

Adviesrapport

landschappelijke inpassing
zonnepanelen RijnlandRoute

solarpartners

Rubberstraat 6
1411 AL Naarden
+31 (0) 35 8878700

Adviesrapport landschappelijke inpassing zonnepanelen RijnlandRoute

solarpartners
uw partner in zonne-energie

Adres: Rubberstraat 6
1411 AL Naarden

Contactpersoon:

Telefoonnummer:

Emailadres: @solarpartners.nl

Website: www.solarpartners.nl

In samenwerking met:

wURck

Adres: Sluisjesdijk 46
3087AH Rotterdam

Contactpersoon:

Telefoonnummer:

Emailadres: @wurck.nl

Website: www.wurck.nl

Opdrachtgever

Provincie Zuid Holland

Adres: Zuid-Hollandplein 1
2509 LP Den Haag

Contactpersoon:

Telefoonnummer:

Emailadres: @pzh.nl

Website: www.zuid-holland.nl

Comol5

Adres: Marten Meesweg 25
3068 AV Rotterdam

Contactpersoon:

Telefoonnummer:

Emailadres: @croonwolterendros.nl

Website: www.comol5.nl

Inhoudsopgave

1. Inleiding en achtergrond	3
2. Scope en uitgangspunten	4
2.1. Energieopwekking	4
2.2. Oplossingsgebied	4
2.3. Esthetisch Programma van Eisen (EPVE)	6
2.4. Technische randvoorwaarden	7
3. Voorgesteld ontwerp	8
3.1. Overzicht zonne-installatie	8
3.2. Locatie	9
3.3. Inpassing	9
3.4. Onderconstructie	11
3.5. Zonnepanelen	13
3.6. Omvormers en Combinerboxen	15
3.7. Onderhoud	19
3.8. Circulariteit	19
4. Subsidieregeling (SDE++)	20
4.1. Documentatie	20
4.2. Vergunningen	22
4.3. Contractvermogen & omvormervermogen	23
4.4. Overzicht aan te leveren documenten	24



1 | Inleiding en achtergrond

De RijnlandRoute, een nieuwe wegverbinding tussen de A4 en Katwijk, omvat de ombouw van knooppunt Leiden West, de bouw van de nieuwe N434 met geboorde tunnel en aanpassingen aan de A4 en de A44. In opdracht van de Provincie Zuid-Holland is het bedrijf Comol5 verantwoordelijk voor de bouw van de RijnlandRoute en het 15-jarig onderhoud van de N434.

De RijnlandRoute wordt aangelegd in kwetsbaar landschap. Om de ecologische en landschappelijke impact van de wegverbinding te beperken, wordt de weg gedeeltelijk in het landschap ingepast middels een boortunnel. In deze boortunnel wordt veel energie verbruikt door energie-intensieve voorzieningen zoals tunnelverlichting en -ventilatie, camerasystemen en noodsystemen in het geval van een calamiteit in de tunnel.

Met duurzaamheid en een minimale impact als uitgangspunten voor het ontwerp van de RijnlandRoute moet ook de grote energiebehoefte van de boortunnel worden aangepakt. De strategie voor het energiezuinig maken van een ontwerp is enerzijds de energievraag beperken, en anderzijds kan de energiebehoefte worden opgevangen door gebruik te maken van lokaal opgewekte duurzame energie.

Aangezien het integrale ontwerp van de RijnlandRoute dient te voldoen aan het Esthetisch Programma van Eisen (EPvE), geldt dit ook voor de lokale opwekking van duurzame energie. Energieopwekking door middel van zonnepanelen sluit het beste aan bij de uitgangspunten van het EPvE: continuïteit, zicht en een rustig wegbeeld. Dit rapport geeft advies over de inpassing van zonnepanelen in de RijnlandRoute, volgens de uitgangspunten zoals beschreven in het EPvE.

2 | Scope en uitgangspunten

Een voorstel voor een zonne-installatie is uitgewerkt op basis van uitgangspunten vastgesteld door de opdrachtgever. Deze kunnen worden onderverdeeld in 4 categorieën:

- Het beoogde vermogen van de zonne-installatie (2.1)
- Beschikbare locaties om de installatie te plaatsen (2.2)
- De esthetische eisen zoals vastgesteld in het EPvE (2.3)
- Technische vereisten van het systeem (2.4)

Deze eisen zijn in dit hoofdstuk verder uitgewerkt. Het ontwerp dat wordt geadviseerd in dit rapport moet aan al deze uitgangspunten voldoen.

2.1 Energieopwekking

Met constante verlichting, ventilatie, camera- en communicatiesystemen verbruikt de 2,5 kilometer lange tunnel veel energie. Om deze vraag naar energie te compenseren is een zonne-installatie nodig met een vermogen van minimaal 1,5 MWp, oplopend tot 2 MWp.

2.2 Oplossingsgebied

Het gebied waar zonnepanelen geplaatst kunnen worden ligt primair rond het halve sterknoppunt Hofvliet, bij de aansluiting met de A4. Voor de inpassing van de zonnepanelen kan het huidige (weg)ontwerp niet worden gewijzigd. Rond deze knoop kunnen 5 velden worden aangemerkt als potentiële locatie voor een zonnenveld, zoals weergegeven in de afbeelding hieronder.



Figuur 1: Potentiële velden voor zonne-installaties.

Molenveld. Dit veld heeft een oppervlak van ongeveer 13.700 m², en bevindt zich aan de oostkant van het knooppunt Hofvliet. Het knooppunt geeft een panoramisch zicht op het Groene Hart en de molen Zelden van Passe als beelddrager van het Groene Hart. Langs de weg zijn bloemrijke grasbermen met alleen hier en daar beplanting (voor bijvoorbeeld vleermuisroutes) om het panorama vanaf de weg vrij te houden. Dit panorama wordt echter verstoord wanneer er zonnepanelen worden geplaatst.



Figuur 2: Molen Zelden van Passe en landschappelijk overzicht.

Bermuda driehoek. Dit driehoekige veld wordt omgeven door de nieuwe Stroomweg (N434) en de A4 in het oosten. De fly-over gaat over dit veld heen. Het totale beschikbare oppervlak bedraagt ca. 17.100 m².

Chicane. Aan de binnenzijde van de bocht is het talud beschikbaar om panelen tegenaan te plaatsen. Dit veld is met een oppervlak van 4.950 m² het kleinst beschikbare veld.

Dijk. Ook bij dit veld kunnen zonnepanelen tegen het talud aan worden geplaatst, op een oppervlak van ca. 6.100 m².

Zonnezwaard. Ten zuiden van de N434 is een veld van ca. 6.000 m² mogelijk beschikbaar; het is echter eigendom van een boer uit de omgeving die al eerder heeft aangegeven dit stuk land nodig te hebben na de aanbouw van de RijnlandRoute.

2.3 Esthetisch Programma van Eisen (EPvE)

Vanuit de provincie wordt er veel waarde gehecht aan het landschap, en de RijnlandRoute is hier dan ook aan ondergeschikt. Hierbij moeten landschappelijk en cultuurhistorisch belangrijke lijnen als de Veen-, Meerburger- en Dobbewatering behouden blijven. De esthetische eisen voor het integrale ontwerp van de RijnlandRoute zijn uiteengezet in Esthetisch Programma van Eisen (EPvE) in opdracht van de Provincie Zuid Holland. ook inpassing van zonnepanelen moet dus aansluiten bij de esthetische eisen van het EPvE. De randvoorwaarden voor een zonnepanelenveld dient met in acht name van de bepalingen in het EPvE en naar de geest van de inhoud daarvan te worden ontworpen en gerealiseerd. De esthetische eisen welke relevant zijn voor inpassing van zonnepanelen zijn uit het EPvE geselecteerd:

- 5.4.1.1.** De weg wordt gekenmerkt door een groot contrast tussen stad en landschap. Voor dit deel geldt behoud van de kale doorsnijding van het open landschap.
- 5.4.1.2.** Panorama Stompwijk: kwaliteit van het Groene Hart ervaren vanaf de snelweg: molen Zelden van Passe als beelddrager van het Groene Hart.
- 5.4.1.7.** De snelweg kenmerkt zich door ruime profielen met brede zij- en middenbermen met grasbegroeiing.
- 5.4.1.10.** Watergangen dienen een continue profiel te volgen, parallel ten opzichte van de A4.
- 5.4.1.11.** In het knooppunt Hofvliet dienen de watergangen een continue profiel te volgen, gelijkmatig ten opzicht van de Oostvlietpolder.
- 5.4.1.12.** In de binnenksel van het knooppunt moet het originele slotenpatroon gehandhaafd worden.
- 5.4.1.15.** Alle taluds en bermen voorzien van (bloemrijk) grasland.
- 5.4.1.16.** Het voormalige tankstation herinrichten aansluitend bij naastgelegen toekomstig natuurgebied Vogelhof.
- 5.4.1.17.** In de bocht van A4 naar RijnlandRoute aan de zijde van de Oostvlietpolder op het talud tussen de Hofvlietweg en de A4 hakhoutstruweel aanplanten tot circa 4 meter hoog met onderbrekingen voor doorzicht. Dit dient ter geleiding van de vliegroute voor vleermuizen parallel aan de A4 en de Hofvlietweg.
- 5.4.1.19.** Het knooppunt Hofvliet ligt in het open veenweidelandschap dus dient vrij te worden gehouden van hoge beplanting buitenom en in het knooppunt.
- 5.4.1.33.** De plaatsing van wegmeubilair dient in samenhang met het omliggende landschap en uitzicht bepaald te worden.
- 5.4.2.1.** De fly-overs zijn ruim opgezet en met een grote transparantie.
- 5.4.2.6.** De constructie is licht en transparant voor openheid onder het kunstwerk.
- 5.4.2.7.** Ten behoeve van de openheid en transparantie is fly-over KW20 ten minste 300 meter lang en fly-over met aanduiding KW21 ten minste 200meter lang.
- 5.4.2.51.** Op en rond de fly-overs bevindt zich niet meer wegmeubilair/voorzieningen dan strikt noodzakelijk omwille van het vrije zicht en beperking van de verstoring van de windvang voor de molen.

De rode lijn van het EPvE stelt dat er bij de integratie van energieopwekking binnen Gebied Provincie bijzondere aandacht is voor de continuïteit van het beeld. De zonnepanelen moeten op een dusdanige manier worden ingepast dat de installatie geen afbreuk doet aan het landschap maar hier juist onderdeel van wordt, door zich aan te sluiten bij de omgevingskenmerken: licht, lucht, ruimte en zichtlijnen.

2.4 Technische randvoorwaarden

De technische eisen van het ontwerp zijn conform de NEN 1010:2015, waarin de eisen aan pv-installaties staan beschreven. Dit betreft bescherming tegen schok, brand en overspanning, en bliksembeveiliging. Ook zijn er eisen vastgesteld omtrent de pv-onderdelen, welke een beschermingsgraad tegen vocht moeten hebben van minstens IP44 en een beschermingsgraad tegen uitwendige mechanische stootbelasting van minstens IK07. Een Scope 12 keuring wordt uitgevoerd bij oplevering om de installatie te beoordelen.

Los van de veiligheid van het systeem zelf moet de veiligheid van het wegverkeer gewaarborgd blijven. Er mag dus geen risico zijn dat er een botsing ontstaat tussen pv-onderdelen en een weggebruiker die in de berm belandt. Verder moet de installatie niet voor afleiding zorgen en weerkaatsing die de N434 onbedoeld meer zichtbaar maakt voor de omgeving moet voorkomen worden.

Tenslotte, er moet regelmatig onderhoud kunnen plaatsvinden waarbij zonder wegafsluiting toegang plaats moet kunnen vinden. Bovendien stelt Comol5 eisen met betrekking tot de levensduur en de mogelijk tot onderhoud van het systeem van minimaal 15 jaar.

3 | Voorgesteld ontwerp

Om een duidelijk advies te geven over een zonne-installatie bij de RijnlandRoute is een voorgesteld ontwerp uitgewerkt. Dit ontwerp houdt rekening met de uitgangspunten zoals beschreven in hoofdstuk 2. Dit is een eerste concept ontwerp wat aan eventuele aanpassingen voorbehouden is.

Dit voorstel is tot stand gekomen na herhaaldelijk overleg tussen het team van Solarpartners en het team van Wurck. Door Wurck zijn ook de tussenfases en het uiteindelijke ontwerp aan het Q-team voorgelegd.

Het voorgestelde ontwerp betreft zowel landschappelijke als technische aspecten waar rekening mee moet worden gehouden voor de succesvolle implementatie van een zonne-installatie welke geïntegreerd moet worden zonder afbreuk te doen aan het landschappelijk beeld.

Hier wordt eerst een overzicht gegeven van de voorgestelde installatie, en vervolgens wordt er verder ingegaan op de landschappelijke en technische aspecten welke in overweging zijn genomen.

3.1 Overzicht zonne-installatie

De specificaties van de voorgestelde zonne-installatie zijn de volgende:

Zonnepanelen:	4.584 stuks - Phono Solar Twinplus 400Wp Full Black
Maatvoering zonnepaneel:	2.010mm x 1.000mm x 35mm (LxBxH)
Totale oppervlak zonnepanelen:	4.584 x 2,01 m ² = 9.214 m ²
Totaal geïnstalleerd vermogen:	4.584 x 400Wp = 1.833.600 Wp
Omvormers:	12 stuks – SMA Sunny Highpower Peak3 2 stuks – SMA Sunny Tripower Core2
Onderconstructie:	Drijvende onderconstructie (fabrikant n.t.b.)
Verwachte opbrengst jaar 1:	ca. 1.480.000 – 1.580.000 kWh
Verwachte opbrengst jaar 15:	ca. 1.290.000 – 1.390.000 kWh

3.2 Locatie

De locatie is bepaald op basis van de eisen uit het EPvE. Hierin wordt duidelijk dat de zonne-installatie zo min mogelijk moet opvallen in het beeld en dus niet te veel moet afsteken tegen het landschap. Zo is een aantal uitgangspunten bepalend geweest waardoor de Bermuda driehoek als de meest gunstige keuze naar voren is gekomen.

Allereerst valt dit gebied binnen de knoop; het is omgeven door wegen en staat dus niet in het uitzicht over het landschap. Voornamelijk bij het Molenveld is het contrast tussen landschap en de installatie groot en verandert het uitzicht op de molen, wat volgens de eisen van het EPvE niet wenselijk is.

Daarnaast is er een sterke voorkeur voor één groot, homogeen veld, om een rustig beeld te bewaren. Dit kan bereikt worden door zonnepanelen oost-west te oriënteren in plaats van zuid. Bij een zuid-opstelling kijkt men namelijk vanuit een kant tegen de achterzijde van de zonnepanelen aan. Bij de oplossingsgebieden op het talud (Chicane, Dijk, Zonnezwaard) is het alleen mogelijk om de zonnepanelen met een zuid-opstelling te plaatsen, op het veld de Bermuda driehoek en het Molenveld kan ook een oost-west opstelling worden geplaatst.

Om een enkel veld te plaatsen moet het oplossingsgebied ook groot genoeg zijn. De Bermuda driehoek is het grootst beschikbare veld, en als op de juiste manier wordt ingepast kunnen hier dus voldoende zonnepanelen worden geplaatst om te voldoen aan de wens die gericht is op het behalen van ca. 1.500.000 kWh jaarproductie.

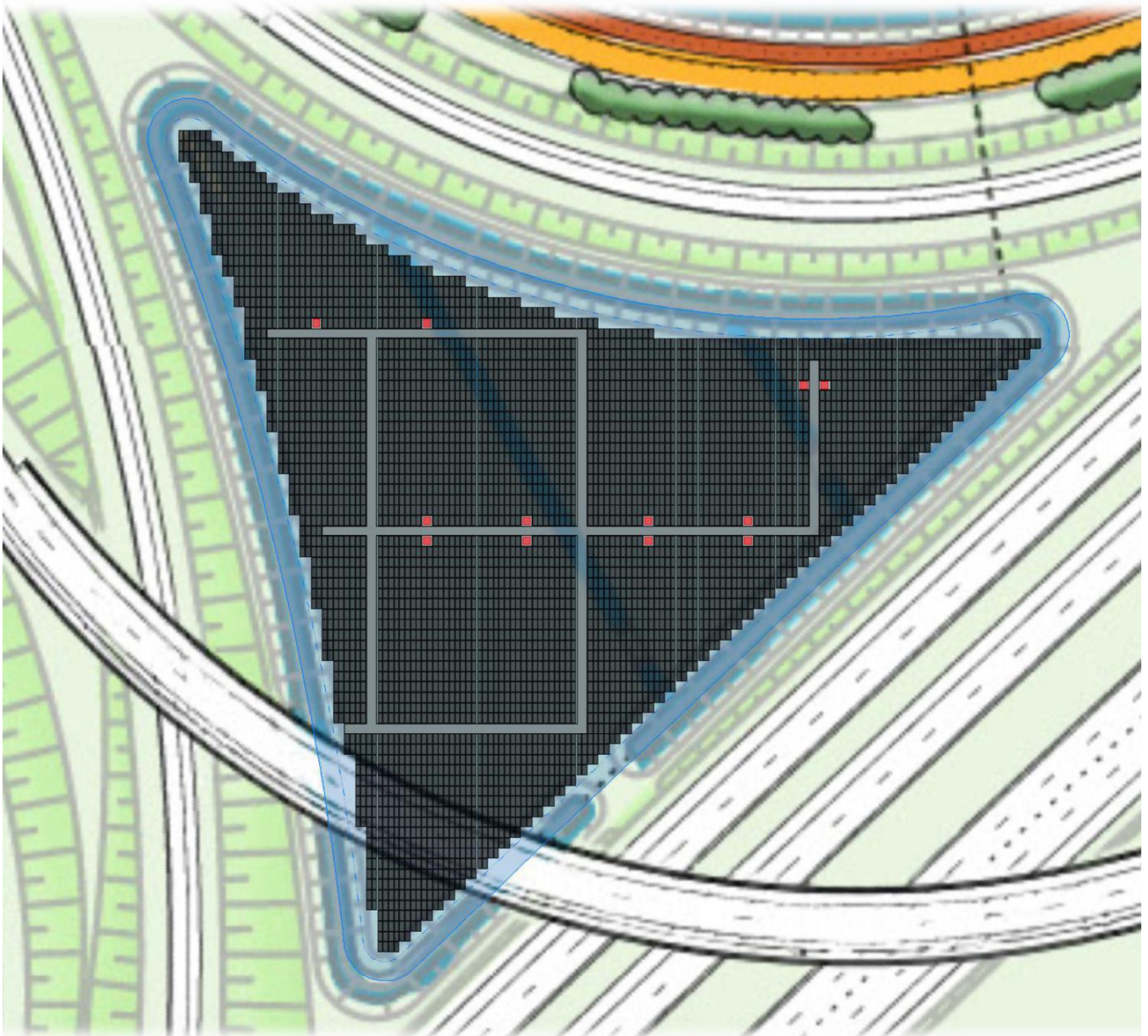
Tenslotte kan bij de Bermuda driehoek gebruik worden gemaakt van bestaande lijnen. Om deze redenen is dit veld aangewezen als de meest ideale locatie voor een zonne-installatie.

3.3 Inpassing

Binnenin het knooppunt Hofvliet bevindt zich een slotenpatroon. Aangezien dit behouden moet blijven volgens het EPvE, is de omlijning door water van het zonnepanelen veld als uitgangspunt genomen voor de inpassing. Dit betekent dat de zonnepanelen binnen de sloten geplaatst kunnen worden in een veldopstelling, maar in overleg met de landschapsarchitecten van Wurck is een esthetisch aantrekkelijker voorstel naar voren gekomen. Dit voorstel houdt in dat de grond binnenin het slotenpatroon wordt afgegraven om een kunstmatige plas te maken. Op dit water kunnen door middel van een drijvende constructie (zie 3.3) zonnepanelen worden geplaatst.

Deze drijvende inpassing heeft een aantal voordelen. Ten eerste is het esthetisch aantrekkelijker; het houdt rekening met bestaande lijnen in het landschap, en de constructie is een stuk minder hoog dan een veldconstructie. Ook wordt het geheel op deze manier een homogeen veld, waarbij de zonnepanelen en het water samen één groot oppervlak worden en dus een stuk minder in het oog springen. Ten tweede kunnen er met deze drijvende constructie meer zonnepanelen geplaatst worden dan met een veldopstelling, omdat het beschikbare oppervlak groter wordt en efficiënter gebruikt kan worden door kleinere rijafstanden. Tenslotte verlaagt het water de temperatuur van de zonnepanelen, waardoor deze efficiënter energie opwekken.

Op de afbeelding hieronder (figuur 3) is de beoogde layout weergegeven, waarbij er 4.584 zonnepanelen in oost-west opstelling op het water passen. Hierbij worden er ook zonnepanelen onder de fly-over gelegd, zodat er geen onderbrekingen zijn in het veld. Hier zijn de grijze paden tussen de zonnepanelen looppaden, en de rode blokjes zijn combiner boxen (zie 3.6). In werkelijkheid worden de looppaden in zwart uitgevoerd en de combiner boxen gecamoufleerd of eveneens zwart uitgevoerd. De looppaden kunnen worden bereikt een enkele ingang onder de fly-over; op deze manier worden de looppaden op alle andere plekken afgeschermd door zonnepanelen waardoor ze vanaf de weg minder zichtbaar zijn.



Figuur 3: Inpassing van de drijvende zonnepanelen.

3.4 Onderconstructie

Een drijvende onderconstructie bestaat uit verschillende modulaire onderdelen. De hoofddrijvers onder de modules zijn met elkaar verbonden door middel van verbindingsdrijvers. Hier kunnen ook aparte drijvers aan verbonden worden, waarover gelopen kan worden om zo looppaden te vormen en kabeltrajecten over te leggen. Met deze modulaire opzet van 3 makkelijk te verbinden drijvende onderdelen kan flexibel worden gebouwd om de constructie zo aan omstandigheden aan te passen. De drijvers kunnen in verschillende kleuren worden uitgevoerd, waaronder zwart.



Figuur 4: Voorbeeld van een drijvend systeem (drijvers kunnen ook zwart zijn).

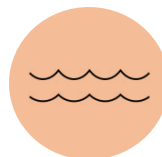
De drijvers zijn gemaakt van High Density Polyethylene (HDPE), welke thermisch (-45° tot +99°) en UV (+2,5%) gestabiliseerd zijn. De plastic drijvers zijn deels gemaakt van gerecycled plastic en 100% recyclebaar. Drijvende zonnepanelen leveren een hoger rendement dan zonneparken op land door het koelende effect van het water. De drijvende constructies zijn bestand tegen harde wind, temperatuurwisselingen en golven.



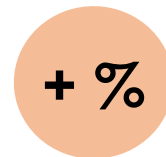
Windbestendig tot
windkracht 11



temperaturen tot
-30 graden Celsius



Golven van
1,5 meter



Extra efficiëntie
van 5 tot 15 procent

Verankering

Een drijvende zonnepanelen installatie kan op verschillende manieren verankerd worden; aan de bodem of aan de oever. Eventueel kunnen deze oplossingen ook gecombineerd worden.

De verankeringslijnen worden verbonden aan aluminium stangen, welke zijn verbonden aan de drijvers en zo de trekkracht van de lijnen verspreiden over het veld.

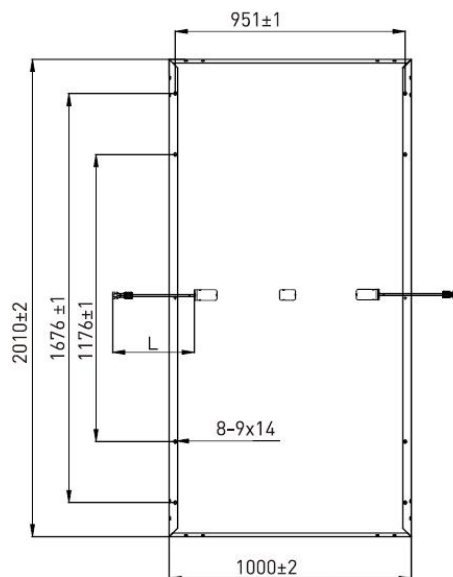
De wijze van verankering is voor dit project nader te bepalen.

3.5 Zonnepanelen

Om de installatie homogeen te maken worden volledig zwarte zonnepanelen geplaatst. Zonnepanelen met een hoog vermogen maken optimaler gebruik van de beschikbare ruimte en zorgen eveneens voor een gelijkmatig, zwart veld. Uiteraard is een Tier 1 paneel met alle vereiste IEC en ISO certificaten voor een NEN 1010:2015 gekwalificeerde installatie.

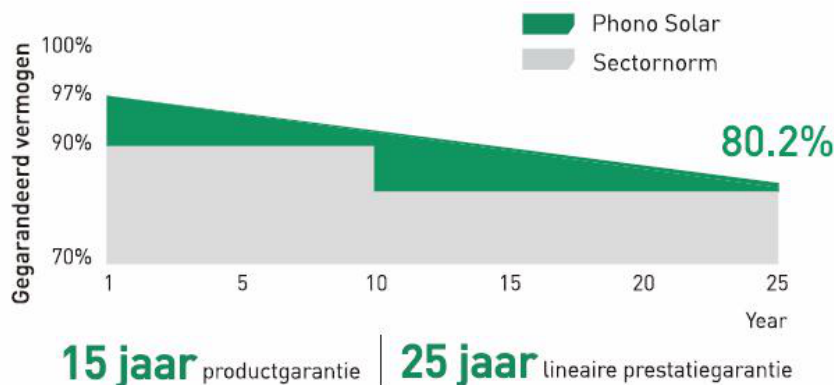
Het gekozen paneel van Phono Solar, van de TwinPlus Module Full Black Series, de PS400M1- 24/TH voldoet aan alle eisen. Het is een volledig zwart zonnepaneel (ook het frame wordt in zwart uitgevoerd), heeft een hoog vermogen van 400Wp, is van hoge kwaliteit, en heeft een productgarantie van 15 jaar. De afmetingen staan hiernaast samengevat in Figuur 5. In de tabel hieronder staan de elektrische waarden van het paneel samengevat onder Standaard Test Conditioes (STC) en Nominale werking celtemperatuur (NOCT).

Testconditie	STC	NOTC
Nominaal vermogen (W)	400	298
Nominale stroom (A)	9,72	7,82
Nominale spanning (V)	41,16	38,09
Kortsluitstroom (A)	10,37	8,35
Open klemspanning (V)	49,69	47,01
Efficiëntie	19,90 %	



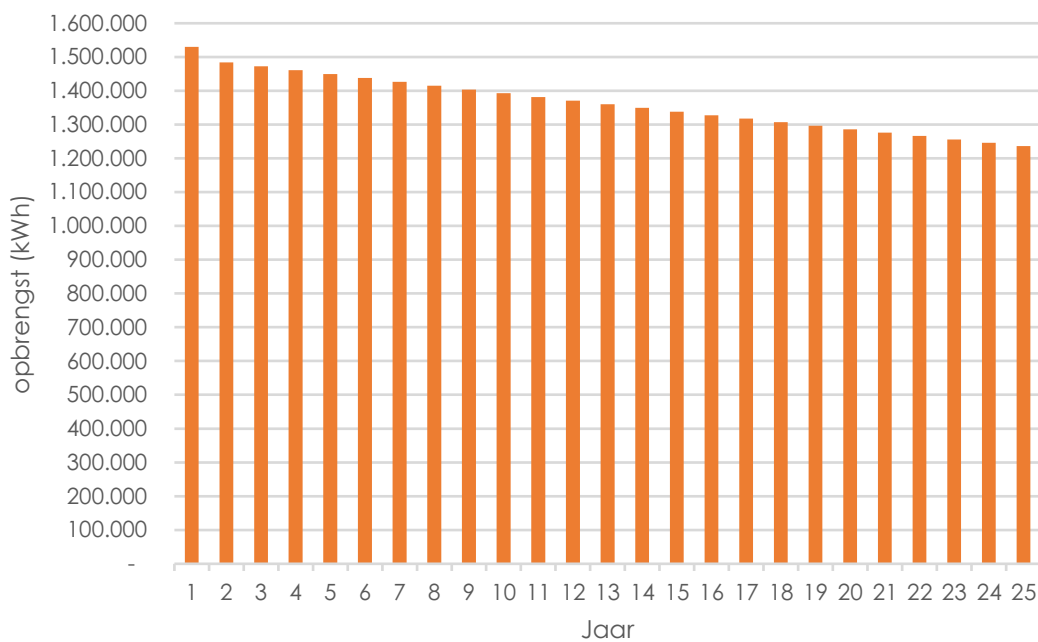
Figuur 5: Afmetingen van de PS400M1- 24/TH.

Met een totaal geïnstalleerd vermogen van 1.833.600 Wp kan, met schaduwwerking en kabelverliezen, een inschatting worden gemaakt van de opbrengst van het systeem. Op basis van de verwachte opbrengst van het eerste jaar kan worden bepaald hoe de opbrengst jaarlijks vermindert door te kijken naar de jaarlijkse degradatie van het zonnepaneel.



Figuur 6: degradatie over 25 jaar van de Phono Solar TwinPlus Module Series.

Hieronder (Figuur 7) de grafiek met daarin de verwachte opbrengst vanaf jaar 1 tot en met jaar 15.



Figuur 7: inschatting van de jaarlijkse opbrengst gedurende 25 jaar.

3.6 Omvormers en Combiner boxen

Met veldopstellingen en grote velden op water, is de meest optimale manier van installeren om Combiner boxen te gebruiken. Dit zijn kasten, welke in het veld zijn geplaatst, waar de strings van zonnepanelen samenkomen en waar de output van deze strings wordt gecombineerd op slechts twee DC kabels (+ en -), welke de stroom van de strings naar de omvormer transporteert. Dit leidt tot simpeler en overzichtelijker kabelmanagement en aanzienlijk goedkopere kabels van het veld naar de omvormers. Bovendien kan extra beveiliging worden ingebouwd in deze combiner boxen, zoals Overspanningsbeveiliging (OSB) en een schakelaar aan DC zijde zodat ook in het drijvende veld zelf de omvormer en de zonnepanelen van elkaar gescheiden kunnen worden. Dit alles zorgt voor een veiliger en onderhoudsvriendelijker systeem.

Met de installatie in de binnenkessel van knooppunt Hofvliet is echter een aantal aspecten die verschillen van standaard installaties, waarmee rekening moet worden gehouden; dit zijn de schaduwvorming van de fly-over en het esthetisch inrichten van het veld met combiner boxen, zodat deze zo min mogelijk het veld onderbreken.

Schaduwvorming van de fly-over

Allereerst loopt over de zuidwestelijke hoek van het veld een fly-over, waardoor een deel van de zonnepanelen in de schaduw ligt, sommige zonnepanelen zelfs het grootste deel van de dag. Hiervoor is gekozen vanuit een esthetisch oogpunt om zo één groot, homogeen veld te creëren. Maar vanuit een technisch perspectief brengt dit een aantal problemen met zich mee. Zo wordt elke combiner box aangesloten op een omvormer met een enkele Maximum Power Point Tracker (MPPT); de combiner boxen zelf bevatten geen MPPTs. Wanneer er dan schaduw valt op enkele zonnepanelen, wordt de volledige output van de omvormer een stuk lager omdat de output van alle aangesloten zonnepanelen bepaald wordt door de beschaduwde zonnepanelen. Bijvoorbeeld, er zijn 18 strings aangesloten op een combiner box, met in elke string 18 zonnepanelen in serie geschakeld. Dit zijn in totaal dus 324 zonnepanelen aangesloten op een combiner box, welke vervolgens weer is aangesloten op de omvormer. Wanneer op slechts een paar van deze zonnepanelen schaduw valt, wordt de Stroom-Spanning Curve van de omvormer bepaald door deze beschaduwde zonnepanelen en wordt de energie van alle 324 zonnepanelen minder dan ze daadwerkelijk opbrengen.

Om deze reden is het niet aan te raden om zonnepanelen welke schaduw kunnen verwachten aan te sluiten op combiner boxen, al helemaal niet wanneer de schaduwvorming zo extreem is als door een overliggende fly-over.

In plaats daarvan kunnen de (gedurende de dag) beschaduwde zonnepanelen direct worden aangesloten op multi-MPPT omvormers. Deze omvormers hebben meerdere MPPTs en kunnen dus de spanning per string bepalen, en dus ook de beste stroom en spanning per string bepalen op de Stroom-Spanning Curve om zo elk zonnepaneel beter te benutten.

Esthetische bepaling van Combiner boxen

Om een egaal zonnepanelen veld te creëren, is het wenselijk vanuit esthetisch oogpunt om de combiner boxen, welke in het veld liggen, te camoufleren. Dit kan eventueel door ze onder 'dummy-zonnepanelen' te leggen, of zwarte boxen te bouwen welke minder opvallen tussen de zwarte zonnepanelen. Met de mogelijkheid om de combiner boxen op maat te laten maken, is er eventueel een mogelijkheid om ze klein genoeg te maken zodat ze onder deze dummy-zonnepanelen passen.

Een overweging vanuit de technische kant is echter dat er een aanzienlijk aantal strings met een grote nominale stroomsterkte op elke combiner box worden aangesloten. Elk van deze strings is aangesloten op een klem, en de stroom van elk van deze strings wordt bij elkaar opgeteld. Grote stroomsterkte genereert ook veel warmte, waardoor er in een dergelijk combiner box genoeg ruimte moet zijn om deze warmte kwijt te kunnen. Als een combiner box zo klein mogelijk wordt gemaakt, kan dit problemen geven met warmteafvoer en dus ook de levensduur van het systeem. Door de eis van waterdichtheid bij een drijvend systeem kan dit niet opgelost worden met het installeren van ventilatoren of ventilatiegaten. Er kunnen wel koelribben geïnstalleerd worden om de warmte af te voeren aan de omgeving. Uiteindelijk moet in overleg met een kastenbouwer worden bepaald wat de mogelijkheden zijn betreft het formaat van de combiner boxen.

Advies omvormers

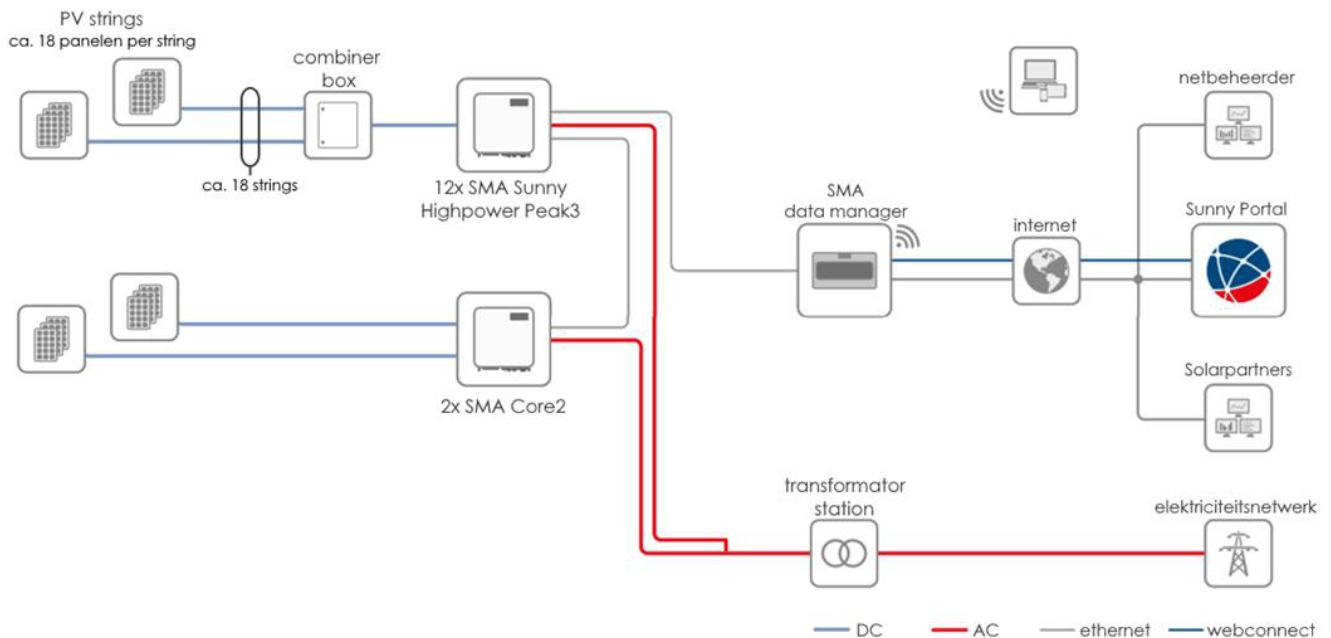
Met bovenstaande aspecten meegenomen is het voorstel om 12 combiner boxen te gebruiken welke worden aangesloten op SMA HighPower Peak3 omvormers. Dit is voor de aansluiting van de zonnepanelen welke weinig tot geen schaduw ondervinden. De strings van zonnepanelen worden met 6 mm² DC kabel naar de combiner box gelegd, en vanuit de combiner box naar de omvormers komen er 2 DC kabels (+ en -) van 70 mm².

Voor het deel van het veld onder en rondom de fly-over, is het advies om de zonnepanelen direct aan te sluiten op SMA Core2 omvormers. Dit houdt wel in dat de strings over een lange afstand gelegd moeten worden. De consequentie hiervan is dat deze strings 10 mm² DC kabels moeten worden (in plaats van 6 mm²) om het spanningsverlies te beperken.

Omvormer	12x Sunny Highpower Peak3 100-20	2x Sunny Tripower Core2
Nominaal vermogen (W)	100.000	110.000
Maatvoering (BxHxD) (mm)	770 x 830 x 444	1.117 x 682 x 363
Max. ingangsspanning (V)	1.000	1.100
Max. ingangsstroom (A)	180	26 / MPPT
Max. kortsluitstroom (A)	325	40 / MPPT
Aantal MPP-trackers	1	12
Aantal ingangen	1	24
Nominale AC spanning (V)	400 / 304 tot 477	400
Max. uitgangsstroom (A)	151	159
Max. overdimensionering	150 %	150 %
Efficiëntie	98,8 %	98,6 %

Alle bekabeling wordt ondergronds gelegd ter bescherming (tegen vandalisme en UV) en de DC kabels in het drijvende veld dienen waterdicht te zijn. Waterdichte bekabeling is goed te verkrijgen bij kabel leveranciers.

In Figuur 8 hieronder is een overzicht de installatie weergegeven.

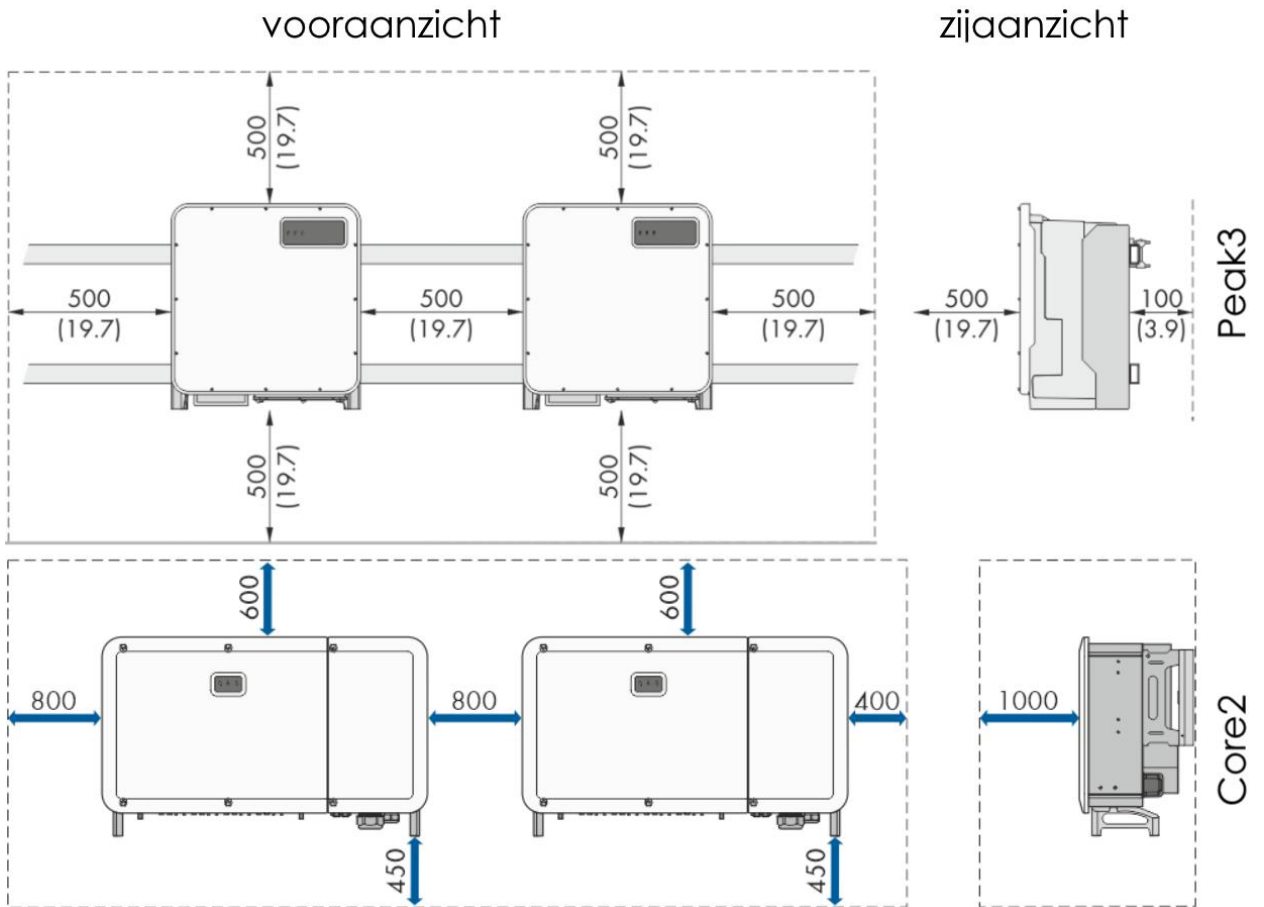


Figuur 8: Overzicht installatie.

Omvormerruimte

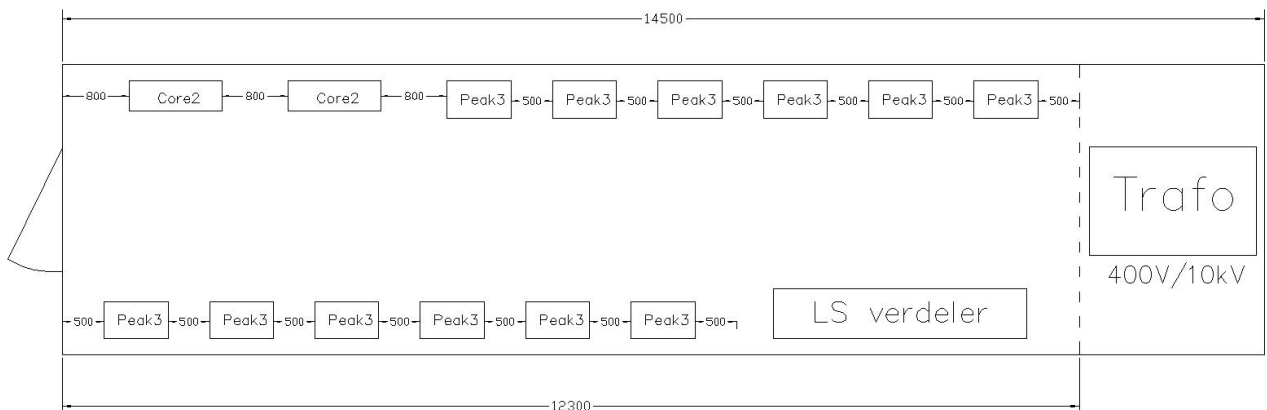
Om het onderhoud te vergemakkelijken worden alle omvormers bij elkaar in dezelfde ruimte geplaatst, naast het transformatorstation. De transformator heeft een grootte van 2,5 MVA en is daarmee groot genoeg om de zonne-installatie op aan te sluiten. In dit energiestation bevinden zich dus alle omvormers, de Laagspanning (LS) verdeler en de transformator. Hoewel er in het veld ook al lastscheiders aan de DC zijde in de combiner boxen worden geïnstalleerd, kunnen de omvormers ook aan de DC zijde van het veld worden afgesloten met een knop op de omvormer zelf. Met een lastscheider in de LS verdeler kunnen de omvormers aan de AC zijde worden afgesloten. Er zijn dus geen werkschakelaars nodig, dankzij de korte afstand tussen de omvormers en de LS verdeler welke in dezelfde ruimte staan. Zo zijn er dus secundaire en primaire lastscheiders geïnstalleerd.

In dit energiestation kunnen de omvormers worden geïnstalleerd tegen de 2 lange zijmuren, waar ook de LS verdeler tegenaan staat. De omvormers dienen op minimaal een halve meter afstand van elkaar en van de wand geïnstalleerd te worden, zodat ze voldoende geventileerd kunnen blijven. In Figuur 9 op de volgende pagina is aangegeven met welke afstanden rondom de omvormers rekening gehouden moet worden.



Figuur 9: afstanden rondom de omvormers t.b.v. ventilatie.

Uiteindelijk komt het energiestation er uit te zien zoals de tekening hieronder in Figuur 10. het rijpad in het midden is groot genoeg om de transformator eventueel te vervangen. De omvormers zijn aangesloten op de LS verdeler. De LS verdeler is aangesloten op de transformator; deze transformeert de laagspanning (400V) naar middenspanning (10kV). Het gedeelte van het energiestation met middenspanning is afgesloten met een hekwerk.



Figuur 10: tekening energiestation.

3.7 Onderhoud

Er zijn op de drijvende constructie onderhoudspaden ingericht, welke toegankelijk zijn vanuit een centrale ingang onder de fly-over. Hiermee kunnen de zonnepanelen en de combiner boxen bereikt worden. Teven liggen op deze looppaden ook de kabelgoten met DC kabels (+ en – gescheiden). Deze kabelgoten worden met deksels bedekt om degradatie door UV straling te voorkomen.

Verder wordt er een data manager geïnstalleerd, welke een mogelijkheid heeft om aangesloten te worden op een router met een 10 GB abonnement. Hiermee kan de opbrengst en de prestatie van het systeem worden gemonitord via de SMA Sunny Portal. Als er storingen of fouten in de installatie ontstaan, kunnen deze via de monitoring worden achterhaald en vervolgens worden opgelost. Monitoring vindt plaats op dagelijkse basis.

De zonnepanelen worden schoongemaakt met behulp van een wasrobot. Er wordt hierbij alleen maar osmosewater gebruikt, dus geen schoonmaakmiddelen. Dit heeft dus ook geen impact op het milieu.

3.8 Circulariteit van de installatie

SolarPartners is een Zonnekeur installateur, gecertificeerd door de Stichting Duurzame Energieprestatiekeur, en installeert dus altijd op een duurzame wijze.

Niet alleen de wijze van installatie is duurzaam, ook de onderdelen gebruikt in de zonnepanelen zijn grotendeels circulair. De drijvers van de onderconstructie zijn gedeeltelijk gemaakt van gerecycled plastic. Deze drijvers zijn zelf ook 100% recyclebaar.

Phono Solar, de fabrikant van de zonnepanelen, is aangesloten zijn bij PV-cycle. Dat betekent dat na de levensduur van het zonnepaneel het bijna geheel gerecycled wordt. Recycling van zonnepanelen wordt gedaan door alle zonnepaneel onderdelen los te halen. Vervolgens worden de verschillende materialen van het paneel gescheiden en kan tot 96% van een zonnepaneel hergebruikt worden. Dit is mogelijk omdat een zonnepaneel voornamelijk uit silicium, glas, aluminium en koper bestaat, materialen die makkelijk omgesmolten en hergebruikt kunnen worden.

Een omvormer wordt net als andere elektrische apparaten gerecycled. De bruikbare onderdelen, zoals het koperdraad, worden uit de omvormer gehaald. Vervolgens worden de overgebleven delen vermalen, gesorteerd op grondstof en zo veel mogelijk hergebruikt.

4 | Subsidie

Bij een investering in zonnestroom is het mogelijk om de subsidie Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE++) aan te vragen. De SDE++ subsidie is een exploitatie subsidie; Het is dus een subsidie over dat wat daadwerkelijk wordt opgewekt of gereduceerd in CO₂. Ook het zonnepanelen project bij de RijnlandRoute komt voor deze subsidie in aanmerking, want een overheidsinstantie zoals Provincie Zuid-Holland (PZH) kan ook een SDE++ subsidie aanvragen. De openstellingsronde SDE++ 2021 opent 21 September 2021. Het subsidie tarief (€/MWh opgewekt) is voor de volgende subsidieronde nog niet bekend. Voor veld en drijvende systemen moet de installatie binnen 4 jaar gerealiseerd zijn.

Voor zowel veldopstellingen als drijvend op water komen projecten van meer dan 1 Megawattpiek met een grootverbruikersaansluiting in aanmerking voor een SDE++ subsidie. De subsidie loopt over 15 jaar, plus één jaar 'banking'. 'Banking' houdt in dat wanneer de vastgestelde subsidiabele productie in enig jaar niet wordt behaald/benut, dat deze wordt meegenomen naar een volgend jaar zodat deze alsnog kan worden gerealiseerd. Ook als de productie hoger is dan de maximale subsidiabele jaarproductie in enig jaar, kan deze overproductie worden meegenomen in een jaar waar de productie lager is dan de subsidiabele jaarproductie. De subsidie is dus wel op basis van productie, dus als er geen energie geproduceerd wordt, dan wordt de subsidie ook niet uitbetaald. Een SDE++ beschikking is een contract met de overheid, dus kan ook niet worden ingetrokken gedurende de looptijd.

De uitkering van de subsidie is verdeeld in een maandelijkse en een jaarlijkse afrekening. Er wordt maandelijks 80 procent als voorschot gegeven op de vooraf gemaakte berekening van de verwachte productie. Vervolgens wordt er aan het eind van het jaar een finale afrekening gemaakt, waar de berekende jaarproductie wordt vergeleken met de daadwerkelijke jaarproductie en zo het resterende subsidiebedrag wordt bepaald. De uiteindelijke jaarproductie wordt uitgelezen op de geijkte Bruto Productie Meter (BPM).

Voor de aanvraag van de SDE++ subsidie zijn een aantal vereisten; hieronder zijn de vereisten voor een drijvende installatie van meer dan 1 MWp, zoals beschreven in dit rapport, uiteengezet.

4.1 Documentatie

Bij een subsidieaanvraag voor meer dan 1 MWp is het verplicht een haalbaarheidsstudie voor het project bij te voegen. De haalbaarheidsstudie bestaat uit een projectbeschrijving, een exploitatieberekening, een financieringsplan, het biedt inzicht in het eigen vermogen van de aanvrager (dit is de eigenaar van de installatie) en bevat diverse bijlagen. Er wordt als hulpmiddel door het RVO een Excel invulbestand beschikbaar gesteld: [Model haalbaarheidsstudie SDE++](#). Veel van de benodigde informatie kan hier worden ingevuld, en het wordt in dit bestand duidelijk welke extra bijlagen nodig zijn. De volgende informatie is nodig voor een volledige aanvraag voor een veld- of wateropstelling van meer dan 1 MWp:

Omschrijving van de productie-installatie. Hierin wordt informatie gegeven over de soort opstelling (dak/gevel/veld/water). Daarnaast is er een situatieschets vereist waar de zonne-installatie staat ingetekend en aangegeven staat hoe de zonnepanelen georiënteerd zullen worden.

Financieringsplan. In het financieringsplan wordt duidelijk gemaakt hoe hoog de totale investeringskosten voor de zonne-installatie zijn, en hoe het gefinancierd gaat worden. Het moet met het financieringsplan aannemelijk gemaakt worden dat het project gefinancierd kan worden als de SDE++ subsidie wordt verleend.

Daarnaast moet er door de aanvrager inzicht worden gegeven in het eigen vermogen, en welk deel hiervan beschikbaar is voor de investering in het project. Dit inzicht in het eigen vermogen kan worden gegeven met een recente jaarrekening. Als er door andere partijen (bijvoorbeeld aandeelhouders, een financier of een toegezegde subsidie) eigen vermogen wordt ingebracht, dient hiervan een contract toe te worden gevoegd en er moet worden aangegeven om welk bedrag het gaat. Als eigen vermogen door participanten (derden) ingebracht zal worden, voeg dan stukken toe waaruit blijkt dat dit vermogen gecontracteerd is bij derden. Verder mag een beschikking van een andere subsidie verleend voor dezelfde productie-installatie als waarvoor de aanvraag wordt ingediend, ook als eigen vermogen worden meegenomen.

Tenslotte, als er het voornemen is om minder dan 20% eigen vermogen voor de investeringskosten in te brengen, moet er altijd een intentieverklaring van een financier worden toegevoegd. Indien er sprake is van lease, dient hierbij een verklaring van de leasemaatschappij te worden toegevoegd. Deze wordt dan beschouwd als een verklaring van een financier.

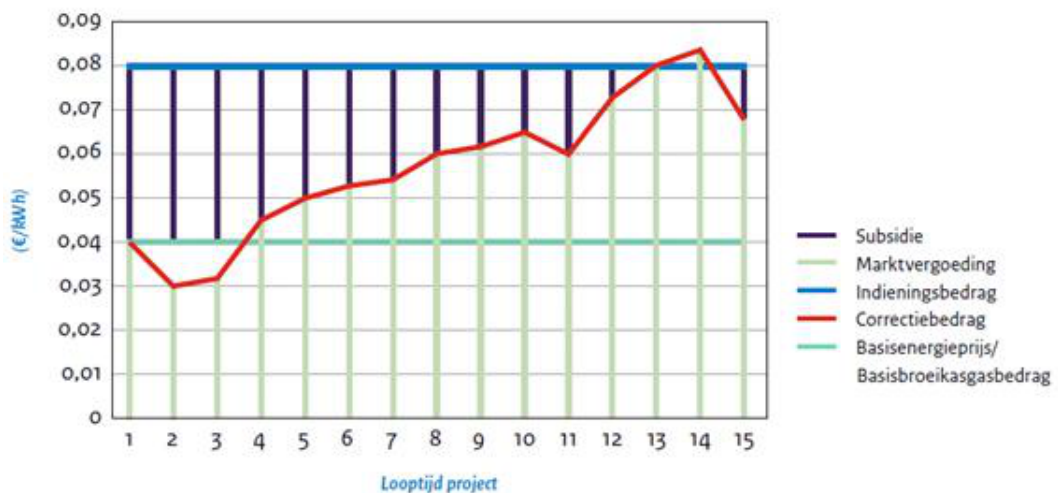
Bij dit project zou Comol5 de aanvrager worden, aangezien zij de beheerder zijn voor de eerste 15 jaar.

Exploitatieberekening. De exploitatieberekening bestaat uit een specificatie van de investeringskosten op het niveau van tenminste de hoofdcomponenten van de installatie, waarbij ook de kosten voor aansluiting op het elektriciteitsnet mee worden genomen. Kopieën van offertes en verstrekte opdrachten moeten ook worden meegestuurd met de aanvraag. Er moet ook een berekening van het projectrendement over de subsidielooptijd worden ingediend.

Daarnaast is er een overzicht van alle kosten en baten van de productie-installatie nodig. De hoogte van de bijdrage van de SDE++ subsidie hangt af van verschillende zaken. Ten eerste het bedrag waarvoor de subsidie wordt aangevraagd. Ten tweede, de ontwikkeling van de opbrengsten uit de geleverde tot een bepaalde ondergrens. Deze opbrengsten vanuit de markt worden vastgelegd in het zogenoemde correctiebedrag. Dit bedrag wordt bepaald door de marktwaarde en fluctueert dus. Tenslotte wordt voor de berekening van de hoogte van de SDE++-subsidie voor zon-PV onderscheid gemaakt voor elektriciteit die aan het net wordt geleverd (netlevering) en elektriciteitsnet die niet aan het net wordt geleverd (eigen gebruik). Hiervoor gelden verschillende basisenergieprijzen en correctiebedragen.

In de grafiek op de volgende pagina (Figuur 11) wordt duidelijk gemaakt hoe de bijdrage en de opbrengst berekend wordt. De maximale bijdrage van de SDE++ subsidie gaat tot de basisenergieprijs (in de grafiek is dit 0,04 €/kWh). Wanneer de marktvergoeding voor teruggeleverde energie stijgt, wordt de vergoeding vanuit de markt hoger en wordt de subsidie bijdrage verminderd met een correctiebedrag.

Ook als de opgewekte energie naar eigen verbruik gaat, vermindert een hoger correctiebedrag de subsidie bijdrage. Echter, voor het deel van de opgewekte energie dat onder eigen gebruik valt worden de inkoopkosten vermeden, inclusief bijkomende kosten als energiebelasting (EB), opslag duurzame energie (ODE) en transportkosten. Daarom is uiteindelijk voor eigen verbruik het financiële voordeel groter. Dit is gunstig voor het voorgestelde project, omdat het plan is om een deel van de opgewekte energie op te slaan in 38x15kW batterijen om iedere dag en nacht opgewekte energie zelf te kunnen gebruiken.



Figuur 11: Grafiek welke de vergoeding vanuit de markt en de subsidie bijdrage visualiseert.

Energieopbrengstberekening. Voor zonne-installaties welke niet zonzvolgend zijn, hoeft er geen energieopbrengstberekening toegevoegd te worden. De energieopbrengst (kWh/jaar) wordt berekend door het piekvermogen van de installatie (kWp) te vermenigvuldigen met 950 vollasturen/jaar. Er wordt geen onderscheid gemaakt in de vollasturen voor een zuid-opstelling of een oost-west opstelling. Hoewel een oost-west opstelling dus minder vollasturen kan benutten, kan het extra 'banking' jaar gebruikt worden om de misgelopen subsidiabele productie alsnog gesubsidieerd te krijgen.

Subsidieaanvragen met onvolledige documentatie worden niet door RVO in behandeling genomen.

4.2 Vergunningen

Benodigde vergunningen voor het plaatsen van de zonne-installatie moeten voor de indiening van de subsidieaanvraag zijn afgegeven door een bevoegd gezag. Voor de installatie van 1 MWp in het veld of op water zijn meerder vergunningen nodig.

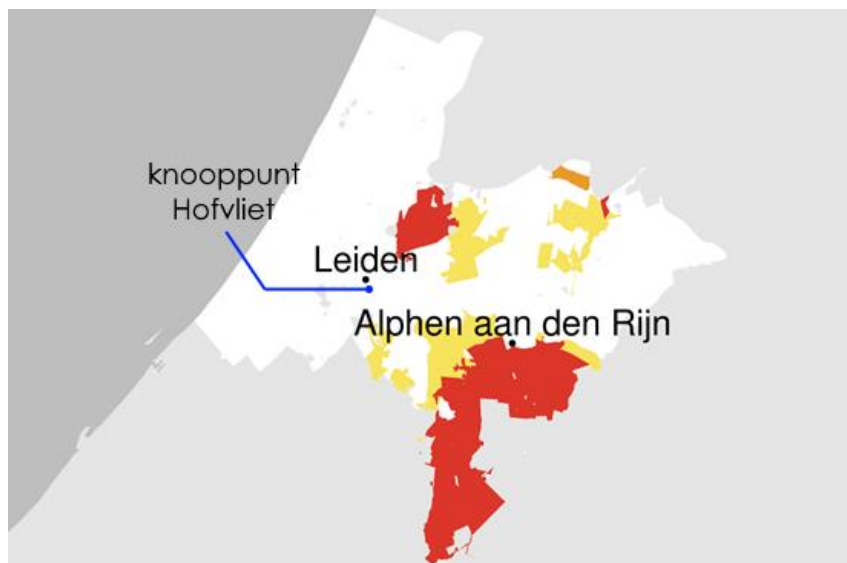
Ten eerste is er voor veld en drijvende systemen een vergunning in het kader van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo), een Omgevingsvergunning, nodig. Ten tweede, als er activiteiten uit worden gevoerd op of om werken van Rijkswaterstaat (zoals (snel)wegen, viaducten, tunnels, bruggen of dijken), moet er een Vergunning Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr) worden verleend. Tenslotte behoeft een zon-op-waterproject een watervergunning. Voor het afgeven van de DGKE-WO / 20278683 watervergunning wordt onder andere gekeken of een zon-PV-systeem het behouden of bereiken van een 'goede toestand' van het waterlichaam (waterkwaliteit) niet in de weg staat. Daarbij worden ook belangen zoals waterveiligheid, af- en aanvoer van water meegenomen.

Al deze vergunningen moeten worden ingediend met de aanvraag. Voorlopige vergunningen zijn niet geldig.

4.3 Contractvermogen & omvormervermogen

Het moet duidelijk zijn dat er transportcapaciteit beschikbaar is voor de locatie waarvoor de subsidie wordt aangevraagd. Daarom moet de subsidieaanvraag voor een zon-pv productie-installatie vergezeld gaan met een transportindicatie, welke wordt aangevraagd voor een bepaald opgesteld (nominaal) vermogen en een gewenst contractvermogen. Tevens kan in de subsidieaanvraag aangegeven worden wat het totale omvormervermogen van de installatie is.

Indien er energie aan het net wordt geleverd, moet er op het elektriciteitsnet wel capaciteit zijn voor teruglevering. Dit kan worden uitgezocht met een aanvraag naar netbeheerder Liander. In Figuur 12 hieronder staat de beschikbare capaciteit voor teruglevering in Zuid-Holland aangegeven. In het rood staat aangegeven waar de capaciteit op dit moment aan zijn maximum zit. Geel geeft aan dat het elektriciteitsnet het maximum nadert. De locatie van knooppunt Hofvliet staat hier ook op aangegeven; het ziet er vooralsnog naar uit dat er capaciteit beschikbaar is voor teruglevering.



Figuur 12: Beschikbare capaciteit terugleveren Zuid-Holland.

4.4 Overzicht aan te leveren documenten

Samenvattend zijn de volgende documenten nodig om in aanmerking te komen voor de SDE++ subsidie:

- Compleet digitaal aanvraagformulier
- Haalbaarheidsstudie (zie [Model haalbaarheidsstudie SDE++](#)) inclusief Bijlagen
- Omgevingsvergunning (Wabo)
- Vergunning Wet beheer rijkswaterstaatswerken (Wbr)
- Watervergunning
- Transportindicatie