

High Tech Campus 21
5656 AE Eindhoven

www.tno.nl

T +31 88 866 54 43

TNO-rapport

Openbaar Eindrapport Solar@Sea

Datum	11 augustus 2020
Auteur(s)	W. Soppe, D. Roossen, M. Jansen, G. de Jong, M. Koetse (TNO) W. Otto (Marin) M. vd Ven, W. de Vocht (Sunrayflex) M. Driesser, A. Bottger (Avans Hogeschool) R. Hietbrink (Philips)
Aantal pagina's	6
Subsidieverstrekker	RVO
Projectnaam	Solar@Sea
Projectnummer	TEUE117035
Contactpersoon	W. Soppe wim.soppe@tno.nl 088-8662380

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Projectpartners waren TNO, Sunrayflex BV, Marin, Avans Hogeschool en Philips N.V.

© 2020 TNO

Inhoudsopgave

1	Doelstelling van het project.....	3
2	Resultaten	4
3	Bijdrage aan energietransitie, vervolgvactiteiten en disseminatie	6
3.1	Bijdrage aan doelstellingen van het subsidieprogramma.....	6
3.2	Vervolgvactiteiten.....	6
3.3	Disseminatie	6

1 Doelstelling van het project

Het doel van het project was om een concept voor drijvende PV systemen te ontwikkelen voor offshore toepassing. De kern van het concept was gebruikmaking van flexibele drijvers en flexibele PV modules. Het idee hierachter is dat in dergelijke flexibele constructies minder (destructieve) golf kracht gepareerd hoeft te worden en daarmee goedkopere constructies mogelijk zijn dan voor rigide drijvende systemen.



Figuur 1: Artist impression van een mogelijke uitvoeringsvorm van het Solar@Sea concept.

2 Resultaten

Het doel van het project is geweest om een nieuw, lichtgewicht en flexibel concept voor drijvende PV systemen op zee te ontwerpen om zo een kosteneffectieve offshore opwekking van zonnestroom mogelijk te maken.

Het project is daarin geslaagd.

Er is een concept ontworpen, gebaseerd op schuimrubberen drijvers en stabilisatoren waar flexibele CIGS PV modules op worden bevestigd. Op basis van dit concept zijn enkele demo's gemaakt. Een kleine demo is gebruikt om de aangroei van algen en ander organisch materiaal op en onder het systeem te bestuderen in de haven van Den Helder. Een grotere demo van 900 Wp is eind 2019 geplaatst in een zandafgraving in de Weperpolder en wordt sinds het voorjaar van 2020 gemonitord qua performance. Het systeem heeft de zware stormen van februari 2020 probleemloos doorstaan en aangezien de elektrische opbrengsten conform verwachtingen zijn is dit een succesvol eindresultaat van het project.

Daarnaast is veel nieuw inzicht verworven in de stabiliteit van de flexibele CIGS modules onder frequente vervorming en over de aangroei van organisch materiaal op en onder drijvende PV modules op zee.

Simulaties van de kleine maar veel voorkomende vervormingen die de PV modules op de Noordzee te wachten staan (miljoenen keren per jaar verbuigingen van 1% of minder) in een proefopstelling genaamd "Dancing Beetle", hebben laten zien dat de gekozen CIGS modules deze vorm van mechanische belasting zonder problemen kunnen doorstaan. Ook de grotere verbuigingen, die incidenteel voorkomen onder stormachtige omstandigheden op zee bleken geen nadelige effecten op de modules te hebben.

De foulingproeven in Den Helder hebben duidelijk gemaakt dat de modules niet te laag op het water mogen liggen. Als er continue zeewater over heen stroomt vormt er zich snel algengroei op de modules. Testen met UVC-leds van Philips lieten zien dat de algengroei effectief bestreden kan worden met UVC licht. Uitdaging hierbij is de verdeling van het licht en beperking van het energie verbruik. Maar een meer praktische oplossing is om algengroei te voorkomen door de modules wat hoger boven het zeeoppervlak te plaatsen. Aan de zij- en onderkant van de drijvers is ook aanzienlijke aangroei van organisch materiaal geconstateerd. Voor het drijfvermogen heeft dit geen gevolgen. De consequenties voor de levensduur van de drijfvermaterialen is echter niet bekend.

Tenslotte is er ook een begin gemaakt met het ontwerpen van een groot commercieel offshore PV systeem op basis van het Solar@Sea concept en zijn er eerste berekeningen van de kosten van aanleg en onderhoud van een dergelijk systeem gemaakt.

Er zijn verschillende schaalmodellen (1:40 en 1:60) gemaakt en getest in de golf basins van Marin. Uit deze simulaties kwam naar voren dat symmetrische constructies (met name de donut-achtige structuur) in hydrodynamisch opzicht het meest stabiel zijn. Tijdens de simulaties traden zgn. snappings loads op. Dit gebeurde in extreme golftoppen wanneer de gehele ankerlijn werd opgetild van de bodem en dientengevolge strak kwam te staan, of in het geval van het donut model door torsie rondom de centrale ankerlijn. De aanbeveling voor een volgende ontwerpstep is om dit zoveel mogelijk te voorkomen door bijvoorbeeld het toepassen van langere ankerlijnen.

De eerste kostenanalyses laten zien dat materiaal en transportkosten in dit concept een dominante rol spelen. Voor commerciële toepassing van het concept moeten goedkopere materialen voor de drijvers, met lagere transportkosten worden toegepast dan in het huidige project. Dit is een van de belangrijkste uitdagingen voor het vervolgproject dat begin 2020 is gestart.



Figuur 2. Demo Weeperpolder bij plaatsing op 19 december 2019. Het schuim van de stabilisator is hier nog niet volgezogen met water. Dit duurt ongeveer een dag.

3 Bijdrage aan energietransitie, vervolgvactiteiten en disseminatie

3.1 Bijdrage aan doelstellingen van het subsidieprogramma

Voor het realiseren van de energietransitie moet er veel groene stroom worden geproduceerd. Deze stroom is niet alleen nodig om de huidige fossiel gestookte elektriciteitsopwekking te vervangen, maar ook nodig om het gebruik van aardgas en olie in de industrie te kunnen vervangen door waterstof. Het is onrealistisch om te verwachten dat al deze stroom zal kunnen worden opgewekt door wind en zon op land want daarvoor ontbreekt het maatschappelijk draagvlak. Wind op zee zal een steeds grotere rol gaan spelen voor de Nederlandse productie van groene stroom maar ook zon op zee biedt daarvoor volop gelegenheid. Vanwege de grote complementariteit van het aanbod van zonne-energie en wind-energie in de tijd kunnen de twee elkaar goed aanvullen richting een minder fluctuerend stroomaanbod. Op zee kan bovendien de infrastructuur die nodig is om stroom aan land te brengen gezamenlijk gebruikt worden.

Terwijl wind op zee ondertussen een volwassen technologie is, staat zon op zee nog in de kinderschoenen. Het Solar@Sea concept was bij aanvang van het project nog niet meer dan een theoretisch concept. Aan het eind van het project was de status Proof of Concept bereikt, maar er is nog veel ontwikkeling nodig om een volwassen technologie te worden. In het vervolgproject Solar@Sea II willen we daarvoor de nodige stappen gaan zetten.

3.2 Vervolgactiviteiten

Om de ontwikkeling van het concept van Solar@Sea voort te zetten is opnieuw subsidie aangevraagd bij RVO en verkregen (TEUE11003). Het project Solar@Sea II is op 1 januari 2020 gestart, met een enigszins gewijzigd consortium. Naast TNO zijn BlueWater Energy Services; Genap BV, Endures, Marin en Avans Hogeschool partner in dit project. Het doel van dit project is het bouwen van een 50 kWp demo systeem dat geïnstalleerd zal worden in het Oostvoornse meer.

3.3 Disseminatie

Persberichten:

26-11-18 Schager Courant "Test met drijvende zonnepanelen"

6-11-18 Eindhovens Dagblad "Solliance in Eindhoven doet proef met zonnecellen op zee"

12-11-18 Duurzaam bedrijfsleven "Drijvende zonnepanelen in weer en wind getest in Den Helder"

1-11-18 Solar Magazine "Solar@Sea moet dunne filmzonnepanelen op zee realiteit maken"

6-11-18 www.solliance.eu "Solar@Sea starts testing floating solar system"

24-6-21 www.solliance.eu "Test of floating thin-film solar module has officially started"