SolarBEAT Publiek Eindrapport

Final version

Status: openbaar

Author: Roland Valckenborg

Opmaak: volgens ‘Format Vertrouwelijk Publiek Eindrapport’ van RVO, zie Appendix A

Contents

Samenvatting 3
Project gegevens 3
Uitgangspunten 3
Doelstelling 3
Samenwerkende partijen 3
Resultaten 4
Resultaten 4
Concept uitwerken 4
Gedetailleerd ontwerp 4
Daadwerkelijk realisatie 5
Extra resultaten 11
Knelpunten 12
Faillissement van één bedrijf in consortium dat gebruik maakte van SolarBEAT 12
Plaatsing reflecterende folie liftschacht 12
Technisch problemen t.a.v. data completeness 13
Vertraging aanvang onderzoek door vertraging oplevering prototypes 14
Bijdrage aan doelstelling 14
Spin off 14
Openbare kennisverspreiding 14
openbare publicaties 15
Media events 16
Bezoekers 17
Rapport beschikbaarheid 17
Contactpersonen 17
Conclusie en aanbevelingen 17
Dankwoord 18
Appendix A: Format Publiek Eindrapport volgens RVO 19
Appendix B: SolarBEAT meetlocaties met (oude) nummering 20

Samenvatting

Project gegevens

- Project nummer: TKIZ01018
- Project titel: 'Solar Building Elements Application Test Garden' = SolarBEAT
- Project duur: Het project SolarBEAT is gestart in 1 Januari 2013 en heeft 6 jaar gedraaid tot 31 December 2018.

Building Integrated (BI) is de Engelse afkorting voor 'gebouw-geïntegreerd' die verder niet altijd in het Nederlands vertaald zal worden, omdat Nederlandse partijen/bedrijven ook allemaal spreken van BIPV en de varianten:

- PV: PhotoVoltaic = zonnepanelen, dus BIPV voor geïntegreerde zonnepanelen
- ST: Solar Thermal = zonnecollectoren
- PVT: PhotoVoltaic and Thermal = gecombineerd stroom en warmte opwekkende panelen (dus BIPVT voor geïntegreerde PVT-panelen)

Uitgangspunten

In de periode rond 2012, werd voorzien dat de PV industrie langzaamaan 'mature' aan het worden was. Grote groei werd voorzien voor deze industrietak, met daaraan toegevoegd kansen voor nieuwe business opportunity's, middels innovatieve productontwikkeling. Vanwege deze overgang werd ook verwacht dat de technologie push van 'gewone PV' zal veranderen in een market pull. Dat zal dan leiden tot een pluforme markt van zeer uiteenlopende BIP(T)V-producten voor de bouw. Deze BIPV-producten moeten voldoen aan meer functionaliteitseisen dan alleen maar elektriciteitsopwekking; namelijk ook waterkerendheid van de gebouwschil, wind-proof, resistent tegen vliegvuur, geluidseisen, thermisch eisen, en structurele eisen. Bovendien zullen deze BIPV-producten niet alleen constructief geïntegreerd moeten worden, maar ook de elektrotechnisch integratie is complexer dan voor gewone PV-panelen.

Doelstelling

Het SolarBEAT project heeft als doel om een infrastructuur te creëren voor het Nederlandse bedrijfsleven, waarin de specifieke eisen (constructief en elektrotechnisch) van BIPV, kunnen worden onderzocht en getest om zodoende de productontwikkeling te faciliteren. In eerste instantie moet dat leiden tot de support van 5 projecten die met BIPV product ontwikkeling bezig zijn. Het geheel moet zodanig ontworpen zijn, dat dit aantal projecten uit te breiden is. Deze infrastructuur dient self-supporting te zijn op het einde van het TKI-project.

Samenwerkende partijen

- Penvoerder: Solar Energy Application Centre = SEAC
- Medeaanvrager: de Nederlandse branche organisatie voor zonne-energie: Holland Solar

Resultaten

Alle voorspellingen vanuit het projectplan zijn waarheid geworden in de periode dat SolarBEAT gegroeid is van startende proeftuin tot en met de status nu: één van de grootste BIPV research facilities ter wereld. Het project plan spreekt van 'proeftuin' of 'test garden'. Ook het woord 'Living Lab' is een populaire aanduiding voor SolarBEAT. Echter vanwege het type onderzoek dat zich heeft afgespeeld in SolarBEAT én het internationale karakter van dit onderzoek, kan SolarBEAT het beste worden gekarakteriseerd als 'Outdoor BIPV Research&Development (R&D) and Test Facility' of nog korter en krachtiger: 'BIPV Innovation Facility'.

Resultaten

Er zijn in totaal 20 projecten geweest die op SolarBEAT onderzoek gedaan hebben, inclusief alle lopende projecten die nog niet afgerond zijn. Daaraan hebben in totaal 71 bedrijven en tientallen instituten deelgenomen. Maar in dat getal zitten ook dubbeltellingen, aangezien sommige bedrijven aan twee projecten hebben deelgenomen (een enkel bedrijf zelfs aan drie projecten). Een optelling die daar rekening mee houdt, komt op 57 unieke bedrijven die onderzoek hebben verricht op SolarBEAT. Let op: toeleveranciers en uitvoerders van de bouw en installatie van alle huisjes en infrastructuur zijn hierbij niet meegerekend! Een eerder gemaakt overzicht laat zien, dat dit orde grootte 20 bedrijven zijn.

De SolarBEAT facility is gerealiseerd via een proces van:

Concept uitwerken

Met eerste gebruikers en potentiële gebruikers is afgestemd welk soort onderzoek voor hun van belang is om hun BIPV(T)-producten te kunnen ontwikkelen. Daaruit kwamen oorspronkelijke schetsen (i.s.m. architecten bureaus Han van Zwieten en Kuiper Hoevenaars). Parallel aan deze sessies werd er een longlist van mogelijke locaties voor SolarBEAT gemaakt (i.s.m. SRE Milieudienst). Dat leidde tot een shortlist en de uiteindelijke keuze voor het Vertigo gebouw van de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e), hetgeen ook in een officiële samenwerkingsovereenkomst tussen TU/e en SEAC is vastgelegd.

Gedetailleerd ontwerp

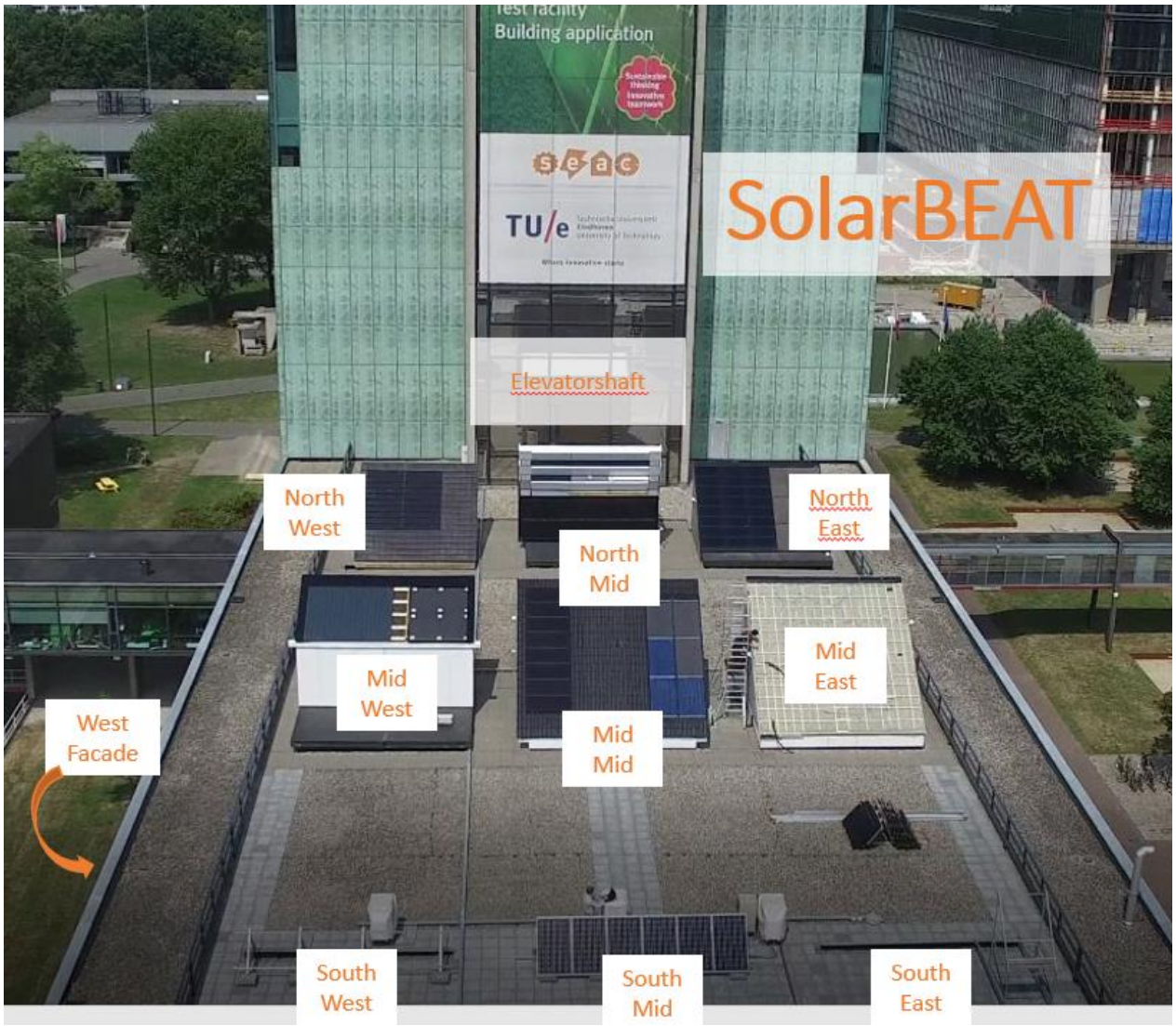
Om de concepten uit te kunnen werken tot een gedetailleerd ontwerp is er op meerdere vlakken intensief samengewerkt:

- met de Dienst Huisvesting van de TU/e is het constructieve design uitgewerkt. De constructieve berekeningen van alle huisjes en overige bouwwerken van SolarBEAT is getoetst door buro v.d. Laar.
- met Deerns BV en Strukton BV is de elektrische infra (E-installatie) ontworpen met van begin af aan mogelijkheden tot groei.
- met RE Source BV en PKzon BV is de koude/warmte-installatie (W-installatie) ontworpen
- met de eerste gebruikers zijn de test/onderzoeks-plannen opgesteld

Daadwerkelijk realisatie

Elektrische infrastructuur

- In eerste instantie is er gewerkt aan de infrastructuur van 2 rijen van 3 huisjes = 6 huisjes. Om spraakverwarring te voorkomen zijn de eerder gebruikte nummeringen en de begrippen 'rechts', 'links', 'voor', en 'achter' vervangen door aanduiding met kompas coördinaten. De noordelijke rij bestaat uit een huisje 'East', huisje 'Mid' en huisje 'West'; de complete benaming wordt daarmee 'NorthEast', 'NorthMid', en 'NorthWest'. De middelste rij bestaat ook uit een huisje 'East', huisje 'Mid' en huisje 'West'; complete benaming wordt daarmee 'MidEast', 'MidMid', en 'MidWest'. De 3 huisjes van de middelste rij zijn allen aangesloten op de thermische loop en kunnen dus ingezet worden voor BI-zonthermie en BI-PVT research.
- Tegen het eind van 2016 werd duidelijk dat zelfs 6 huisjes niet voldoende capaciteit is voor SolarBEAT. Daarop werd besloten de zuidelijke rij te bouwen, met als focus schaduwonderzoek. Dat geeft dus in totaal 3x3=9 huisjes.
- Ten slotte, in het laatste projectjaar werd de opportunity opgepakt om nog meer oppervlak van het Vertigo-gebouw te benutten. Het onderste deel van de liftschacht is ingericht voor verticaal geplaatste (façade) panelen. In de breedte is er ruim 10 meter beschikbaar en in de hoogte ongeveer 4 meter; hetgeen dus maar liefst 40m^2 extra meetfaciliteit geeft. Deze test-façade met oriëntatie op het zuiden wordt aangeduid als meetlocatie nr.10 .
- Ook in 2018 is de bestaande testgevel aan de westzijde in gebruik genomen voor SolarBEAT. Qua oppervlak iets kleiner, maar met als extra meetfaciliteit de optie om ook van binnenuit metingen te verrichten. Op dit moment zijn er 4 ramen met semi-transparante PV geïnstalleerd met een totaal oppervlak van 8 m^2. Deze test-façade met oriëntatie op het westen wordt aangeduid als meetlocatie nr.11 .



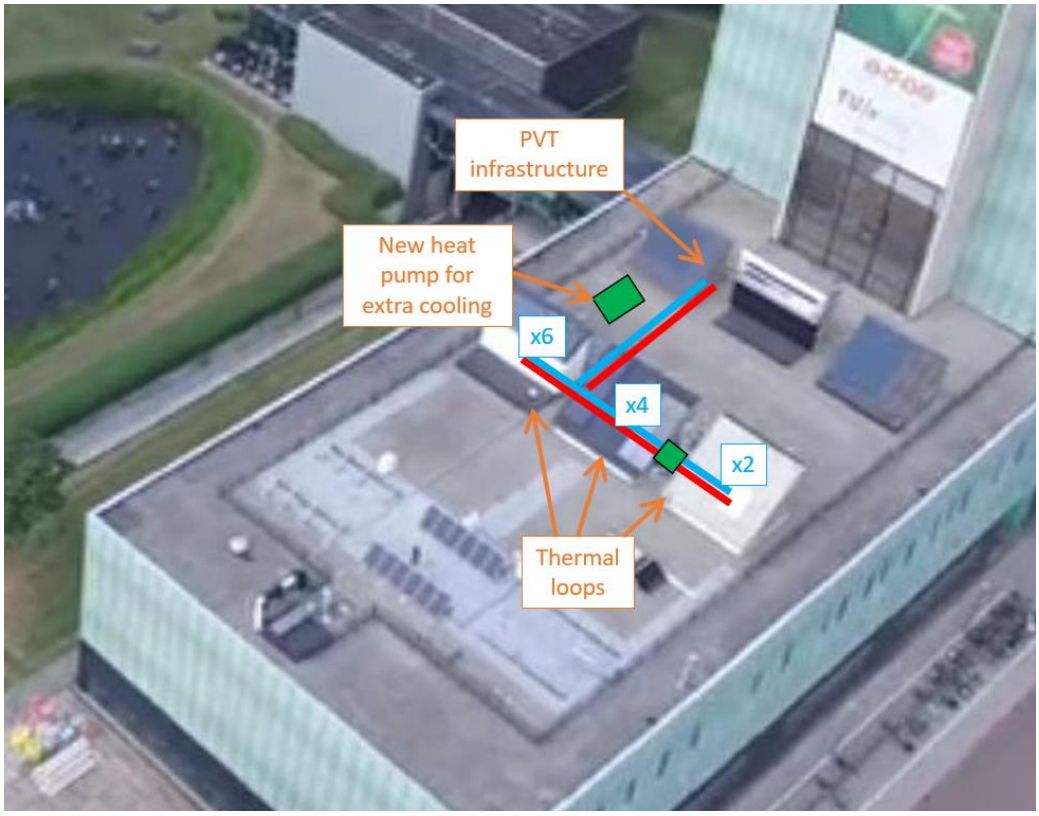
Figuur 1: Overzicht met eenduidige aanduiding van alle meetlocaties/huisjes. Zie Appendix voor verouderde nummering die ook nog wel in de omloop is.

Thermische infrastructuur (W-installatie)

De middelste rij is uitgerust voor BI-zonthermie en BI-PVT research. De thermische installatie is zodanig ontworpen dat de invoer temperatuur stabieler dan orde 0.5 °C kan worden aangeboden bij een typisch debiet van 160 l/hr in een temperatuur range van 15 tot 45 °C. Dit is geheel overeenkomstig met de specificaties/eisen uit de internationale norm voor zonnecollectoren, de ISO 9806. Alle temperaturen worden bemeten met Pt100 sensoren van de hoogste klasse die een nauwkeurigheid van de temperatuurmeting van 0.1 °C hebben. Dit is nodig omdat de thermische opbrengst van een zonnecollector gemeten wordt uit flow en verschil temperatuur tussen inlet en outlet.

In de loop der tijd is elke aansluiting per huisje weer opgedeeld in onafhankelijke meetsystemen om onafhankelijk van elkaar verschillende variaties van een prototype te kunnen onderzoeken. De dimensionering hiervan is per project uitgevoerd en heeft uiteindelijk geleid tot de huidige situatie

waarbij er tegelijkertijd aan (1+6+4+2=) 13 (!) onafhankelijke zonne-energie systemen gemeten kan worden op SolarBEAT. Zie Figuur 2 voor een overzichtsfoto van al deze thermische meetlocaties.



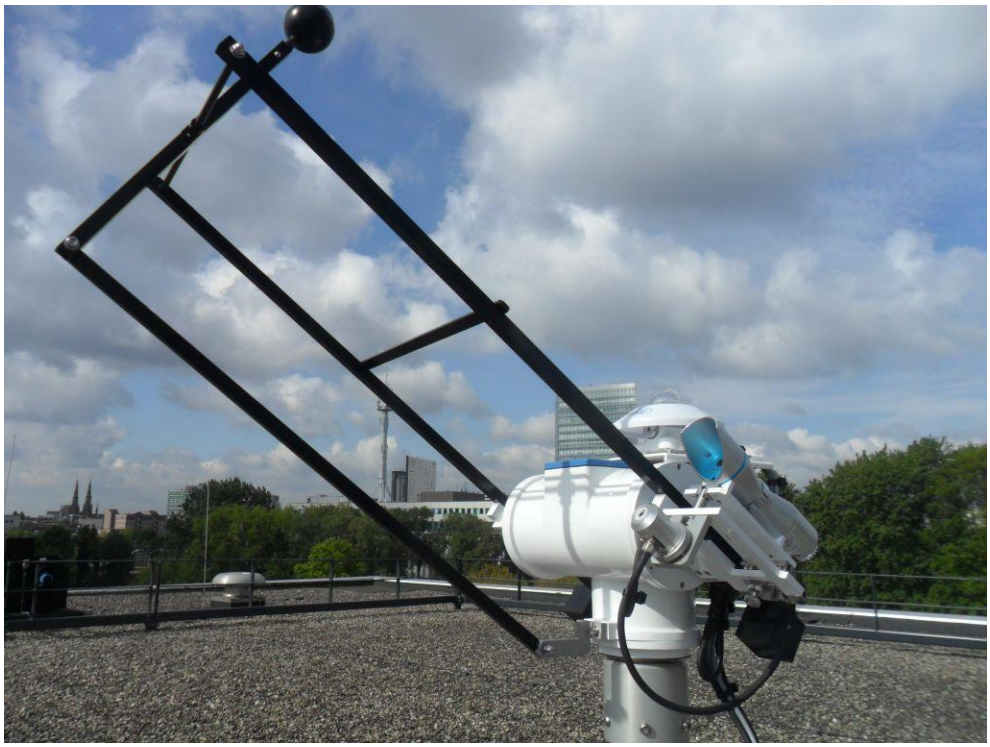
Figuur 2: Overzicht van alle meetlocaties/huisjes die zijn aangesloten op de thermische infrastructuur.

Solar Measurement Station (SMS) incl. weerstation

Een Outdoor BIPV R&D and Test facility kan natuurlijk niet opereren zonder de allerbeste meetapparatuur voor zonne-instraling. In de eerste fase zijn de eisen hiervoor opgesteld. Het bleek mogelijk om binnen het budget te kiezen voor pyranometers van de hoogst mogelijk nauwkeurigheid. Omdat dit een direct afgeleide is van de wereldwijde (First) standard, wordt dit genoemd: secondary standard. Een klasse lager is de First class die voor veel toepassing nog steeds toereikend is. In de loop der jaren zijn er diverse pyranometers van de secondary standard bijgekocht om in het vlak van de PV-panelen (POA=Plane Of Array) de instraling te kunnen meten. Ook zijn er nog diverse gekalibreerde photodiodes en een reference cell (gekalibreerd door Fraunhofer ISE) aangeschaft. Er is op SolarBEAT geen apparatuur van secondary class aanwezig omdat dit onvoldoende nauwkeurigheid heeft voor onderzoek.

Equipment	Brand	Type	Accuracy
Sun tracker	EKO	Str-22G	-
Pyranometer (for GHI)	EKO	MS-802	Sec.std.
Shading ball (for DHI)	EKO	MB-12	-
Pyrheliometer (for DNI)	EKO	MS-56	First class

Tabel 1: Specificatie van de zonne-instraling meetapparatuur.



Figuur 3: Ingezoomd op het tracker gedeelte van het SMS. Hierop gemonteerd zit een zogenaamde shading ball die ervoor zorgt dat een van de pyranometers altijd alleen maar de diffuse component van het licht meet. Ook gemonteerd op het meedraaiende gedeelte zit een pyrheliometer die rechtstreeks in de zon kijkt en meet.

Behalve zonne-instraling is het ook zeer gewenst om het lokale weer te bemeten. Dat doen we met een weerstation van Lufft (type WS 600). Hiermee wordt gemeten (even in Engels vanwege logica met meest gebruikte afkortingen):

- T_amb: Ambient Temperature
- T_dp: Dewpoint Temperature
- RH: Relative Humidity
- AH: Absolute Humidity
- p_amb: Ambient Air Pressure
- rho: Ambient Air Density
- v_avg: One-minute averaged wind speed

- v_max: Maximum 3-sec.measured wind speed in last minute := v_gust (NL: windstoot zoals deze ook altijd op journaal genoemd wordt als er over storm e.d. gesproken wordt)
- v_dir: Wind direction
- pr_type: Precipitation Type (supported are: code 00=dry; code 60=rain; code 70=snow)
- pr_int: Precipitation Intensity in mm per hour
- pr_quant: Cumulated precipitation in mm

Omdat dit geheel dichtbij elkaar geïnstalleerd is wordt het meestal in één aanduiding 'SMS' genoemd. Zie Figuur 4 voor het SMS op de locatie waar het heeft gestaan tot in 2017. Daarna is het verhuisd naar de dakrand om plek te maken voor de uitbreiding van de zuidelijke rij.

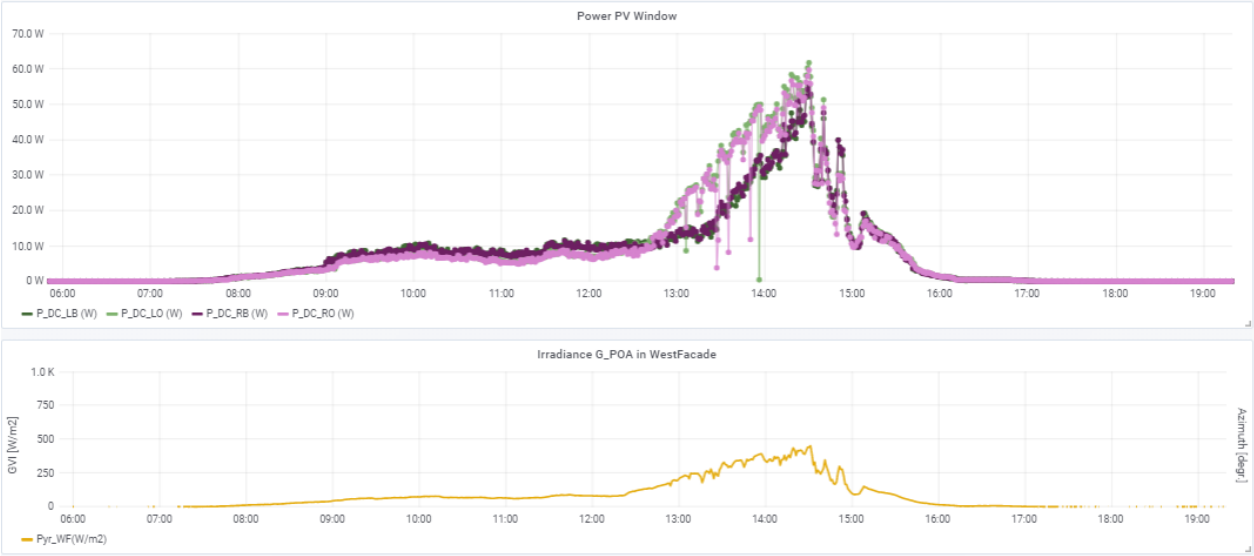
Figuur 4: Overzicht van SolarBEAT zomer 2015. Destijds stond het SolarMeasurementStation (SMS) - met voldoende afstand om geen schaduw te werpen - ten zuiden van de 2 rijen van in totaal 6 huisjes. Met de uitbreiding van de zuidelijke rij meetlocaties in 2017, is dit SMS meer naar de rand van het dak verhuisd.

Bijna elke sensor van het SMS (inclusief weerstation) wordt elke 5 seconden gemeten. Rapportage is per 1 minuut, m.u.v. de GHI waarvan ook per 5 sec elke meetwaarde beschikbaar is. Van bijna elke sensor is daarom per minuut beschikbaar: het gemiddelde, het minimum, het maximum en de standaarddeviatie. Voor sommige sensoren is dit too much, bv. de RH van de lucht varieert zodanig traag dat er binnen een minuut geen significante effecten optreden. Voor andere sensoren is deze info cruciaal! Bijvoorbeeld de direct instraling, DNI – zoals gemeten met de pyrheliometer – kan op een zomerse dag met hoge zonne-instraling en scherpe 'wolkenranden' zeer sterk fluctueren. Dit is voor veel onderzoekers van belang.

Data beheer

Al snel werd duidelijk dat een gestructureerde opslag van alle data die op SolarBEAT gegenereerd wordt hoogstnoodzakelijk is. I.s.m. 'Test & Measurement Solutions BV' (heet nu Averna BV) is er een SQL-server

ingericht, waarbij alle sensor data op project en gebruikers niveau wordt opgeslagen. Dit geeft de mogelijk om data centraal op een plek op te slaan, maar met behoud van vertrouwelijkheid. De beheerder stelt in welke usernaam met password combinatie toegang geeft dat welk (deel van) een project. Voor data visualisatie en analyse wordt gebruik gemaakt van Matlab, Python, en Grafana.



Figuur 5: Voorbeeld van Grafana data visualisatie, monitoring en analyse.

Sensoren en meetapparatuur

Elk project heeft zijn eigen onderzoeksvragen en daarmee ook zijn eigen sensoren. In totaal zijn er ongeveer 60 sensortypes die ongeveer 40 fysische grootheden meten. De totale hoeveelheid sensoren die uitgelezen worden hangt uiteraard af van de bezettingsgraad van SolarBEAT. Ter illustratie, op dit moment (31 December 2018) zijn dat 934 sensoren. Gemiddeld wordt er gerapporteerd met een frequentie van elke minuut. Enkele sensoren worden vaker uitgelezen, en enkele sensoren minder vaak. Er zitten 1440 minuten in een dag. Dat geeft een totaal aantal meetpunten van orde grootte 1000 * 1440 = anderhalf miljoen datapunten per dag.

Kalibraties

Van elke sensor – of eigenlijk van elk sensortype – dient een weloverwogen beslissing genomen te worden over kalibratie. Domweg alle sensoren elk jaar kalibreren is te duur en praktisch onuitvoerbaar. Voor de meeste sensoren volstaat een quick check die uitgevoerd wordt op een logisch moment, te weten tussen twee projecten in. Meetapparatuur die vaker gekalibreerd wordt omdat ze van cruciaal belang is, zijn power analyzers en pyranometers.

Figuur 6: Kalibratie tooling ontwikkeld door SEAC samen met EKO Instruments BV.

Extra resultaten

Bovenop de doelstelling van het projectplan is er meer gerealiseerd dan vereist. Dit is mogelijk gebleken dankzij de zeer succesvolle samenwerking met de TU/e. En dankzij het succes van begin af aan, waarbij er telkens meer projecten en bedrijven met onderzoeksvragen kwamen, dan het aanbod op SolarBEAT. Extra resultaten zijn:

- Uitbreiding van 6 meetlocaties naar 9 meetlocaties op het dak.
- Aantal thermische loops van oorspronkelijk 1 per huisje (en 3 in totaal) naar huidige situatie van (1+6+4+2=) 13 onafhankelijk instelbare meetposities voor zonthermie en PVT.
- In gebruik name van middelste deel van test-façade in west-façade van Vertigo, met optie om ook achter de façade te meten aan PV-windows.
- Verlaging van inlet-temperatuur op huisje MidWest om hiermee de nieuwe systemen van collectoren met warmte pompen te kunnen testen en de connectie met thermische opslag te kunnen maken.
- Inrichting van onderste 5 meters van de liftschacht als extra meetlokatie voor gevelpanelen.

Knelpunten

De belangrijkste/grootste problemen (technisch en organisatorisch) die zich tijdens het project hebben voorgedaan en de wijze waarop deze problemen zijn opgelost zouden als volgt benoemd kunnen worden:

Faillissement van één bedrijf in consortium dat gebruik maakte van SolarBEAT

In één van de projecten die onderzoek deden op SolarBEAT ging een bedrijf failliet. Het kostte toen veel tijd om een nieuwe partij te vinden die de taken uit het project over wilde. Logisch, want de meeste projecten worden gedraaid door een consortium van redelijk unieke partijen. Verder had het faillissement natuurlijk ook financiële consequenties. Alhoewel dit faillissement heel veel tijd en negatieve energie heeft gekost, moeten we ook even naar het groter plaatje kijken. Er zijn meer dan 50 bedrijven die de afgelopen jaren op SolarBEAT producten ontwikkeld hebben, en daarvan is er slechts 1 bedrijf failliet gegaan. Dat is eigenlijk nog best wel goede statistiek voor een innovatieve R&D-omgeving.

Plaatsing reflecterende folie liftschacht

Om de elektronica van de lift-aansturing van het Vertigo-gebouw te beschermen is er reflecterende folie voor de liftschacht geplaatst zonder dat de TU/e zich goed realiseerde dat dit consequenties heeft voor het onderzoek van SolarBEAT.

Figuur 7 Links: oorspronkelijke situatie met ramen voor de liftschacht. Rechts: nieuwe situatie per eind April 2015 met een reflecterende folie op de ramen om zonlicht uit de liftschacht te weren.

In eerste instantie werd gedacht om te kunnen compenseren voor de extra instraling die veroorzaakt wordt door de reflecterende folie. Echter, een zeer gedegen analyse liet duidelijk zien dat de extra instraling elke dag van het seizoen op een andere plek effect heeft en dan ook nog eens afhankelijk van het tijdstip van de dag. Deze extra instraling is maximaal problematisch! Bovendien blijkt er geen enkele plek op het dak te zijn die ontzien wordt. Daarop heeft de TU/e een doek/banner laten plaatsen dat deze reflecties compleet wegneemt. De banner is zo groot dat eenieder die de trein vanuit Eindhoven naar zuid-Nederland neemt, deze banner inclusief de tekst duidelijk kan lezen. Ook vanuit Google Maps is de banner duidelijk zichtbaar, zie Figuur 8.

Figuur 8: Banner op liftschacht van TU/e Vertigo gebouw is zelfs duidelijk zichtbaar vanuit Google Maps.

Alhoewel de banner op dit moment nog steeds een mooie reclame voor SolarBEAT is, zal dit geen blijvende oplossing kunnen zijn. Samen met TU/e DH zoekt SEAC naar een lange-termijn oplossing.

Technisch problemen t.a.v. data completeness

In een ideale wereld installeer je een prototype in SolarBEAT voorzien van diverse sensoren. En dan loopt de datastroom automatisch vanaf het moment van installatie t/m het projecteinde, een jaar later. In de praktijk is dit nooit het geval. Er zijn diverse oorzaken voor het falen van een 24/7 volcontinue datastroom. De belangrijkste problemen hieronder opgesomd hebben zich daadwerkelijk één of meerdere keren voorgedaan de afgelopen 6 jaren: power-cut op complete terrein TU/e, foutlopen van de centrale timeserver (onvoorstelbaar! maar toch gebeurd), verplichte Windows-updates die op de meest onmogelijk momenten geforceerd doorgevoerd worden, en een virus aanval (zogenaamde Trojan Horse). Het heeft de grootst mogelijke prioriteit van de projectleider om deze issues – die 'gaten' in de data slaan – zo spoedig mogelijk op sporen. In de eerste 2 jaren van SolarBEAT moest hier nog ervaring mee opgedaan worden. Tegenwoordig heeft SolarBEAT een professionele monitoring waarbij ook in de weekenden en vakantieperiodes ten minste dagelijks een check plaats vindt t.a.v. data completeness.

Uit contacten in het internationale netwerk van BIPV outdoor research facilities, blijkt dat er geen enkel instituut ter wereld een 100.0% data completeness heeft. Exacte getallen worden eigenlijk nooit gedeeld vanwege afspraken die hierover bestaande met klanten. Daarom kan de volgende bewering moeilijk

bewezen worden. Maar het lijkt toch erg aannemelijk dat de data completeness van SolarBEAT – zeker van de jaren 2017 en 2018 – als een v.d. hoogste ter wereld is.

Vertraging aanvang onderzoek door vertraging oplevering prototypes

Een vertraging in uitvoering van het projectplan komt wel eens voor. Er zijn veel projecten waarin het onderzoek op SolarBEAT als een van de laatste werkpakketten de meeste vertraging oploopt. Immers zolang prototypes die vaak opgeleverd worden uit eerdere werkpakketten nog niet klaar zijn, valt er ook nog niets te testen of onderzoeken. Een strenge projectleider dient ervoor te waken dat de vertraging binnen de perken blijft. Maar in de praktijk heeft de projectleider hier weinig instrumenten/middelen voor.

Bijdrage aan doelstelling

Het project SolarBEAT werkt direct aan de doelstelling om het Nederlandse bedrijfsleven ('eco-systeem') op het gebied van innovatieve Zonne-energie Applicaties en Systemen een boost te geven. Het algemeen beeld is, dat dit goed gelukt is. Bij aanvang (in 2012 werd het projectvoorstel geschreven) was er nauwelijks een Nederlandse BIPV-markt. Nu bij afsluiting van het project (eind 2018) is BIPV een overgang aan het maken van nichemarkt naar mainstream. Ook de ontwikkeling van het Nederlandse energie akkoord in de eerst helft van de project periode en de ontwikkeling van het Nederlandse klimaatakkoord in de tweede helft van de project periode, laten zien hoe essentieel SolarBEAT voor Nederland kan en zal zijn.

Spin off

Mogelijke spin off's zijn alle klanten van SolarBEAT die inmiddels een succesvol product op de markt hebben gebracht. Alhoewel de volumes nog steeds aan de lage kant zijn, lijkt er sinds aanvang 2018 toch echt een kentering aan de gang. Dat zou enerzijds zijn oorsprong kunnen vinden in de strakkere regelgeving die er middels BENG (voortgekomen uit de Europese Directive EC 2010/31) aan zit te komen voor deadlines 31 dec. 2018 en 31 dec. 2020. Anderzijds is de prijsdaling dusdanig groot dat BIPV-systemen zinvol renderende investering zijn voor gebouweigenaren, woningbouwverenigingen, vereniging van eigenaar en andere stakeholders.

Als spin off kan ook nog genoemd worden dat SolarBEAT niet ophoudt bij het project einde op 31 December 2018, maar als self-supporting BIPV Outdoor Innovation facility verder gaat. Middels een business plan is bewezen dat deze vervolgactiviteit veilig gesteld is.

Openbare kennisverspreiding

Het totaal aantal wetenschappelijke en algemene publicaties per jaar zijn weergegeven in onderstaande tabel:

till mid year	nr.of publications	nr.of media
2013	0	0
2014	1	2
2015	1	8
2016	1	5
2017	5	1
2018	2	3

Tabel 2: Overzicht aantal publicaties en media events over SolarBEAT.

openbare publicaties

Lijst met openbare publicaties in format: datum, titel, en plek waar deze gevonden kunnen worden.

25-2-14	Solar Research facility SolarBEAT at the roof of Vertigo Laagbouw	http://www.seac.cc/news/item/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=249&cHash=9b8a4b9fab8c38ef043ecb42d989c108
22-9-14	THE BIPV RESEARCH FACILITY 'SOLARBEAT' IN THE NETHERLANDS	PVSEC 2014 (Amsterdam), 6AV4.25
14-9-15	CHARACTERIZATION OF BIPV(T) APPLICATIONS IN RESEARCH FACILITY 'SOLARBEAT'	PVSEC 2015 (Hamburg), 6AV5.26
1-11-16	Openbaar Eindrapport project "AERII": Industrialization and System Integration of the Aesthetic Energy Roof Concept	https://www.seac.cc/wp-content/uploads/2016/11/AERII-Openbaar-rapport.pdf
23-6-16	ZIGZAG STRUCTURE IN FAÇADE OPTIMIZES PV YIELD WHILE AESTHETICS ARE PRESERVED	PVSEC 2016 (Munich): https://www.eupvsec-proceedings.com/proceedings?fulltext=valckenborg&paper=36405
21-2-17	SolarBEAT extended to 9 measurement locations	https://www.seac.cc/2728/
1-4-17	Openbaar Eindrapport project "WenSDak": Esthetisch gebouwgeïntegreerd zonneWarmte- en StroomDak	https://www.seac.cc/wp-content/uploads/2017/04/WenSDakEindrapport_OpenbaarFinal.pdf
1-2-17	Openbaar Eindrapport project "SunCycle": SunCycle 2nd generation concentrator cell-assembly	https://www.seac.cc/wp-content/uploads/2017/02/Final_SunCycle_OpenbaarEindrapport.pdf
10-11-17	SEAC's field testing facility SolarBEAT is fully booked	https://www.seac.cc/seacs-field-testing-facility-solarbeat-is-fully-booked/
23-11-17	This video will make you discover Solar Energy innovations at SolarBEAT!	https://www.seac.cc/this-video-will-make-you-discover-solar-energy-innovations-at-solarbeat/

Tabel 3: Overzicht publicaties SolarBEAT.

Nog verschenen in laatste halfjaar van projectduur (vanaf zomer 2018) is:

[1] 'Modeling Reflected Irradiance In Urban Environments – A Case Study For Simulation-Based Measurement Quality Control For An Outdoor Pv Test Site', Ádám Bognár, Roel Loonen, Roland Valckenborg, Jan Hensen, 6DO.10.4, 35th EU-PVSEC (2018), pp. 1672-1675

[2] 'Outdoor Characterization of Colored and Textured Prototype PV Façade Elements', C. Tzikas, R.M.E. Valckenborg, M. Dörenkämper, M.N. van den Donker, D. Duque Lozano, A. Bognar, R. Loonen, J.L.M. Hensen, W. Folkerts, 6AO.8.1, , 35th EU-PVSEC (2018), pp. 1468-1471

Alle publicaties voor EU-PVSEC zijn gratis te downloaden vanaf website: https://www.eupvsec-proceedings.com/

Media events

Hieronder staan de niet-wetenschappelijke / algemene publicaties waarbij het doel meer is gericht op het onder de aandacht brengen van SolarBEAT bij een breder publiek. Met hierbij in het achterhoofd gehouden dat SolarBEAT een faciliteit is om het Nederlandse bedrijfsleven een boost te geven.

26-3-14	Zonnetechnologie testen op laagbouw Vertigo	http://www.cursor.tue.nl/nieuwsartikel/artikel/zonnetechnologie-testen-op-laagbouw-vertigo/
23-1-14	SolarBEAT: proeftuin innovatieve BIPV systemen	http://www.sre.nl/projecten/energietransitie-in-de-brainportregio/gebouwde-omgeving-zon/solarbeat
27-9-14	Dakbedekking ook Zonnepaneel	Telegraaf
7-10-14	Solarbeat, de meet- en testopstelling voor productinnovatie	Energiebeurs Solar Event
8-10-14	Dakbedekking met Zonnecellen	Eindhovens Dagblad
21-10-14	Short interview at SolarBEAT about data measuring and data handling	TV: RTL Z Ondernemerszaken
14-11-14	Zonnepaneel als gebouwdeel	Cobouw voorpagina
14-11-14	Ruim baan voor BIPV	Cobouw Solar Special
1-3-15	Ruim baan voor BIPV - Solarbeat	De Architect
28-4-15	SolarBEAT meet aan Building Integrated PV(T) - Toekomstige dakbedekkingen?!	Dakenraad
1-10-15	Het AERspire BIPV-dak voor 'full roof solar'	vakblad Dakenraad
1-12-15	Het COSMOS-systeem voor 'full roof solar'	vakblad Dakenraad
1-1-16	picture of SolarBEAT on cover page	De Nederlandse Bank
1-2-16	Een PVT-systeem van Dimark Solar	vakblad Dakenraad
10-3-16	Nieuw Licht Op Rendementen PVT Systemen	Uneto-VNI
7-6-17	Nieuwszender studio 040: Economie Eindhoven groeit als kool	vanaf 1:00 in: https://www.youtube.com/watch?v=BeGFdO5OiKM
14-6-18	KIVI - PV(T) to collect energy from buildings	https://www.kivi.nl/afdelingen/elektrotechniek/verslagen/verslag/pv-t-to-collect-energy-from-buildings
12-10-17	Solar Magazine - Nederlandse bedrijven maken 'onzichtbare' zonnecollector	https://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i14639/nederlandse-bedrijven-maken-onzichtbare-zonnecollector
15-3-18	PV Opmaat - Testopstelling gekleurde en gestructureerde PV-gevel: 'Elke gevel PV zonder concessies aan ontwerp architect'	http://pvopmaat.nl/nieuws/i100/testopstelling-gekleurde-en-gestructureerde-pv-gevel-elke-gevel-pv-zonder-concessies-aan-ontwerp-architect

Tabel 4: Overzicht media-events SolarBEAT.

Er is een piek te zien van media-aandacht in de periode 2015 en 2016, toen er actief media contact gezocht werd om SolarBEAT meer breed onder de aandacht te brengen. Daarvoor (2013 en 2014) was SolarBEAT nog in opbouw en was de hoeveelheid aangemelde projecten in overeenstemming met de toenmalige capaciteit. Vanaf 2017 is het steeds minder nodig gebleken om SolarBEAT in de media te

krijgen, omdat de focus doelgroep – Nederlandse BIPV(T)-product en -service ontwikkelaars – al goed op de hoogte zijn van het bestaan van SolarBEAT. Uiteraard dient ervoor gewaakt te worden om hierin niet te passief te worden. Om SolarBEAT self-supporting te houden, is het cruciaal om de bezettingsgraad hoog genoeg te houden.

Bezoekers

In de afgelopen jaren zijn er veel mensen op SolarBEAT aan het werk geweest en op bezoek geweest. Uit projectadministratie kan er een orde grootte schatting gemaakt worden. Hieruit blijkt dat alles bij elkaar opgeteld, we minimaal 2000 unieke bezoekers hebben gehad op SolarBEAT.

Ook na de afsluiting van het TKI project blijft het mogelijk om SolarBEAT te bezoeken. We moeten daarbij wel eerlijkheidshalve vermelden dat we geen capaciteit hebben om wekelijks grote groepen particuliere bezoekers rond te leiden. Vanuit ons ligt de focus bij onderwijs, bedrijfsleven en ondernemers. Of anders geformuleerd: iedereen met ambitie om BIPV(T)-producten te ontwikkelen, te gebruiken of onder de aandacht te brengen bij een breed publiek – om zodoende het Nederlandse eco-systeem van BIPV Systemen en Applicaties te vergroten – is van harte welkom. Voor contactgegevens zie hieronder.

Rapport beschikbaarheid

Dit publiek eindproject is als pdf te downloaden op: https://www.seac.cc/publicaties/

Contactpersonen

- SEAC: Roland Valckenborg, valckenborg@seac.cc
- Holland Solar: Arthur de Vries, arthur.celstar@gmail.com

Conclusie en aanbevelingen

Het project TKIZ01018 SolarBEAT is zeer succesvol verlopen. Dat komt mede omdat dat de samenwerking met de TU/e uitzonderlijk goed heeft uitgepakt. Het is goed om te vermelden dat SolarBEAT niet alleen gebruik maakt van het dak van het Vertigo gebouw van de TU/e. Ook op de werkvloer is er een prettige en effectieve samenwerking met (voornamelijk) bouwkunde-medewerkers. Hoe logisch is het ook om een **B**IPV outdoor research facility te vestigen in & op het gebouw van **B**ouwkunde. Ten tweede is dit dak zon-technisch fantastisch! A. De oriëntatie is perfect zuid, hetgeen zowel goed is voor de interpretatie van resultaten als ook de meest maximale meettijd per dag geeft. B. Het Vertigo gebouw ligt in de gebouwde omgeving – en dus midden tussen potentiele gebouwen waarvoor de BIPV producten ontwikkeld worden. C. bovenop een dak met de enige toegangsdeur vanuit het gebouw geeft de grootste veiligheid t.a.v. vandalisme en diefstal. D. De skyline van Eindhoven is gelukkig nog niet zo hoog gegroeid, zodat huidige schaduw van overige gebouwen tot een uiterst minimum beperkt is.

Eén van de belangrijkste aanbevelingen is toch wel om telkens weer aan allerlei stakeholders uit te leggen hoeveel werk het is om outdoor research te doen. Het beeld van eenmalig installeren en dan

gewoon een jaar lang toekijken hoe de data vanzelf binnen stroomt en automatisch leidt tot nieuwe inzichten en verbeterde producten is complete nonsens. Prototypes van een middelmatig TRL-niveau zullen niet vanzelf een jaar lang overleven zonder hulp van de ontwikkelaars. Sensoren, meetapparatuur en meet-computers moeten continue in de gaten gehouden worden (en soms zelfs onderhouden worden). De meeste apparatuur dient elk jaar (of toch in ieder geval elke 2 jaar) gecheckt of opnieuw gekalibreerd te worden. Dit alles leidt tot substantiële kostenposten. Pas als dit tot in detail overlegd worden met potentiele klanten van SolarBEAT, dan pas ontstaat begrip voor de kosten, en hopelijk ook acceptatie van die kosten. Productontwikkeling gaat gepaard met bloed, zweet en tranen; ook als er gebruik gemaakt kan worden van een state-of-the-art BIPV outdoor research facility.

Dankwoord

“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.”

Appendix A: Format Publiek Eindrapport volgens RVO

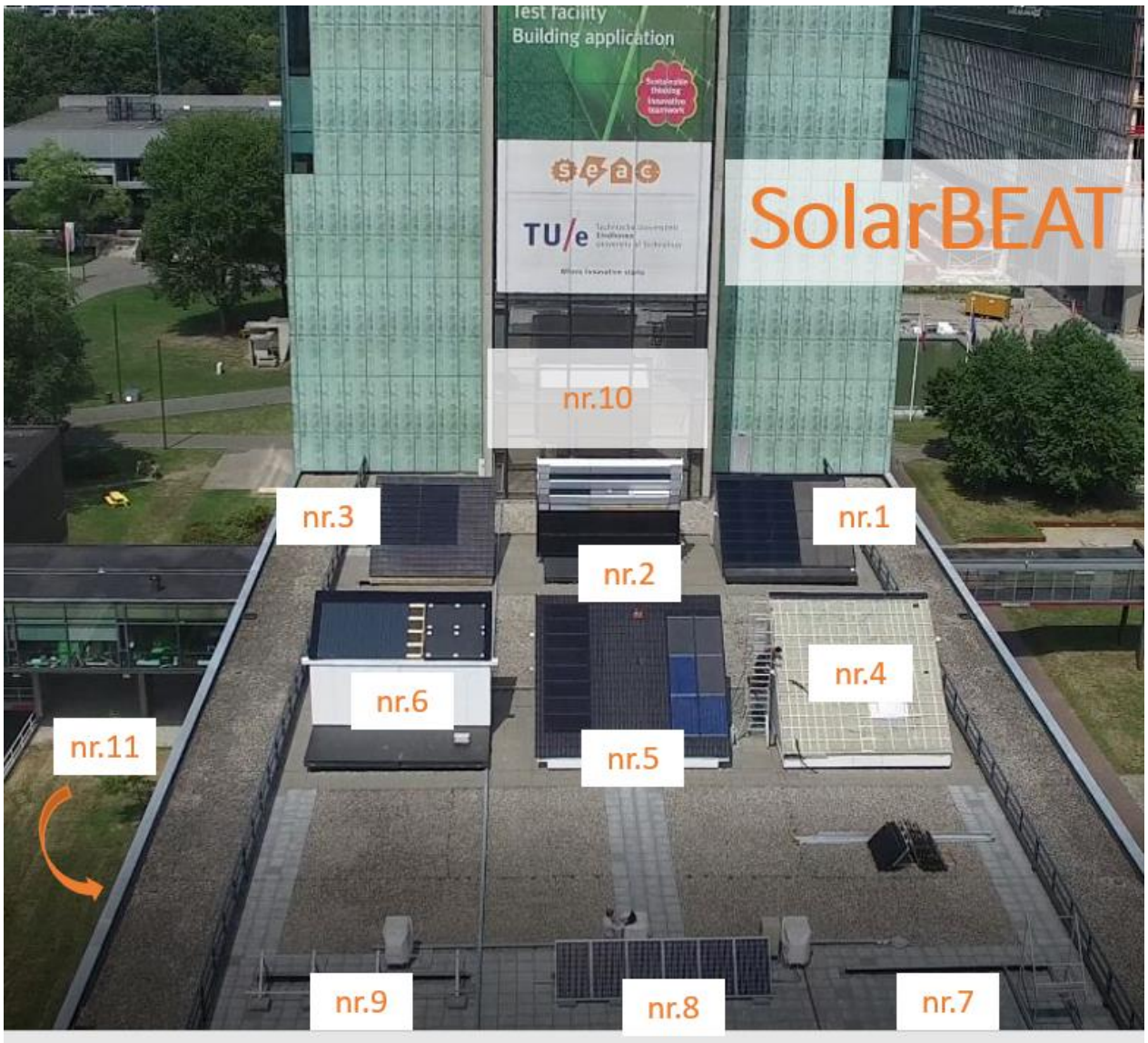
Voor dit publiek eindrapport is het vereiste format gedownload van de RVO-website, begin December 2018. Dat format ziet er als volgt uit:

Het openbare eindrapport moet de volgende elementen bevatten en is gesteld in de Nederlandse taal:

- Samenvatting van de uitgangspunten en de doelstelling van het project en de (eventueel) samenwerkende partijen
- Beschrijving van de behaalde resultaten, de knelpunten en het perspectief voor toepassing;
- Beschrijving van de bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling (duurzame energiehuishouding, versterking van de kennispositie)
- Spin off binnen en buiten de sector
- Overzicht van openbare publicaties over het project en waar deze te vinden of te verkrijgen zijn;
- Vermelding waar en tegen welke prijs meer exemplaren van dit rapport te bestellen zijn;
- Vermelding van contactpersoon (personen) voor meer informatie
- Vermelding van de verkregen subsidie op de volgende manier

Appendix B: SolarBEAT meetlocaties met (oude) nummering

Voor de volledigheid hierbij ook nog de nummering van de meetlocaties zoals deze in het begin van het project veel gebruikt werd. Deze nummering kan verwarring scheppen en is daarom veranderd in de eenduidige aanduiding met kompasrichtingen (bv. cabin North-East i.p.v. huisje 1)



Figuur 9: SolarBEAT meetlocaties volgens oude nummering.