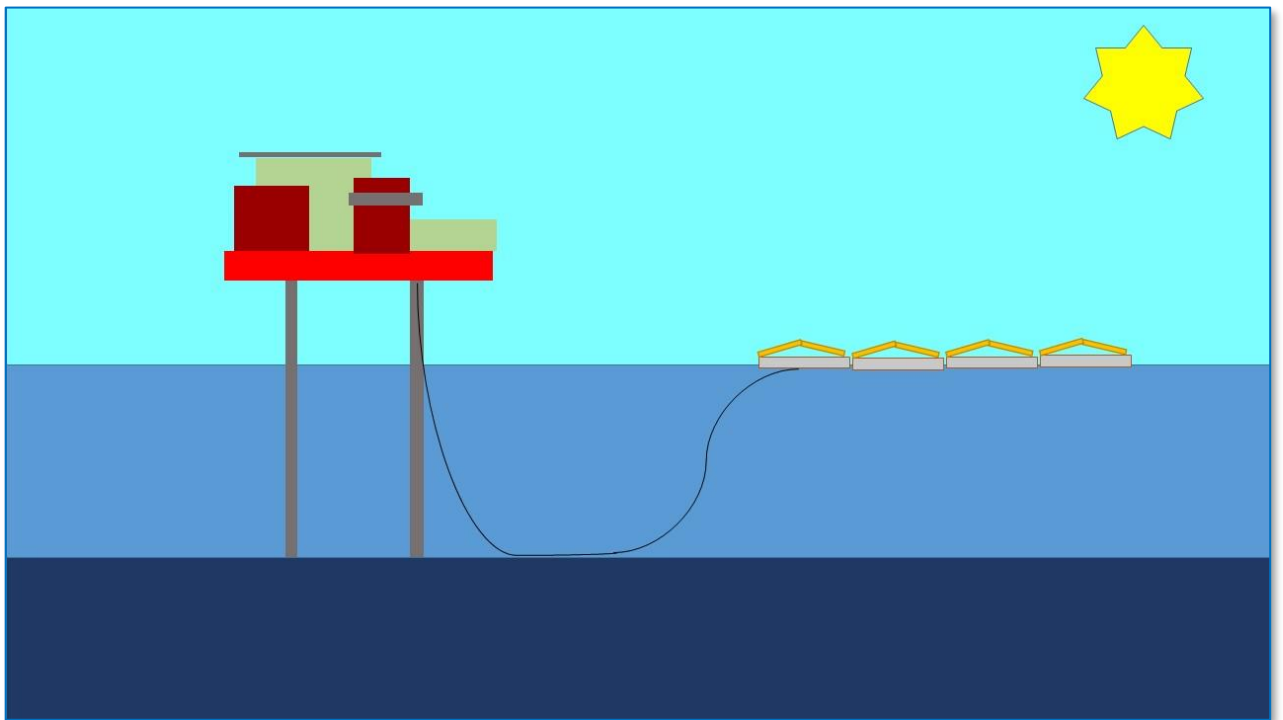


Oceans of Energy



Openbaar Eindrapport
Zon op Zee voor off-grid (productie)eilanden

Februari 2022

Contents

Openbaar Eindrapport	1
1. Gegevens Project	3
Project nummer	3
Vermelding verkregen subsidie	3
Project Titel.....	3
Penvoerder en medeaanvragers	3
Project periode.....	3
2. Samenvatting.....	4
Inleiding	4
Doelstelling	4
Samenvatting resultaten	4
3. Resultaten.....	5
WP 1 Ontwerp	5
WP 2 Modelling Energieopbrengst.....	5
WP 3 Schaalproeven	7
WP4 Marien ecologisch onderzoek: biofouling monitoring en literatuurstudie naar de milieu-effecten	7
WP 5 Onshore bouw van het systeem	9
WP 6 Offshore installatie van de pilot	9
WP 7 Operatie en onderhoud proefinstallatie, metingen, performance	9
WP 8 Basic engineering 1-5 MW floating solar plant / Techno-economische evaluatie 10	
WP 9 Decommissioning proefinstallatie	10
WP 10 Coördinatie en kennisdisseminatie	10
4. Uitvoering van het project.....	10
Perspectief van toepassing	10
Bijdrage aan de doelstellingen van de regeling.....	11
Veranderingen binnen het project	12
Spin off binnen en buiten de sector	12
Overzicht van openbare publicaties	12

1. Gegevens Project

Project nummer

TEHE117022

Vermelding verkregen subsidie

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

Project Titel

Zon op Zee pilot voor off-grid (productie)eilanden

Penvoerder en medeaanvragers

Oceans of Energy is penvoerder, de andere partijen medeaanvragers.

Deelnemer	Type organisatie	Rol
Oceans of Energy (OOE)	Klein bedrijf	Technologieontwikkelaar: ontwerp, bouw, installatie, operatie van de drijvende systemen
ECN	Onderzoeks-organisatie	Optimalisatie van de energieopwekking: selectie van PV modules; testen van performance, duurzaamheid, energieopbrengst en levensduur; modellering van grotere systemen op basis van resultaten uit de kleinere systemen
MARIN	Onderzoeks-organisatie	Ondersteuning middels uitvoering van modelproeven in de testbasins in Wageningen
TNO	Onderzoeks-organisatie	Optimalisatie van energie-afname: onderzoek energiegebruik platformen, balanceren en optimaliseren van de energievraag van het productieplatform als functie van het energie- aanbod van de drijvende PV installatie.
TAQA	Groot bedrijf	Als eindgebruiker van de opgewekte energie en (deel)eigenaar/operator van het productieplatform geeft TAQA input in het ontwerp en assistentie bij de onshore constructie.
Oranje-Nassau Energie (ONE)	Groot bedrijf	Als eindgebruiker van de opgewekte energie en als (deel)eigenaar en operator van verschillende platformen in de Noordzee geeft ONE input in het ontwerp en assistentie bij de offshore installatie.

Project periode

1 dec 2017 – 1 dec 2021

2. Samenvatting

Inleiding

De zee biedt zeeën van ruimte. Grootschalige zonne-energiesystemen op zee bestaan nog niet. Toch kan Nederland voor de helft of voor honderd procent duurzaam aan zijn energie komen: door slechts 5% van de oppervlakte van de Nederlandse Noordzee te gebruiken voor zonne-energie wordt 1300 PJ, de helft van al het energieverbruik, verkregen; of 10% van de oppervlakte van de Noordzee te gebruiken voor 100% offshore zonne-energie. Het doel van het project is om op pilot schaal de technologie te demonstreren die de opwekking van hernieuwbare energie middels drijvende zonnepanelen op zee mogelijk maakt zodat deze in eerste instantie op off-grid locaties op zee het gebruik van gas & dieselgeneratoren kan verminderen. Na dit project moet de technologie ver genoeg bewezen zijn om tot een (pre)commerciële schaal over te gaan – en vervolgens uit te breiden naar grootschalige drijvende zonnepanelen.

Doelstelling

De doelstelling van dit project is om het OOE offshore solar farm systeem op ware schaal te bouwen, testen en bewijzen op zee zodat het hierna op gewenste grootte in een commercieel project gebruikt kan worden. De gewenste oplossing ziet er als volgt uit:

- Het systeem moet bestand zijn tegen de condities op zee: golven, stroming, zout water.
- Het systeem moet zo economisch mogelijk zijn
- Het systeem moet zo eenvoudig mogelijk geïnstalleerd kunnen worden offshore
- Het systeem moet geschikt zijn voor opschaling
- Het onderhoud op zee moet zo minimaal mogelijk zijn en zo eenvoudig mogelijk uitgevoerd worden zodat een lange levensduur bereikt kan worden
- De opbrengst moet geverifieerd zijn
- Aan de platformzijde moet de opbrengst maximaal benut worden en is er een minimum aan energieopslag nodig om zo min mogelijk fossiele brandstoffen te gebruiken
- Het systeem moet een zo min mogelijke negatieve impact hebben op het milieu en vice versa, en een zo groot mogelijke positieve impact, en indien mogelijk gecombineerd gebruik mogelijk maken

Samenvatting resultaten

In dit project zijn technische barrières rondom drijvende zon op zee aangepakt en uit de weg geruimd. Een succesvol offshore solar farm systeem van Oceans of Energy met daarop bijna 50 kW aan zonnepanelen heeft 22 maanden op de Noordzee gelegen en met succes zware stormen overleefd. Er is binnen dit project veel kennis opgedaan en data verzameld inclusief de interactie met het mariene ecosysteem. Dit wereldwijd baanbrekende project, waarbij voor de eerste keer in de wereld zonnepanelen in echt offshore condities op volle zee met hoge golven zijn getest, heeft de weg vrij gemaakt voor deze innovatieve technologie met enorm potentieel voor Nederland alsook voor de gehele wereld. Technology Readiness Level (TRL) van het ontworpen en geteste prototype is 7-8.

3. Resultaten

WP 1 Ontwerp

De volgende uitgangspunten en componenten hebben een sterke basis gevormd voor het uiteindelijke ontwerp van het offshore zonnepark:

- **Farm lay-out:** Het vaststellen van het formaat van het drijvende zonnepark
- **Verankering:** Het ontwerp voor een afmeersysteem op de Noordzee
- **PV (elektrisch):** Selectie van PV-technologie in het systeem, beoogde montageprincipes die getest gaan worden, indicatieve bekabeling- en verlies berekeningen.

Het Oceans of Energy (OOE) offshore solar farm systeem ontwerp gold als input voor de eerste testen bij het MARIN in 2018 om verdere krachten te achterhalen. Het systeem is ontworpen om de omstandigheden in de Noordzee gedurende de levensduur van het project te weerstaan, evenals de omgevingsomstandigheden.

De haalbaarheid van het ontwerp is geverifieerd aan de hand van de volgende methoden:

- Testen op schaal: de OOE-afmeeroplossingen zijn getest in de testcampagne onder de zwaarste offshore-omstandigheden in het offshore-bassin van MARIN (WP3)
- Hydrodynamische simulatie: het ontwerp van de afmeervoorziening is geconfigureerd en gesimuleerd met softwaretools, op basis van de resultaten van de tests op schaal en de metingen in de Noordzee
- Expertise van offshore experts binnen en buiten OOE's organisatie

Elektrisch basisontwerp

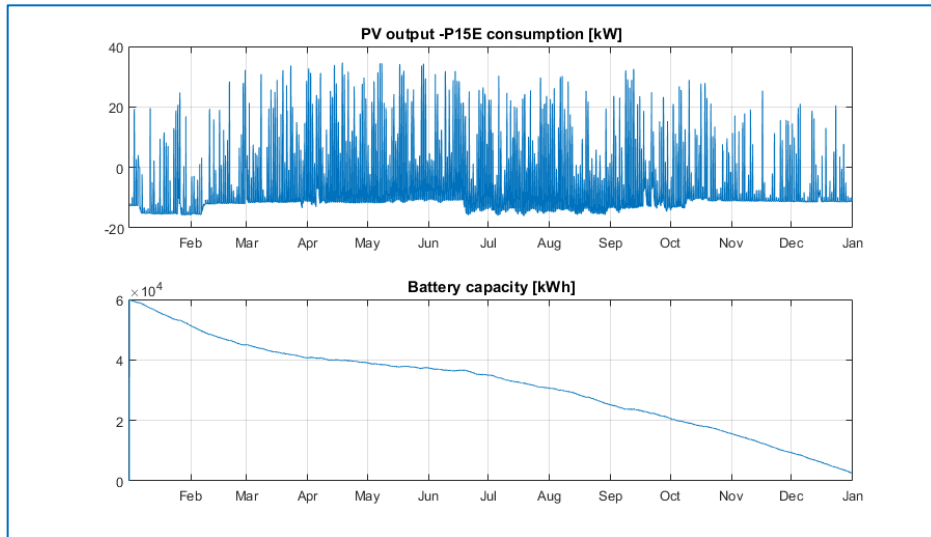
De te testen PV modules zijn opgedeeld in: exact te meten modules op basis van opbrengst en lichtintensiteit op de dag, en modules die in verschillende configuraties getest worden. Waterdichtheid van bekabeling en elektronische onderdelen is op basis van testen uitgevoerd. TNO heeft een bredere screening gedaan van PV panelen op basis van state-of-the-art technologie en verkrijgbaarheid. Twee merken panelen zijn op basis van de screening geselecteerd voor een kort laboratorium testprogramma met als doel de modules te onderwerpen aan stresscondities die typisch zijn te verwachten in een maritieme omgeving zoals blootstelling aan zout water en mechanische belasting als gevolg van hoge golven en wind. Op basis van de resultaten is geconcludeerd dat de twee type modules in principe geschikt werden bevonden voor toepassing in de NS1 pilot.

WP 2 Modelling Energieopbrengst

TNO heeft een bestaand energieopbrengstmodel aangepast op basis van een aangeleverde data set van Oceans of Energy met een beperkte time span en constante golfrichting berekeningen te doen om daarmee de golfbewegingen van een drijver met panelen en de invloed daarvan op de energiejaaropbrengst te simuleren. De eerste simulaties tonen aan dat de energieopbrengst van een drijvend ponton met daarop horizontaal geplaatste PV panelen het hoogst is wanneer er beperkte golven zijn. In het algemeen laten de simulaties zien dat bewegingen van de pontons als gevolg van de golven en daarmee de veranderde instraling resulteert in sterke fluctuaties van de stroom maar niet in de spanning. Echter, de opbrengstverliezen als gevolg van de pontonbewegingen zijn zeer gering ten opzichte van de maximaal uiterekende opbrengst (tot 1 %). In de simulatie is aangenomen dat de omvormer snel genoeg reageert om in zijn Maximum Power Point (MPP) te komen t.o.v. de frequentie van de golfbeweging.

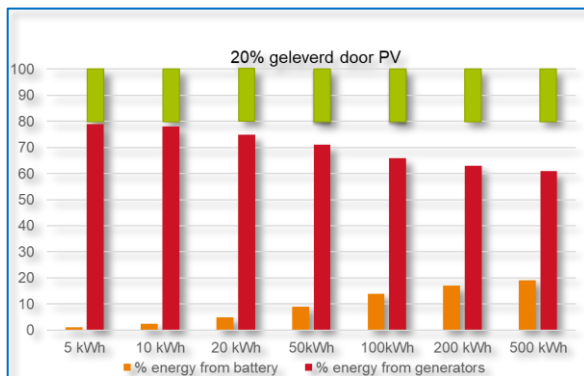
In een tweede deel van WP2 is een model ontwikkeld dat een balans bepaald tussen de actuele vraag naar energie en de beschikbaarheid (batterij) en productie ervan (zonnepanelen, generatoren). Het model kan gebruikt worden om inzicht te krijgen in hoeveel, wanneer en door welke subsystemen er energie wordt gevraagd of geleverd. Wanneer de vraag van ener-

gie (vanaf het platform) op een moment lager is dan de geproduceerde energie door de zonnepanelen, dan wordt deze direct opgeslagen in de batterij. Mocht de vraag hoger zijn dan de opbrengst van de zonnepanelen, dan worden de batterij en/of generator aangesproken. Let wel, de BEMS norm schrijft voor dat de generator maximaal 500 uren per jaar operationeel mag zijn. Als eerste testcase is beschikbare PV data gebruikt, geschaald naar het vermogen van de pilot (50 kW nominaal), en deze is vergeleken met de energievraag van platform P15E gedurende een periode van 1 jaar. Zie figuur 1.



Figuur 1: Boven -> verschil tussen PV opbrengst en energie verbruik (kW). Onder -> batterij wordt gedurende 1 jaar compleet verbruikt, bij start capaciteit 60 MWh.

Gegeven het PV vermogen van de test pilot (50 kW nominaal) en de vraag naar energie op platform P15E, dan geeft variatie in de capaciteit van de batterij het volgende resultaat, zie figuur 2. Een aanzienlijk deel van de gevraagde energie komt uit de generator. Hieruit blijkt dat om aan de BEMS norm wil worden voldaan, de beschikbare PV capaciteit en batterij voldoende groot moet zijn.



Figuur 2: Resulterende energiemix bij variërende capaciteit van de batterij (5-500 kWh), gegeven pilot vermogen van 50 kW nominaal en verwachte bijdrage van PV.

Het ontladen en opladen van de batterij gaat gepaard met een klein verlies, waardoor de capaciteit van de batterij met de tijd zal afnemen. De degradatie van de batterij en de lading van de batterij kunnen belangrijke parameters zijn om beter te kunnen voorspellen wanneer en hoe lang de batterij geladen moet worden. Het ontwikkelde model is in staat om de minimale benodigde capaciteit van de batterij in te schatten op basis van verwachte opbrengst uit PV-energie en gegeven generatorvermogen (en vice versa), en kan hiermee ingezet worden als initieel sizing tool van equipment.

WP 3 Schaalproeven

Bij MARIN zijn twee series met schaalproefexperimenten gedaan, in December 2017 en in December 2018. Marin is een wereldwijd gerenomeerde faciliteit voor basintesten en wordt meestal gebruikt door de olie-en gas en offshore windindustrie om groen licht te krijgen voor dat de kostbare installaties (windturbines, FPSO schepen) daadwerkelijk gebouwd mogen gaan worden. Het doel van de eerste serie modelproeven was om (kwalitatief) inzicht te krijgen in het bewegingsgedrag van de drijvers, de krachten op de ankerlijnen in het veld van drijvers in verschillende golfhoogtes, in Noordzee stormcondities.

De schaalproeven lieten zien dat het systeem stabiel bleef in alle omstandigheden en ook de extreme condities heeft weerstaan van hoge golven (H_{max} 13 meter), korte golfperiode en ondiep water (20 meter). De maximale ankerkrachten van het systeem zijn met deze testen bepaald. Deze maximale krachten zijn leidend geweest voor het uiteindelijke gedetailleerde ontwerp van drijvers en ankersysteem.

WP4 Marien ecologisch onderzoek: biofouling monitoring en literatuurstudie naar de milieu-effecten

Biofouling monitoring

Van februari 2018 tot en met november 2020 zijn er verschillende experimenten uitgevoerd op zout water. Het ging om eerste testen met als primaire doel om proefondervindelijk te onderzoeken wat de aangroei zou zijn op het glas van de zonnepanelen met of zonder coating ("PV coating" genoemd vanaf nu) en wat de aangroei zou zijn aan de onderkant van de drijvers met of zonder coating ("anti-fouling" genoemd vanaf nu). Hieronder in tabel 1 een overzicht van wat, wanneer en waar er getest is. De verzamelde gegevens leverden waardevolle input op voor de verbetering van ons PV-montageontwerp, dat nu geoptimaliseerd is voor NS2-drijvers. Waar we eerst nog algengroei zagen op bepaalde panelen (met of zonder coating), is dat probleem in het nieuwste ontwerp opgelost door te spelen met de waterafvoer over de panelen, de juiste PV-bevestiging en hoek.

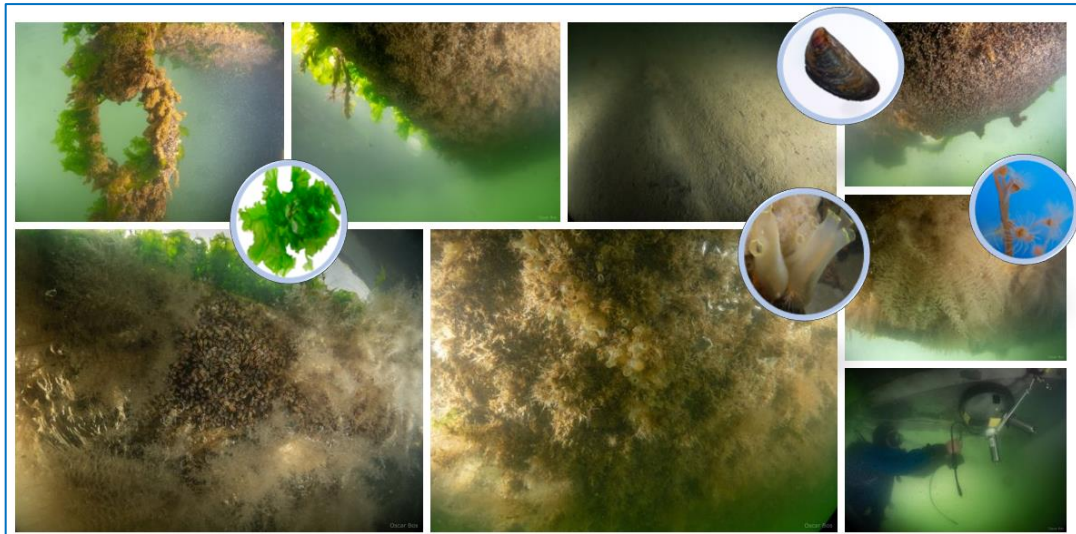
Locatie	Start	Eind	# PV-coating types	# anti-fouling types
Oosterschelde	Dec 2017	Okt 2018		Anti-fouling
Oosterschelde	Feb 2018	Okt 2018	8 coatings	
Noordzee	Nov 2019	Nov 2020	7 coatings	4 verven en 1 ander materiaal

Tabel 1: Overzicht van uitgevoerde coating en anti-fouling testen. Welke coatings en verven zijn getest is vertrouwelijke informatie.

Door Wageningen Marine Research (WMR) is 2 keer de onderkant van de drijvers bemonsterd met behulp van duikers. Toen twee drijvers tijdelijk uit het water gingen, is ook op de kade de onderkant bemonsterd. Er zijn 5 verschillende anti-fouling oplossingen aangebracht aan de onderkant van de drijvers. Gedetailleerde resultaten van WMR zijn nog niet beschikbaar (en maken ook geen onderdeel uit van het NS1 project). Wel is het duidelijk waaruit de mariene aangroei community bestaat: voornamelijk mosselen, en ook wat andere ongewervelden, zoals spookkreeftjes, mosdieren, slijkgarnalen, zeepokken, borstelwormen (zie figuur 3 en 4). Dit laat een typische aangroei-gemeenschap van de Noordzee zien.



Figuur 3: Onderkant drijver NS1-1 met PATO antifouling. De gehele onderkant is bedekt met mosselen (*mytilus edulis*).



Figuur 4: Foto's van de aangroei aan de onderkant van een drijver. Bron foto's: WMR Oscar Bos

Literatuurstudie

Een risk-based impact assessment is uitgevoerd binnen het NS1 project, gebaseerd op literatuurstudie en 'expert opinions' van wetenschappers met wie we hebben gesproken de afgelopen jaren. Door het opzetten van een meer uitgebreid ecologisch monitoringsprogramma binnen het opgeschaalde project (NS2) zullen (sommige) aannames en voorspellingen die gedaan zijn in de ex-ante Environmental Impact Assessment getest kunnen gaan worden.

Additioneel ecologische monitoring en onderzoek

Naast de activiteiten binnen WP4 heeft Oceans of Energy ook de interactie van de platformen met het zeeleven, dat wil zeggen vogels en zehonden, geobserveerd met camera's. Vogelsoorten en tellingen, evenals waarschijnlijk gerelateerde parameters zoals golfcondities en tijdstip van de dag werden geregistreerd. De weersomstandigheden lijken een effect te hebben op het aantal vogels op de platforms. Doorgaans vliegen alle soorten vogels weg wanneer een klein briesje opsteekt en de platformen een beetje beginnen te schommelen.

In de afgelopen jaren heeft Oceans of Energy ook het initiatief genomen om een eerste modelstudie op te zetten en te publiceren (in samenwerking met UU en NIOZ). In deze studie is onderzocht wat het effect is van GROOTSCHALIGE zon op zee voor de hydrodynamica en de primaire productie op drie plekken in de Noordzee. Hieruit volgt dat het schaduw effect op de primaire productie te verwaarlozen is. De paper is [hier](#) te vinden op het internet.

WP 5 Onshore bouw van het systeem

Onder NS1 vond de eerste serieproductie van drijvers plaats bij OOE. Gedurende de bouw is het productieproces verbeterd, waarbij enorme tijds, kosten- en materiaalreducties gerealiseerd zijn wat betreft benodigde uren voor constructie en materiaalkosten.

WP 6 Offshore installatie van de pilot

Een eerste drijvers zijn geïnstalleerd op de Noordzee in November 2019 (Figuur 5). Hierna is het zonnepark langzaam uitgebreid (Figuur 6).



Figuur 5: Foto van de eerste drijvers geïnstalleerd op de Noordzee, November 2019.



Figuur 6: Volledige NS1 farm op de Offshore Test Site, 12 km ten westen van Scheveningen. Zomer 2021

WP 7 Operatie en onderhoud proefinstallatie, metingen, performance

Er was bij aanvang project geen commercieel monitoring systeem beschikbaar die voldeed aan de gestelde eisen zoals: robuust, laag stroomgebruik, diverse verschillende specifieke sensoren met verschillende interfaces voor instelling en uitlezing, lokaal kunnen wegschrijven van relatief veel data om perioden zonder verbinding te kunnen overbruggen, periodiek wegschrijven van data naar onshore TNO server, remote kunnen inloggen voor aanpassingen, automatisch stabiel rebooten na power out etc. Het bleek dat het ontwikkelen van een goed werkend monitoring systeem voor op zee een grotere inspanning was dan vooraf voorzien. Uiteindelijk is een geheel nieuw monitoring systeem ontwikkeld, getest en geïmplementeerd. De volgende parameters zijn gemonitord: PV output (spanning, stroom, vermogen, energie); Temperaturen (PV panels en omgevingstemperatuur); Zonne-instraling (2 type sensoren) ; GPS (tijd, positie); Accu status (spanning); 9 DOF beweging (acceleratie, rotatieversnelling,

oriëntatie) en webcam voor globale visuele inspectie. De data is periodiek via een 4G GSM tunnel naar een TNO server verstuurd. Het systeem heeft uiteindelijk 7 maanden (27 augustus 2020 tot 11 maart 2021) succesvol data verzameld en verschillende stormen overleefd, zoals Ciara en Dennis in Feb 2020 (significante golven van 5.1 meter en 100 km/uur windsnelheden). Het OOE offshore solar farm systeem heeft deze stormen zonder problemen doorstaan.

WP 8 Basic engineering 1-5 MW floating solar plant / Techno-economische evaluatie

Op basis van de resultaten is als geschikte vervolgstap bevonden om richting een veldgrootte van 1 MW toe te ontwikkelen. Eerste stappen zijn daarvoor uitgevoerd. Gedurende het project heeft veel overleg plaatsgevonden met relevante stakeholders. De resultaten worden verder uitgewerkt in het vervolgproject North Sea 2.

WP 9 Decommissioning proefinstallatie

De decommissioning van het NS1 project is uitgevoerd in Augustus 2021. Het materiaal is gerecycled. Dit was de eerste keer dat een operatie van dergelijke schaal door OOE is uitgevoerd. De decommissioning is een goede les geweest qua schaal en logistiek.

WP 10 Coördinatie en kennisdisseminatie

OOE heeft het project gecoördineerd. De samenwerking tussen de partners is goed verlopen. Gedurende de duur van het project heeft Oceans of Energy een aantal Consortium meetings georganiseerd. Algemene informatie over het project is publiekelijk beschikbaar gesteld via de internetwebsites van de partners en middels het geven van (in)formele presentaties op verschillende Noordzee events, seminars en conferenties. Ook zijn we in dit project uitgebreid in gesprek gegaan met de overheid (Ministeries van EzK, LNV, I&W en Rijkswaterstaat, Top sectoren TKI Wind op Zee en Urban Energy), de provincie en gemeenten (Zuid-Holland, Zeeland, Den Haag) en Noordzee stakeholders (CoP, North Sea Farmers), o.a. door deel te nemen aan overlegorganen (Holland Solar, NVDE, Zon op Water consortium), brainstorm, seminars, conferenties (o.a. Noordzeedagen, Offshore Energy, Sunday, Floating Solar Conference, EU PVSEC) om ons project daar te presenteren en te leren hoe zij tegenover het concept Zon op zee staan en of er kansen waren/zijn om samen te werken.

Mede door gezamenlijke inspanningen van de NS1 partners, en uiteraard door de resultaten/publiciteit rondom de pilot op zee, is er een Routekaart Zon op Water opgesteld die is ingezonden op 2 Februari 2020 als kamerbrief (zie [hier](#)). Daarnaast heeft OOE input geleverd op publieke consultatierondes voor de SDE++ regeling, aanpassingen aan de elektriciteitswet voor grid aansluiting op zee en het Programma Noordzee 2022-2027.

Wij hopen met het NS1 project een eerste bijdrage geleverd te hebben voor de gehele opkomende Zon op Zee sector om de weg vrij te kunnen maken voor grootschalige proeven van drijvende zonneparken middels nieuwe financieringsmogelijkheden en aanpassingen aan de Nederlandse wet-en regelgeving.

4. Uitvoering van het project

Perspectief van toepassing

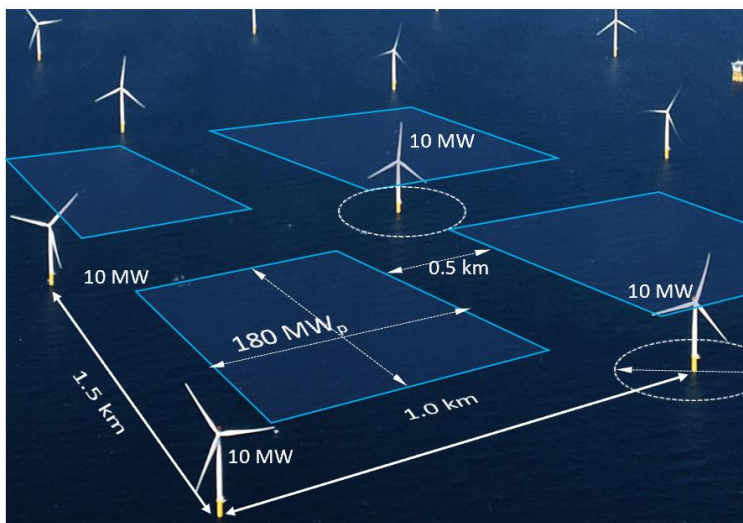
De zeeën en oceanen bieden oneindig veel ruimte voor de winning van zonne-energie. Dit was tot voor kort nog onbekend terrein voor de (zonne-)energie industrie. In dit project zetten we als eerste (in de wereld) de stap van binnenwater naar PV-farms op volle zee. Nu, vier jaar later, zijn er enkele (internationale) nieuwe beginners, als ook consortia met grote spelers, die aangeven met PV naar zee te willen gaan. Ook zijn er kennisinstellingen bezig met het ontwikkelen van kennis omdat zij inzien dat grootschalige pv-systemen op land, en op

binnenwater, binnen korte tijd tegen de ruimtelijke grenzen zullen aanlopen in Nederland, en de zee ideaal is, zeker in combinatie met offshore wind.

In dit project is in eerste instantie de markt van off-grid olie-en gasplatformen in de Noordzee geïdentificeerd als (niche) markt voor drijvende zonneparken. Olie/gasplatformen hebben elektriciteit nodig. Aangezien zij op afgelegen locaties staan, ver weg op zee, is er geen land-netwerkaansluiting voor handen. Het verbranden van fossiele brandstoffen is momenteel de enige mogelijkheden voor elektriciteitsopwekking. Zonne-energie kan deze fossiele generatoren vervangen, eventueel aangevuld met opslag en vraag-aanbod afstemming. Echter er is geen ruimte voor (genoeg) zonnepanelen op een platform. Een drijvende zonne-farm biedt, zoals blijkt uit dit project, een oplossing voor deze off-grid platformen (gecombineerd met opslag).

Daarnaast is de grote markt voor zon op zee in Nederland de combinatie met offshore wind. De ruimte tussen de windmolens op zee van bestaande en toekomstige windparken is een logische plek om drijvende zonnenvelden aan te leggen. Dezelfde kostbare elektriciteitskabel naar wal kan gebruikt worden; het zon en wind opwekprofiel vullen elkaar goed aan, en zo wordt de kabel veel beter benut. Samen met Utrecht Universiteit heeft Oceans of Energy daar ook een artikel over gepubliceerd in 2021¹. Gebruik makend van dezelfde ruimte op zee kan tot 5 keer zoveel energie opgewekt worden dankzij de hogere dichtheid van zonne-energie (Figuur 7).

Onze exportmarkt is de hele wereld, waar wij, samen met andere Nederlandse maritieme spelers, een product kunnen leveren dat goed past bij ons land. Afgelegen eilanden, die altijd gebrek aan ruimte hebben en een overvloed van ruimte op zee, en (grote steden in) kustgebieden, waar het merendeel van de mensen op aarde wonen. Door nu te beginnen met zon op zee in de praktijk te brengen, verwachten wij een grote positieve impact wereldwijd te creëren.



Figuur 7: Schematische weergave van een windpark waartussen 4 windturbines van elk 10 MW een drijvend zonnepark van 180 MW capaciteit kan worden aangelegd met grootte van 1 km², waarbij de totale energie opbrengst per km² 5 keer zo hoog wordt

Bijdrage aan de doelstellingen van de regeling

De Hernieuwbare Energie Regeling (HER) had – bij indiening van dit project – onder andere als doel om duurzame energieprojecten te subsidiëren die niet in de SDE+ zaten en waarop door innovatie additionele hernieuwbare productie haalbaar kon zijn. De HER beperkte zich

¹ Pooling the cable: A techno-economic feasibility study of integrating offshore floating photovoltaic solar technology within an offshore wind park. Solar Energy, 2021. Link [hier](#).

tot een aantal technologie opties, waaronder niet aan het net gekoppelde zon PV-systemen. Het systeem dat binnen dit project is ontwikkeld en gebouwd is precies zo'n off-grid drijvend PV systeem. Dankzij dit project is er een technologische oplossing voor handen om hernieuwbare energie op te wekken bij ver weg op zee gelegen off-grid productieplatformen. Dit is additionele duurzame energieproductie, aangezien drijvende zonnepanelen op zee nog niet bestonden in Nederland voor dit project.

Dit project zal aanzet gegeven voor de uitrol van heel veel meer additionele duurzame energieproductie in 2030. De toekomstige drijvende zonneparken zullen leiden tot een besparing op de uitgaven aan SDE+ die groter is dan de aangevraagde subsidie.

Veranderingen binnen het project

Er heeft zich binnen het project 1 projectplanwijziging aangediend, en dat was het vervroegen van de operationele fase op zee en een wijziging van einddatum. Hierdoor is het OOE off-shore solar farm systeem bijna tweemaal zo lang op zee verbleven dan in eerste instantie gepland, namelijk bijna 2 jaar in plaats van 1 jaar.

Spin off binnen en buiten de sector

Zon op Zee heeft een ongekend potentieel. Doordat Nederland bijdraagt aan de ontwikkeling van deze nieuwe technologie door pilots zoals dit project mede te financieren, kan zij haar naam als maritiem innovatief land wederom waarmaken en een fantastisch export product neerzetten. De kansen voor de maritieme offshore sector, zowel voor de bouw van de zonneparken als mede voor de installatie en onderhoud, zijn groot, en de banen die daarmee gecreëerd kunnen worden veelvuldig.

De technologische uitdagingen die nog moeten aangepakt liggen voornamelijk buiten de maritieme sector, maar in de PV en elektra industrie. Zo is er nog onderzoek nodig om de kwaliteit van de elektrische componenten te waarborgen voor een lange levensduur op zee. Onderzoeksinstituten, materiaal en PV moduleproducenten en modulemakers kunnen in gezamenlijke onderzoeksinspanningen komen tot een coherente aanpak om relevante standaard protocollen en verbeterde materialen voor deze nieuwe toepassing te ontwikkelen.

Het kwalificeren van "zeewaardige" PV panelen en componenten staat ook nog in de kinderschoenen, maar ook daarin zou Nederland koploper kunnen worden. Deze spin off verdient veel aandacht omdat het op termijn een enorm hoog volume potentieel heeft.

Overzicht van openbare publicaties

Algemene informatie over het project is publiekelijk beschikbaar gesteld via de internetwebsites (LinkedIn, home pages) van de partners en middels het geven van (in)formele presentaties op verschillende events, seminars en conferenties (Zie WP10). Een aantal *peer-reviewed* artikelen zijn verschenen over (de potentie/impact van/synergiën met) Zon op Zee, waarin Oceans of Energy en/of partners aan hebben meegewerkt als co-auteur, of/en waarin indirect bevindingen die binnen het NS1 project zijn gedaan, worden gebruikt:

- Pooling the cable: A techno-economic feasibility study of integrating offshore floating photovoltaic solar technology within an offshore wind park. *Solar Energy*, Volume 219, Mei 2021, Paginas 65-74. [Link](#)
- Environmental impacts and benefits of marine floating solar. *Solar Energy*, Volume 219, Mei 2021, Paginas 11-14. [Link](#).
- Effects of large-scale floating (solar photovoltaic) platforms on hydrodynamics and primary production in a coastal sea from a water column model. *Ocean Science*, Volume 16, Issue 1, Paginas 195-208, 2020. [Link](#).

Een aantal artikelen over Oceans of Energy, het NS1 project, of Zon op Zee in het algemeen, zijn verschenen in vakbladen en kranten. Een kleine greep daaruit:

- Solar Magazine, 11 Nov 2021: [Link](#).
- Solar Magazine, 14 sept 2021: [Link](#).
- Solar Magazine, 16 Juli 2021: [Link](#).
- Solar Magazine, 16 maart 2021: [Link](#).
- Solar Magazine, 8 maart 2021: [Link](#).
- NRC Wetenschap, 16 april 2021: [Link](#).
- Trouw, 11 maart 2020: [Link](#).
- Financieel Dagblad, 6 Feb 2020: [Link](#).
- Volkskrant, 2020: [Link](#).
- Energieia 2018: [Link](#).
- Trouw, 12 Feb 2018: [Link](#).
- AD, 9 Feb 2018: [Link](#).
- Leidsch dagblad, 6 Feb 2018: [Link](#).
- www.nu.nl, 6 Feb 2018: [Link](#).

Het contactpersoon voor meer informatie over het NS1 project en de publicaties kan opgevraagd worden bij: PR Director Oceans of Energy, Ariane.vanhoeken@oceansofenergy.blue