwikkeling, is het op dit moment niet duidelijk of een veldtest in 2016 mogelijk zal zijn.

## PAS (gestart)

Het PAS project is in 2015 gestart. Het project wordt geleid door Van Gansewinkel. In het project wordt onderzocht hoe zonnepanelen als integraal onderdeel van de stortplaatsafdichting kunnen worden ingezet, en welke kostenbesparingen dit met zich mee kan brengen. 2015 was een zeer succesvol jaar voor dit project. Allereerst is er door SEAC een benchmark onderzoek uitgevoerd, resulterend in een rapport met wereldwijd toegepaste technieken om PV op een stortplaats talud aan te brengen. Daarna heeft SEAC het proces geleid om een aanbieder van een 'referentiesysteem' te selecteren, die een prototype op de stortlocatie in de Maasvlakte mocht opbouwen. Tegelijkertijd werkte de rest van het consortium aan de ontwikkeling van een concept op basis van flexibele PV folie. Vervolgens heeft SEAC een veldtest specificatie document opgeleverd, waarin nauwkeurig beschreven staat welke ontwerpkeuzes gemaakt zijn, wat de bill of materials is, welke tijdplanning gevolgd wordt en wie welke verantwoordelijkheid heeft bij het opbouwen van de veldtest. Aan het einde van het jaar is de veldtest daadwerkelijk gerealiseerd en heeft SEAC alle monitoring apparatuur gebouwd en geïnstalleerd. De veldtest ging 'live' op 27 oktober 2015.



*De laatste afsluitende installatiewerkzaamheden aan de PAS veldtest in oktober 2015.*

## Groene Combi (gestart)

Het Groene Combi project wordt geleid door Inventum BV. In het project wordt een nieuw type warmtepomp ontwikkeld die geschikt is om met meerdere luchtstromen om te gaan, samen met een intelligente klep die kiest of er binnenlucht, buitenlucht of PV ventilatielucht als warmtebron gebruikt wordt. Het SEAC had in 2015 vooral de taak om een veldtest op te bouwen en hier

metingen en berekeningen aan uit te voeren. De uitkomsten van dit onderzoek zullen worden gebruikt in het ontwerp en dimensionering van de warmtepomp.



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

## Herman's Smart Grid (gestart)

In het project Herman's Smart Grid wordt samengewerkt in een consortium met 9 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.

De nieuwe smart grid technologie wordt in de basis mogelijk gemaakt door de combinatie van a) een innovatieve stroomverdeler waarmee lokale stroom veilig en nauwkeurig kan worden verdeeld over meerdere lokale eindgebruikers, b) slimme home automation (domotica) technologie waarmee inzicht in en invloed over het energieverbruik van de eindgebruiker wordt verkregen en c) energie opslag systemen voor decentrale energieopwekking om op piekmoment een overschot van de stroom op te slaan.

## 5 Internationale onderzoeksprojecten

### AER-II (Solar ERA.NET)

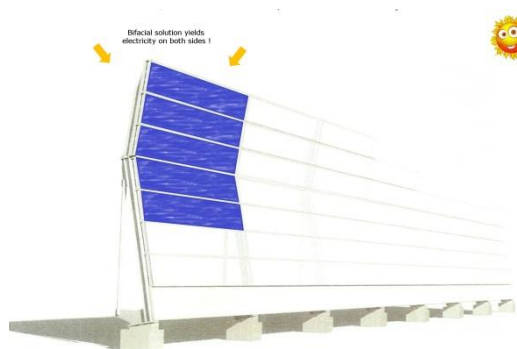
AER-II wordt geleid door AERspire BV. Het is een Nederlands-Vlaams consortium financieel gesteund binnen de grensoverschrijdende Solar ERA.NET tender dat startte in mei 2014. In 2015 is er aan het begin van het jaar de veldtestlocatie op SolarBEAT gerealiseerd. Aan het eind van het jaar is de commerciële pilot op de Karel de Grotelaan in Eindhoven gebouwd (zie de foto op de kaft van dit jaarverslag). SEAC activiteiten in 2015 waren o.a. het aansluiten, het analyseren en simuleren van meetresultaten van zowel SolarBEAT als Karel de Grotelaan.



*AER2 testlocatie op SolarBEAT*

### 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.



*Artist impression van een bifaciaal modulair PV geluidsscherm*



In 2015 heeft SEAC in dit project onderzoek gedaan naar kosten en opbrengsten van een geïntegreerd zonne-energie geluidsscherm op basis van *bifacial* technologie, waarbij zowel de oostkant als de westkant van het scherm bijdraagt aan de elektriciteitsopwekking.

Daarnaast heeft SEAC een *benchmarkstudie* afgeleverd op basis van een nauwkeurige analyse van eerdere geluidsschermprojecten met PV in Europa. De rapportage is te vinden op [www.seac.cc](http://www.seac.cc).

## 6 Publicaties

De onderstaande publicaties verschenen in 2015 en zijn downloadbaar vanaf [www.seac.cc](http://www.seac.cc).

SHC 2015 Istanbul:

- Evaluating the thermal and electrical performance of several uncovered PVT collectors with a field test

EUPVSEC 2015 Hamburg:

- 5AO.8.4: Yield modelling for micro inverter, power optimizer and string inverter under clear and partially shaded conditions
- 6AV.5.26: Characterization of BIPV (T) applications in research facility "SolarBEAT"

IEEE PVSC 42 New Orleans:

- Outdoor Degradation of CdTe modules at open circuit and at maximum power point

Op onze website gepubliceerde rapporten:

- BIPV Marktentwikkeling in Nederlands 2015
- BIPV Status Report 2015
- ASM-1 Final Report 2015