



I. HET VOORTRAJECT VAN EEN ZON-PV PROJECT

Gids voor:

- Projecten groter dan 100 zonnepanelen
- Overheidsorganisaties en private organisaties
- Hoe een goede prijs en kwaliteit te borgen
- Veiligheid en brandveiligheid
- Opties en tips voor duurzamere zonnepanelen
- Concrete tips en namen van technische adviesbureaus

Een initiatief van: **RVO, UPCM en PIANOo**



Versie: 1.1

Publicatiedatum: September 2024

INHOUDSOPGAVE

Inleiding	4	Afkortingen en acroniemen	25
Introductie	5	Bijlage 1 – Technisch adviseurs	26
Het vooronderzoek: een stappenplan	6	Bijlage 2 – Bouwfysici, constructeurs in verband met dakbelasting	27
Stap 1. Inventarisatie	7	Bijlage 3 – Installatiebedrijven, EPC'ers en projectontwikkelaars voor PV-bedrijven	28
Stap 2. Indicatieve engineering	8	Bijlage 4 – Energiemanagement, batterijen en vraagsturing	31
Stap 3. Eigenaarschap en uitvragen of aanbesteden	9	Bijlage 5 – Financiers vreemd vermogen en eigen vermogen	33
Stap 4. Vergunningen en netaansluiting	12	Bijlage 6 – Scope 12-inspectie	34
Stap 5. Omzet, subsidies, financiering en verzekeringen	14	Bijlage 7 – Factory audits en sample testing	35
Stap 6. Duurzaamheidsaspecten	18	Bijlage 8 – Monitoring, onderhoud en reparatie	36
Stap 7. Realisatie en oplevering	21	Bijlage 9 – Overzicht dekking van CAR-verzekering	37
Stap 8. Onderhoud, monitoring en <i>end-of-life</i>	23		

INLEIDING

Veel organisaties willen Zon-PV-projecten (hierna PV-project) realiseren op daken of terreinen. Deze gids helpt jou met het voortraject: met de stappen en de keuzes daarin en met lijsten van adviseurs die je kunnen bijstaan.

Wij hebben ook een *Template met Inkoop Eisen en Gunningscriteria* samengesteld. Deze gids is 1 van de 3 documenten die horen bij deze template:

- I. Het voortraject van een PV-project (deze gids)
- II. Het aanbesteden van een PV-project en toelichting op de Template
- III. Duurzaamheidsaspecten en marktscan duurzame zonnepanelen

Doel van deze gids

Als hulp voor het beter realiseren van PV-projecten met:

- betere financiële voorwaarden
- langere levensduur
- betere duurzaamheid

PV-projecten worden te vaak gerealiseerd met een ondermaatse prijs-kwaliteitverhouding. Ook worden de duurzaamheidsaspecten van zonnepanelen zelf vaak niet meegenomen – denk aan het gebruik van PFAS en andere toxische stoffen, de technische levensduur, de carbon footprint, ecologie en arbeidsomstandigheden. Gids III geeft nadere toelichting over deze zaken en het geeft voorbeelden van duurzame zonnepanelen die vaak nauwelijks duurder zijn.

Auteurs Michiel Mensink en Marcello Passaro
Copyright RVO, 2024

Fouten of aanvullingen

Deze gids is een 1.1-versie en krijgt verdere updates. Zeker als het gaat om de tabellen met namen van bedrijven en adviesbureaus. Mocht jouw bedrijf ontbreken of mocht je namen van bedrijven of adviseurs kennen die erbij zouden moeten, stuur ons dan een e-mail via: BGDPV@pianoo.nl.

Verantwoording

Deze gids is een initiatief van de Buyer Group voor Duurzame Zonnepanelen. Deze Buyer Group maakt onderdeel uit van PIANOo - Expertisecentrum Aanbesteden en is mogelijk gemaakt door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). Het initiatief voor deze Buyer Group komt van het Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie (UPCM). Deze Buyer Group is namens de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) geleid door Bart-Jeroen Bierens en Michiel Mensink.

Disclaimer

Deze gids heeft als doel om aanbestedende diensten houvast en ondersteuning te bieden bij de voorbereiding van aanbestedingen van PV-projecten. De gids is opgesteld aan de hand van recente inzichten uit de sector. Voor individuele aanbestedingen kan het nodig zijn om criteria op te nemen die niet in de gids worden genoemd of criteria aan te passen, bijvoorbeeld vanwege specifieke omstandigheden of randvoorwaarden. Het gebruik van de gids en de criteria valt onder de eigen verantwoordelijkheid van aanbestedende diensten. Gebruikers kunnen geen aanspraak maken op de juistheid en volledigheid van de inhoud of hieraan rechten ontleen.

INTRODUCTIE

PV-projecten doorlopen meestal de volgende fases:



Deze gids richt zich op **Fase I: het vooronderzoek**.

Tijdens het vooronderzoek maak je de belangrijkste keuzes. Daarna kan een aanbesteding of *Request for Quotation* efficiënt worden geschreven. Je kunt onze *Template met eisen en gunningscriteria* voor jouw project aanpassen en deze als bijlage toevoegen aan de RFQ of aanbesteding.

De volgende onderwerpen komen in deze gids aan de orde:

- Haalbaarheidsonderzoek – projectgrootte, dakbelasting, netaansluiting
- Projectgrootte en aanbestedingsgrenzen (voor publieke organisaties)
- Zelf eigenaar worden of vierkante meters verhuren
- Financiering
- Keuzes voor de operationele fase (onderhoud en monitoring)
- Projectduur en *end-of-life*
- Kwaliteitscontrole

In een volgende versie van de gids hopen we ook op te nemen:

- energiemanagementsystemen
- opslag (batterijen)
- laadpalen (indien samen met PV-project)

HET VOORONDERZOEK: EEN STAPPENPLAN

In het vooronderzoek bepaal je de ruwe opzet en de eisen en wensen van het project.

Tip 1: schakel een technisch adviseur in!

Zie [bijlage 1](#) voor een lijst van technische adviseurs die jou kunnen helpen met het voortraject. Indien jij of jouw organisatie voldoende ervaring en kennis heeft, is dit uiteraard niet nodig.

De stappen worden kort samengevat in de onderstaande illustratie. Elke stap wordt hierna verder toegelicht in een eigen paragraaf.

Het vooronderzoek in 8 stappen



STAP 1. INVENTARISATIE

De eerste stap van het project is de inventarisatie van de beschikbare daken of terreinen die worden meegenomen in het project. Dit kun je zelf doen of met hulp van een technisch adviseur.

In geval van meerdere locaties wordt vaak een overzicht gepresenteerd in een tabel. Per locatie worden de volgende gegevens verzameld:

Algemene gegevens

- Adres
- Korte beschrijving van de locatie
- Brutoafmetingen van het PV-oppervlak (lengte x breedte)
- Mogelijke startdatum voor het installeren, eventuele opleveringsdatum

Elektrische gegevens

Inventariseer met de locatiemanager of gebouwbeheerder:

- Is er eigen gebruik en is er een netaansluiting op die locatie?
- Grootte van de netaansluiting op die locatie (bijvoorbeeld 3 x 80 A)
- Eigen elektriciteitsverbruik van de locatie
- Verwachte veranderingen in het elektriciteitsverbruik (maximaal vermogen en jaarverbruik)
- Eventueel: behoefte aan laadpalen

Foto's en plattegronden

Maak een digitaal mapje met plattegronden, satellietfoto's en foto's van dichtbij, inclusief obstakels.

Planning

Inventariseer met de locatiemanager of gebouwbeheerder:

- Groot onderhoud – bijvoorbeeld vervanging van het dak
- Plannen met terreinen/daken – wordt op termijn verbouwing of bebouwing voorzien?

Dakbelasting en 'zwakke daken'

Bij zon-op-dakprojecten is de toegestane dakbelasting een belangrijke parameter. In Nederland is ongeveer de helft van de daken van gebouwen *niet* geschikt voor een regulier PV-systeem, omdat de ballast, die moet voorkomen dat de panelen van het dak waaien, te zwaar is voor de dakconstructie.

Er zijn verschillende oplossingen indien het dak 'zwak' is, waaronder:

- PV-systeem zonder ballast aan het dak verankeren
- Lichtgewicht zonnepanelen (oa Solarge, Energyra, Hyet)
- De dakbelasting verlagen (grind verwijderen, waterafvoer verlagen, oude dakbedekking eraf)
- De dakconstructie versterken

De toegestane dakbelasting kan door de aannemer of architect van het gebouw of dak worden berekend. En anders kan het door een onafhankelijke bouwfysicus of bouwkundig constructeur worden bepaald.

Tip 2: zie [bijlage 2](#) voor een lijst met onafhankelijke experts die hiermee kunnen helpen.

STAP 2. INDICATIEVE ENGINEERING

Indien jouw organisatie voldoende ervaring heeft met PV-projecten en de benodigde software, kun je dit zelf doen. Anders schakel je een technisch adviseur in.

Je bepaalt in deze stap de indicatieve specificaties van de PV-installatie. Dit is van belang voor een efficiënte aanbesteding. Opdrachtnemers kunnen zo sneller een scherpere aanbieding maken.

Bepaal het maximale aantal zonnepanelen en de maximale opwek

- Bepaal de oriëntatie. Tegenwoordig wordt vaak voor 'oost-west' gekozen, maar een verticale oriëntatie (eventueel met bifacial panelen) kan ook gunstig zijn.
- Teken indicatief de zonnepanelen in per locatie.
- Bepaal het maximale aantal panelen.
- Bepaal het maximale vermogen per locatie.
- Reken met omvormervermogen van 50-70% van het paneelvermogen.
- Bepaal de maximale jaarlijkse opwek.
- Controleer: past het maximale vermogen op de bestaande aansluiting?

Bepaal de businesscase op hoofdlijnen

- Indicatieve investering voor aanleg PV-systeem: per Wp en totaalbedrag in K€
- Netaansluiting: wel of niet aanpassen?
 - Als zwaardere aansluiting nodig is: vraag om indicatieve tijdslijn bij de netbeheerder
 - *NB: In veel regio's kan het verzwaren van een netaansluiting vele jaren duren(!)*

- Opbrengst: SDE++-regeling of een andere opwek-subsidie?
 - Indien SDE++: controleer hoeveel AC-vermogen je maximaal mag aansluiten volgens de voorwaarden van de SDE++ regeling. Vaak is dat maximaal 50%. Voor sommige installaties (bijvoorbeeld met een tracker) is 70% van het DC-vermogen toegestaan.
- Opbrengst: prognose van de besparing op stroominkoop
 - Hoeveel minder MWh elektriciteit, tegen welke elektriciteitsprijs
- Opbrengst: prognose inkomsten uit verkoop zonnestroom
 - Welke voorwaarden (verwachte verkoopprijs) zijn mogelijk
 - Afschakelen bij negatieve uurprijzen (bijv. via een *energiemanagementsysteem*)

Bepaal indicatieve opwek, projectkosten en het aantal zonnepanelen

Enkele iteraties zijn meestal nodig om te komen tot de indicatieve specificaties:

- Het totale vermogen van de zonnepanelen (DC-vermogen);
- Het AC-vermogen van de omvormers;
- De jaarlijkse opwek;
- De indicatieve projectkosten (DC-vermogen in $W_p \times \text{€ } 0,7$ per Watt).

Optioneel

- Fasering van de locaties
- Eventueel: keuze voor monofacial of bifacial (tweezijdige) zonnepanelen
- Eventueel: bij zon-op-land of zon-op-water – een zonvolgend systeem

STAP 3. EIGENAARSCHAP EN UITVRAGEN OF AANBESTEDEN

In de 2 voorgaande stappen is de ruwe projectomvang en projectopzet duidelijk geworden. Nu is het van belang te bekijken of jij zelf eigenaar wil worden van de PV-installatie of dat je het dakoppervlak of stuk grond verhuurt of in concessie geeft. Vervolgens is de vraag hoe je een leverancier of opdrachtnemer selecteert.

Eigenaar of verhuurder

Bij verhuur van jouw dak of grond krijg je een bepaalde prijs per vierkante meter per jaar. Voordeel: het bespaart jou tijd en bepaalde risico's en je hoeft geen eigen middelen te investeren.

Mogelijke nadelen zijn dat je minder profiteert van de financiële voordelen van een PV-installatie, dat je weinig zeggenschap hebt over de installatie en dat je flexibiliteit inlevert. Dus als je op termijn iets anders wilt met het dak of het land, dan zit je mogelijk vast aan een contract met een huurder of pachter.

Organisaties die over voldoende financiële middelen beschikken, kiezen meestal voor eigenaarschap.

Voor publieke organisaties: aanbesteden of onderhands gunnen?

Private organisaties kunnen eenvoudigweg offertes aanvragen bij potentiële opdrachtnemers.

Overigens heeft een private organisatie bij het opvragen van offertes ook een 'programma van eisen' nodig. De *Template inkoop-eisen* kan daarvoor ook worden gebruikt.

Publieke organisaties moeten beoordelen of het project onderhands kan worden gegund of dat er een aanbesteding nodig is.

De [Aanbestedingswet 2012](#)¹ geldt voor aanbestedingen door aanbestedende diensten in Nederland. Grote projecten (boven een bepaald drempelbedrag) dienen Europees te worden aanbesteed. Middelgrote projecten kunnen nationaal worden aanbesteed. Kleine projecten mogen onderhands worden gegund.

De drempelbedragen hangen ook af van het type project: een 'werk' of een 'levering/dienst'. Het maakt daarnaast uit of de aanbestedende dienst behoort tot de centrale of een decentrale overheid.

Het *type* project hangt af van het zwaartepunt van het project:

- *Levering* - bijvoorbeeld
 - Alleen levering van zonnepanelen
 - Alleen het aanleggen van een elektrisch systeem en componenten aan de DC-zijde
 - Alleen het aanleggen van een elektrisch systeem en componenten aan de AC-zijde
- *Werk* – bijvoorbeeld:
 - Opdrachtnemer is integraal verantwoordelijk voor realisatie van het project.
 - Combinatie van ontwerp, leverantie en werk: een *werk*

Voor sommige organisaties gelden andere drempelbedragen.

¹ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0032203/2022-03-02/0>

Overzicht procedures en drempelbedragen

Hieronder wordt een samenvatting gegeven van de drempelbedragen die gelden voor 2024.

NB: De onderstaande getallen kunnen alleen als *indicatief* worden beschouwd.

De drempelbedragen voor Europese Aanbestedingen worden door de Europese Commissie elke twee jaar vastgesteld. De Europese drempelbedragen gelden tot 31 december 2025. De nationale drempelbedragen gelden sinds 2015. Deze worden wellicht aangepast voor 2025 of 2026.

De vigerende drempelbedragen kunnen worden gevonden via onderstaande links:

- [Drempelbedragen Europees Aanbesteden](#)
- [Circulaire grensbedragen Rijksoverheid](#)

In de [Gids Proportionaliteit](#) worden handvatten aangereikt voor het maken van afwegingen en keuzes voor de aanbesteding: welke procedure te volgen, het al dan niet clusteren of opdelen van opdrachten, enzovoorts.

De volgende pagina toont het overzicht met toegestane procedures, afhankelijk van de verwachte waarde van het project.

Tip 3: voor grotere projecten (groter dan 2 MWp) is in [bijlage 3](#) een lijst opgenomen met installatiebedrijven, projectontwikkelaars en EPC-bedrijven die ervaring hebben met grotere projecten in Nederland.

Overzicht drempelbedragen en toegestane procedures

a. Enkelvoudig onderhandse gunning

- Bij *leveringen of diensten* **kleiner dan € 50.000**
- Bij *werken* **kleiner dan € 150.000**

Voor kleine projecten kan een project onderhands worden gegund aan 1 partij, bijvoorbeeld het vaste installatiebedrijf of een andere lokale leverancier. NB Let ook op raamcontracten. Veel overheidsorganisaties hebben raamcontracten afgesloten voor het beheer en onderhoud van de technische installaties.

Voordelen: korte doorlooptijd, lage procedurekosten, onderhandelen, flexibiliteit.

Nadelen: mogelijk niet de beste prijs/kwaliteit, risico belangenverstremming.

NB: Tussen **€ 33.000 en € 50.000** moet een afweging worden gemaakt voor de een-op-eengunning of meervoudig onderhandse gunning op basis van de in de *Gids Proportionaliteit* genoemde afwegingsaspecten. Deze afweging moet worden vastgelegd in het inkoopdossier.

b. Meervoudig onderhandse procedure

- *Levering en diensten* aan de decentrale overheid **kleiner dan € 221.000**
- *Levering en diensten* aan speciale sectoren (water, energie, ov) **kleiner dan € 443.000**
- *Werken* **kleiner dan € 1.500.000**
Meerdere leveranciers offerte vragen, naar 'economisch meest voordelige inschrijving'.

Voordelen: korte doorlooptijd, lage procedurekosten, flexibiliteit.

Nadelen: veel aanbieders zien de opdracht niet, onderhandelen niet mogelijk.

c. Nationale procedure met of zonder selectieronde

Aankondiging via [TenderNed](#) en eventueel in vak- en dagbladen. Bij gebruik van een selectieronde worden vaak 3-5 leveranciers uitgenodigd een offerte te maken.

Voordelen: veel concurrentie, marktconforme prijs/kwaliteit, objectief, transparant.

Nadelen: lange doorlooptijd, aanzienlijke procedurekosten, weinig flexibiliteit.

d. Europese aanbesteding

- *Werken en dienstenconcessies* **grotere dan € 5.538.000**
- *Leveringen en diensten* aan de decentrale overheid **grotere dan € 221.000**
- *Leveringen en diensten* aan de centrale overheid **grotere dan € 143.000**
- *Levering en diensten* aan speciale sectoren **grotere dan € 443.000**

Aankondiging via TenderNed. Indien een selectieronde wordt toegepast, dienen minimaal 5 leveranciers te worden uitgenodigd om een offerte te maken.

Voordelen: hele markt kan inschrijven; hoge concurrentiedruk, objectief, transparant.

Nadelen: lange procedure, hoge procedurekosten bij (te) veel inschrijvingen, onderhandelingen niet mogelijk, weinig flexibiliteit.

STAP 4. VERGUNNINGEN EN NETAANSLUITING

Bij veel projecten ontstaat vertraging omdat een milieuvergunning of een aanvraag voor zwaardere netaansluiting niet op tijd was ingediend. Het is daarom zaak zo vroeg mogelijk in het traject de benodigde vergunningen in kaart te brengen en aan te vragen.

Vergunningen

- Voor **zon-op-dakprojecten** zijn *meestal geen* milieuvergunningen nodig.
Voor monumentale gebouwen is *wel* een vergunning nodig.
Eveneens voor gebouwen in een 'beschermd stads- of dorpsgezicht'.
Check bij je gemeente of jouw pand een monument is of valt onder beschermd stads- of dorpsgezicht.
- Voor **zon-op-land** kunnen de volgende vergunningen en onderzoeken benodigd zijn:
 - bestemmingsplan/bestemmingsplanwijziging
 - omgevingsvergunning
 - bouwvergunning
 - milieuvergunning
 - onderzoek naar ecologie/zeldzame dieren
 - archeologisch onderzoek
 - onderzoek naar achtergebleven explosieven
- Voor **zon-op-water** zijn diverse vergunningen nodig:
 - milieuvergunning
 - bestemmingsplan
 - bouwvergunning

Let op: bij zon-op-waterprojecten. PV-projecten zijn niet toegestaan voor een aantal typen wateren in verband met kwetsbare of zeldzame natuur: vennen, moerassen, bronnen en hoogveenplassen. Daarom is het belangrijk om eerst te overleggen met de gemeente en het waterschap. Vaak stelt een waterschap projectspecifieke eisen aan zon-op-water.²

Houd er verder rekening mee dat zon-op-water nog een relatief jonge ontwikkeling is. Er zijn veel verschillende systemen en materialen maar nog geen goede normen of standaardtests voor de drijvers en montagesystemen. Ook bij binnenwateren bestaat het risico dat de systemen 10 of 15 jaar belasting door wind en golfslag niet zullen overleven.

Netaansluiting: opties en afwegingen

De opties voor de netaansluiting hangen samen met het gekozen aantal zonnepanelen. Soms wordt er gekozen om iets minder panelen te leggen om binnen de bestaande netaansluiting te blijven.

De volgende vragen en afwegingen zijn belangrijk om te komen tot de juiste keuze:

- **Eigen verbruik op de locatie**
Hoe verhoudt de maximale zon-opwek zich tot het verbruik tijdens de zonuren, gedurende de winter en de zomer?
- **Netaansluiting aanpassen of een energiemanagementsysteem (EMS) installeren**
- Het AC-vermogen van de omvormers is meestal 50-70% van het DC-vermogen van de zonnepanelen. Als het AC-vermogen groter is dan de netaansluiting, zijn er 2 opties:²

² Zie ook: UvW 2021-XX Praktische handreiking ZOW sjabloon UvW versie jan 2022.pdf (stowa.nl)

Optie 1 - verhoog de capaciteit van de netaansluiting

Controleer de wachttijd bij de netbeheerder en vraag wat het zou kosten.

- De wachttijd voor een grotere aansluiting kan oplopen tot 8 jaar.
- Daarnaast kunnen eenmalige en jaarlijkse kosten hoog zijn. De businesscase wordt dan minder aantrekkelijk ten opzichte van binnen de bestaande aansluiting blijven.

Optie 2 Gebruik een EMS

Een EMS kijkt continu naar de PV-opwek en het elektriciteitsverbruik en zorgt ervoor dat er nooit meer dan een bepaald vermogen wordt teruggeleverd aan het net.

- **Laadpalen en elektrische auto's**

Zijn er laadpalen voor elektrische auto's op de locatie of gaan deze op korte termijn komen? Wat betekent dit voor de elektrische aansluiting? Is het wenselijk om 'slim' te laden op basis van de beschikbare zonnestroom; de stroomprijs; of het vermogen over de netaansluiting?

- **Vraagsturing**

Is het mogelijk om de elektriciteitsbehoefte van bepaalde apparaten en machines 'slim' te regelen en deze pas op bepaalde tijdstippen aan te zetten? Voordelen:

- binnen de bestaande netaansluiting blijven voor opwek én verbruik
- profiteren van lage prijzen, afschakelen bij hoge prijzen (bij een dynamisch contract)

- **Batterijen**

Door batterijen toe te voegen aan een EMS kan je binnen de bestaande netaansluiting blijven door het opwek boven de netaansluiting in de batterij op te slaan.

De terugverdientijd van batterijen is momenteel vrij lang en onzeker.

De businesscase van diverse doelen kan worden geanalyseerd:

1. De PV-opwek maximaliseren binnen de bestaande aansluiting
2. Percentage eigen gebruik van zonnestroom maximaliseren
3. Financiële optimalisatie

Tip 4: gespecialiseerde adviseurs kunnen ook hier helpen. Je vindt een (nog onvolledige) lijst met gespecialiseerde adviseurs in [bijlage 4](#).

STAP 5. OMZET, SUBSIDIES, FINANCIERING EN VERZEKERINGEN

In de vorige stappen zijn de technische specificaties bepaald. In stap 5 wordt gekeken naar subsidies, financiering en verzekeringen.

Omzet via de teruggeleverde stroom

De meeste PV-installaties wekken op zonnige uren fors meer stroom op dan het eigen verbruik. De overtollige stroom wordt dan teruggeleverd aan het net. Welke prijs kun je krijgen voor deze teruggeleverde stroom? Vroeger was het mogelijk om een contract met een vaste prijs en een lange looptijd af te sluiten, maar helaas lukt dit niet meer.

De drie belangrijkste opties zijn op dit moment:

- **Via een (jaar)contract met een elektriciteitsleverancier**
Je kunt een aantal elektriciteitsleveranciers vragen om een regulier vast contract voor zowel verbruik als teruglevering. De looptijd is vaak 1 jaar. Het is onzeker hoe de terugleververgoeding zich de komende jaren zal ontwikkelen. De indicatieve terugleverprijs in de zomer 2023, voor grotere PV-installaties (groter dan 100 kWp): €0,03-€0,05/kWh.
- **Via een dynamisch contract via een elektriciteitsleverancier**
Een aantal elektriciteitsleveranciers³ biedt een dynamisch contract aan, waarbij de prijs per kWh elk uur kan variëren. De basis van de uurprijs is de EPEX day ahead-prijs en een opslag.
Let op: soms zijn deze uurprijzen negatief en moet je betalen als

³ Bijvoorbeeld: Tibber, ANWB Energy, NextEnergy, Eneco, EnergyZero, Zonneplan, Frank Energie, Innova.

je stroom teruglevert. In 2023 gold dat voor 315 uren – vaak de zonnigste uren. Ter voorkoming van het betalen voor elektriciteit die je opwekt en levert kan een kastje worden geplaatst dat de omvormers uitschakelt bij een negatieve stroomprijs.

- **Geautomatiseerd handelen op de EPEX day ahead, de EPEX intraday en de onbalansmarkt**

Het is mogelijk een contract af te sluiten met een handelplatform.⁴ Deze bedrijven handelen (vaak geautomatiseerd) via eigen software op zowel de EPEX day ahead-markt als op de intraday/onbalansmarkt. Daarvoor plaatsen zij een kastje dat de omvormers uit of aan kan schakelen. Deze oplossing is mogelijk vanaf een bepaalde projectgrootte.

Bij alle genoemde opties kan het handig zijn het PV-systeem te verdelen over twee netaansluitingen: de hoofdaansluiting en een tweede aansluiting (de MLOEA: meerdere leveranciers op één aansluiting). Op de hoofdaansluiting komt al het eigen verbruik en op de tweede aansluiting de overtollige opwek. Het is meestal gunstiger om zo een contract met verschillende energiebedrijven aan te gaan.

Subsidies

Nederland is sinds het eerste kwartaal van 2024 de wereldwijde nummer 1 in opwekcapaciteit per inwoner. Dit komt voor een groot deel dankzij het succes van diverse subsidieregelingen:

⁴ Bijvoorbeeld: Tibber, ANWB Energy, NextEnergy, Eneco, EnergyZero, Zonneplan, Frank Energie, Innova.⁴ Bijvoorbeeld: Edmij, Energypool, Scholt, Sympower, Spectral energy, withthegrid.

- **Salderingsregeling**

De salderingsregeling geldt niet alleen voor particulieren maar ook voor veel bedrijven, sportverenigingen en kantoren. Voorwaarde is een 'kleinverbruikersaansluiting', dat wil zeggen een netaansluiting kleiner of gelijk aan 3 x 80A. Het kabinet Schoof is van plan de salderingsregeling volledig stop te zetten vanaf 1-1-2027, maar dit voornemen is nog niet aangenomen door de 1^e en 2^e kamer.

- **SDE++**

Met de SDE++-subsidierегeling garandeert de overheid een minimale prijs voor het leveren van elektriciteit aan het net voor hernieuwbare energie. De meeste grotere PV-installaties, zowel op dak als op land, maken gebruik van deze regeling. Vanaf de SDE++ 2023 geldt dat je geen subsidie krijgt op de uren met een negatieve day-aheadprijs.

Voor wie is deze regeling bedoeld:

- Netaansluiting groter dan 3 x 80A.
- Rijksoverheidsorganisaties zijn uitgesloten maar decentrale overheidsorganisaties mogen wel deelnemen aan subsidieregelingen

- **Postcoderoos/SCE**

De Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking maakt het mogelijk dat omwonenden kunnen participeren in een PV-project op een groot dak.

- **EIA en MIA/Vamil**

De Energie-investeringsaftrek (EIA), de Milieu-investeringsaftrek (MIA) en de Willekeurige afschrijving milieu-investeringen (Vamil) zijn ook regelingen die bedrijven stimuleren met het verduurzamen via fiscale prikkels, bijvoorbeeld door investeringen in verduurzamingsmaatregelen versneld af te schrijven.

Financiering

Bij de meeste zon-op-dakprojecten wordt de eigenaar of huurder van het gebouw ook eigenaar van het PV-systeem.⁵ Dan volgt de vraag hoe het project wordt gefinancierd: volledig zelf financieren uit eigen middelen of deels met externe financiers. Voor externe financiering is een financieel model nodig van het PV-project met de inkomsten en uitgaven, balans en cashflows gedurende de projectperiode.

Er zijn 2 categorieën van financieringsinstrumenten, met een verschillend risico en rendement:

- **Leningen**

Afhankelijk van de projectgrootte en de financier kan 70-90% van de projectkosten worden geleend tegen een rente van 5-7%. Hierdoor hoeft je zelf slechts 10-30% van de projectkosten te investeren. De projectinkomsten gaan meestal eerst naar de leningverstrekker tot de lening is terugbetaald.

Typische voorwaarden:

- **Minimumbedrag: € 1 miljoen**

Financiers hanteren vaak een minimale grootte omdat er veel komt kijken bij een lening voor een PV-project. Alle financiële en technische details moeten worden geanalyseerd en contracten beoordeeld. Dit is niet geautomatiseerd en blijft intensief mensenwerk. Daarom hanteren financiers een minimale leningomvang voor een project (of voor een aantal projecten samen van dezelfde eigenaar).

- **Extra eisen**

Als externe financiers worden betrokken, stellen zij vaak extra eisen om risico's te verminderen. Enkele banken willen bijvoorbeeld

⁵ Als je een dak of terrein verhuurt aan een PV-projectontwikkelaar, zorgt deze partij voor de financiering.

alleen PV-modules financieren van BNEF 'Tier 1'-leveranciers. De 'Tier 1'-status zegt overigens alleen iets over de financiële status van de producent maar niets over kwaliteit of duurzaamheid.

- **Via het verkopen van eigen vermogen / aandelen**

Als een lening wordt verstrekt dekt deze vaak 70-90% van de projectkosten. De overige 10-30% moet worden ingebracht als risicodragend eigen vermogen (door de aandeelhouders). Pas na het afbetalen van de lening, meestal na 5-8 jaar, kunnen betalingen volgen voor aandeelhouders. Daarin ligt een risico, maar het rendement voor aandeelhouders ligt ook veel hoger dan de rente op de lening: volgens het PBL⁶ is het gemiddeld gevraagde rendement op eigen vermogen bij PV projecten 11% per jaar. Projectontwikkelaars of EPC'ers brengen vaak een deel van het benodigde eigen vermogen in. Hiermee lopen zij ook risico als de opbrengst tegenvalt van het project dat zij hebben gebouwd. Ze geven zo extra geloofwaardigheid het project goed te bouwen. Naast projectontwikkelaars zijn ook andere financiers geïnteresseerd in het deelnemen via eigen vermogen – bijvoorbeeld crowdfunders of bepaalde investeringsfondsen.

Overzicht financiers

Van de Triodos, ASN Bank en de grote commerciële banken, tot overheidsbanken als de BNG en vele andere gespecialiseerde fondsen en financiers: zie [bijlage 5](#) voor een lijst met financiers.²

⁶ Pagina 25 'Eindadvies basisbedragen SDE++ 2024', PBL 2024, publicatienummer 5040 (zie pbl.nl).

Belangrijk risico bij PV-projecten: brand

Brand van een PV-installatie ontstaat vaak door de connectors. Bijvoorbeeld als de male en female connectors in een DC-kabel weliswaar beide van het type MC4 zijn maar van verschillende producenten. Of als een connector verkeerd op de kabel is gemonteerd.

Soms vat de dakbedekking vlam en kan er brand- of rookschade ontstaan aan inboedel en gebouw. Door de gelijkspanning in de DC-kabels (tussen de zonnepanelen en de omvormer) gaat een eenmaal ontstane vlamboog niet snel vanzelf uit.

Door een vlamboog kunnen de connectors extreem heet worden en door de dakbedekking heen smelten. Daarna kan de vlamboog brandbaar isolatiemateriaal (bijvoorbeeld EPS) aansteken. Zo'n dakbrand is moeilijk te stoppen met kans op een total loss van het gebouw.

Oplossingen hiervoor zijn onder meer:

- Vlamboogdetectie met auto-shutdown (opgenomen in de Template met eisen)
- Brandwerende folies (bijvoorbeeld Solardec) en coatings (bijvoorbeeld Allshields)
- Brandwerende behuizing van connectors (bijvoorbeeld ArcBox)

Ook andere maatregelen zijn belangrijk om de kans op brand te minimaliseren, zoals de juiste connectors, juiste montage van connectors, dimensionering van kabels, kabelmanagement, onderhoud en monitoring.

Verzekeringen

Afhankelijk van de situatie worden diverse verzekeringen aanbevolen. Als het project uit eigen middelen wordt betaald kun je je eigen afwezigingen maken. Als banken of andere financiers betrokken zijn bij het

project, vragen ze vrijwel altijd om een operational allriskverzekering (OAR) en om een adequate bedrijfsaansprakelijkheidsverzekering (AVB) van de opdrachtnemer.

Hieronder worden vier relevante verzekeringen kort beschreven.

Bij zon-op-dak: brandverzekering

De afgelopen jaren werd een aantal gebouwbranden veroorzaakt door de PV-installatie. Vanwege het toegenomen brandrisico wordt de premie van de opstal- of inboedelverzekering vaak verhoogd als er een PV-installatie op het dak komt. Soms stelt de verzekeraar aanvullende eisen (onder meer vlamboog-detectie). Die eisen moeten worden meegenomen in de aanbesteding of opdrachtschrijving.

Tip 5: het is belangrijk om in een **vroeg stadium** de kosten van nieuwe of aangepaste verzekeringen op te vragen. Soms worden de premies zo hoog dat de businesscase van het PV-project onrendabel wordt. Diverse PV-projecten zijn hierdoor afgeblazen.

Operationeel All-Riskverzekering (OAR)

Deze verzekering wordt door de opdrachtgever zelf afgesloten. De OAR beschermt tegen:

1. *Schade aan de zonnepaneleninstallatie*
De OAR-verzekering dekt schade aan de PV-installatie als gevolg van een van buitenkomend onheil, zoals: brand, storm, blikseminslag, diefstal of vandalisme.
2. *Productieverlies*
Als de PV-installatie beschadigd raakt, kan het enige tijd duren voordat deze gerepareerd of vervangen is, wat kan leiden tot verlies van inkomsten. Een OAR-verzekering dekt ook het verlies aan inkomsten ten gevolge van de schade.

Bedrijfsaansprakelijkheidsverzekering (AVB)

In de inkoop Eisen van PV-projecten wordt meestal opgenomen dat de opdrachtnemer een adequate bedrijfsaansprakelijkheidsverzekering heeft, zodat eventuele financiële schade kan worden betaald in het geval dat de opdrachtnemer aansprakelijk wordt gesteld voor een schade ontstaan tijdens werkzaamheden.

Enkele voorbeelden van de dekking van een AVB verzekering:

1. **Eigendomsschade.** Schade aan eigendommen van de opdrachtgever (zoals auto's en het gebouw) die is ontstaan door een ongeluk(je) tijdens werkzaamheden.
2. **Persoonlijk letsel.** Als iemand lichamelijk letsel heeft opgelopen als gevolg van werkzaamheden van een werknemer. Dit dekt medische kosten en eventuele schadevergoedingen
3. **Juridische kosten.** Dit dekt onder meer advocatenkosten en gerechtskosten als het bedrijf betrokken raakt bij een rechtszaak.

De dekking en voorwaarden van een AVB variëren per verzekeringsmaatschappij en per type bedrijf.

CAR-verzekering (Construction All Risk)

De installateur of EPC'er dient een CAR-verzekering te hebben afgesloten en betaald met voldoende dekking - bijvoorbeeld: € 1 miljoen of minimaal gelijk aan de contractwaarde. Als opdrachtgever kun je er ook voor kiezen om zelf een CAR-verzekering af te sluiten. Het geeft dezelfde dekking maar je bent zelf *in control*. Deze verzekering dekt andere risico's van de AVB.

In [bijlage 9](#) wordt een korte samenvatting gegeven van de dekking van een CAR verzekering.

STAP 6. DUURZAAMHEIDSASPECTEN

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op de duurzaamheidsaspecten van zonnepanelen. In dit hoofdstuk worden ecologische aspecten van zonneparken en drijvende PV-installaties besproken.

Montagematerialen en omvormers worden niet besproken in dit document. Montagematerialen bestaan meestal uit profielen van aluminium of staal. Beide materialen kunnen goed worden gerecycled. Aluminium wordt al vaak uit gerecycled aluminium gemaakt. Er is nog niet veel informatie over verschillen in levensduur en robuustheid. In een toekomstige versie van dit document worden mogelijk duurzaamheidsaspecten van omvormers en onderconstructies toegevoegd

Duurzaamheidsaspecten zonnepanelen

Duurzaamheidsaspecten komen uitgebreid aan bod in *Gids III. Duurzaamheidsaspecten en marktscan duurzamere zonnepanelen*. Daarin is ook te zien welke duurzamere opties te koop zijn en een indicatie van de meerkosten. De onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste issues.

Tip 6: Overweeg in het voortraject welke duurzaamheidsaspecten voor jouw organisatie het belangrijkste zijn. Met hulp van het genoemde document kun je de meerkosten inschatten van bepaalde eisen en de impact op het aantal leveranciers en de businesscase.

Issue	Toelichting	In Template met eisen?
Carbon FootPrint (CFP) van PV-panelen	De CFP varieert een <i>factor 4</i> tussen wereldwijde top 20 zonnepaneelproducenten: van 265 tot 1.000 kg CO ₂ /kWp. In Nederland, bij installatie in 2024, bedraagt de CO ₂ terugverdientijd van <i>mainstream</i> zonnepanelen 12-30 jaar (afhankelijk van bepaalde prognoses). Er is een aanzienlijke kans dat de levensduur korter is. Dan wordt klimaatopwarming eerder versneld dan vertraagd. Bij <i>Ultra-Low Carbon</i> panelen is dit slechts 2-3 jaar en is er wel zeker een positieve klimaatbijdrage. De benodigde investering stijgt met 3-10%.	<i>Eis:</i> Maximaal 550 kg CO ₂ /kWp volgens de 'Simplified Carbon Assessment' <i>Bonuspunten:</i> Indien CFP flink lager dan 550 kg CO ₂ /kWp
Vermijdbare giftige stoffen	Veel <i>mainstream</i> zonnepanelen bevatten een PFAS-laag over de gehele achterzijde. Dit kan afschilferen en vormt een risico op bodemvervuiling. Ook zit er vaak lood in het soldeertin en antimoon in het glas. PFAS-vrije zonnepanelen zijn ruim beschikbaar. Een klein aantal zonnepanelen bevat ook geen lood of antimoon.	<i>Eis:</i> PFAS-vrij <i>Bonuspunten:</i> Loodvrije soldeertin, antimoonvrij glas
Levensduur	De verwachte levensduur van de meeste zonnepanelen, ook die van 'Tier 1'-producenten, is waarschijnlijk 10-15 jaar. Een technische levensduur van >25 jaar is wel mogelijk maar vergt materialen van hoge kwaliteit en een robuust ontwerp. Enkele producenten leveren deze zonnepanelen; deze zijn wel wat duurder.	<i>Eis:</i> geen <i>Bonuspunten:</i> Indien >25 jaar productgarantie EN onderbouwing door rigoreuze tests (bijv PVEL PQP of 3*IEC61215)

Issue	Toelichting	In Template met eisen?
Arbeids-omstandigheden in de toeleverketen	In Xinjiang is dwangarbeid geconstateerd bij de productie van MG silicium, polysilicium, zonnecellen en zonnepanelen. Naar schatting worden meer dan 1 miljoen Oeigoeren ingezet voor dwangarbeid in diverse industrieën, niet alleen in Xinjiang maar ook in andere provincies. Helaas heeft de Chinese overheid een verbod uitgevaardigd op het controleren van de arbeidsomstandigheden. En juist onafhankelijke audits zijn het kernproces om dwangarbeid uit te kunnen sluiten. De fundamentele botsing tussen de Westerse inzet voor mensenrechten en de Chinese politieke blokkade hiertegen, zorgt ervoor dat er nu geen objectief certificaat is of een andere manier om uit te sluiten dat dwangarbeid is gebruikt bij de productie van zonnepanelen of zonnecellen uit China. Alléén zonnepanelen waarvan alle componenten zijn geproduceerd buiten China kunnen worden gecontroleerd via een due diligence proces met audits – de voorwaarde om te voldoen aan de Europese <i>Corporate Sustainability Due Diligence Directive</i> .	<i>Eis:</i> Er is nu nog geen eis opgenomen bij gebrek aan objectieve criteria. Er zijn nu slechts een paar producenten die een onafhankelijke due diligence hebben verricht en hierover rapporteren.
Arbeids-omstandigheden tijdens het installeren	Bij de installatiewerkzaamheden van zonnepanelen in Nederland is er soms sprake van uitbuiting van arbeidsmigranten.	<i>Eis:</i> leverancier code of conduct
Circulariteit	Diverse ideeën en concepten worden nog ontwikkeld zoals 'Design for Recycling' en de inzet van een bepaald percentage gebruikte materialen bij de productie.	Eisen en objectieve criteria nog in ontwikkeling
End-of-life	Alleen vervangen door andere panelen als ze defect zijn. De (verplichte) verwijderingsbijdrage dient te zijn afgedragen aan Stichting OPEN.	<i>Eis:</i> verwijderingsbijdrage is betaald

Ecologische aspecten bij zon-op-land en zon-op-water

Zon-op-land

Bij PV-installaties op land met een 'oost-west'-oriëntatie worden zonnepanelen soms zo dicht op elkaar gezet dat er nauwelijks nog licht of water op de bodem komt. Het bodemleven onder de panelen verdwijnt dan. Iets meer ruimte voor licht en regen maakt een groot verschil. Zie voor meer informatie: <https://zoninlandschap.nl/u/files/ZonneparkenBeterOntwerpTNOV2.pdf>

TNO heeft een bodemtoets ontwikkeld waarmee afhankelijk van locatie, oriëntatie en rijafstanden wordt bekeken of er voldoende bodemleven mogelijk is. Glas-glas panelen helpen ook een beetje indien zonlicht

ook door de randen van het paneel op de bodem kan komen. In de *Template* is nu opgenomen dat de *ground coverage ratio* kleiner moet zijn dan 70% en dat er tussen de panelen spleten zitten van ten minste 2 cm (ten behoeve van regenwater). Grotere projecten moeten voldoen aan de bodemtoets van TNO.

De biodiversiteit kan eventueel worden bevorderd via bepaalde kruiden, planten en grassen, via het maabeleid of via het plaatsen van een insectenhotel.

NB: Het consortium 'Zon in Landschap' werkt aan een Ecolabel voor zonneparken (EcoCertified). Men verwacht de richtlijnen hiervoor in augustus 2025 te publiceren⁷.

⁷ <https://zoninlandschap.nl/nieuws/i536/thema-s-en-indicatoren-ecocertified-solar-parks-label-vastgesteld>

Agri-PV

Er is ook steeds meer ervaring met het combineren van landbouw en PV-opwek ('agri-PV'). Daarbij worden verschillende oplossingen gebruikt: van rijen met verticaal georiënteerde zonnepanelen tot dakjes van zonnepanelen boven fruitbomen. Agri-PV bevindt zich nog in een relatief vroeg stadium.

Zon-op-water

Binnen het zon-op-waterconsortium worden ook ecologische aspecten van drijvende PV-installaties onderzocht door organisaties als Deltares en de Unie van Waterschappen. Deze onderzoeken zijn nog in een beginstadium en het is nog niet duidelijk of er eisen voor ecologie moeten worden gesteld. Zie voor meer informatie: www.zonopwater.nl

STAP 7. REALISATIE EN OPLEVERING

Tijdslijnen

Bepaal met jouw organisatie wanneer de werkzaamheden voor het PV-project kunnen beginnen. Zijn er eventueel andere werkzaamheden waarmee rekening moet worden gehouden?

Bekijk daarnaast met een adviseur wat een realistische opleverdatum zou zijn, inclusief de doorlooptijd van de aanbesteding en opdrachtverlening en de bouw van de installatie.

Inspecties en opleveringscontrole

Scope 12-inspectie

Het is belangrijk om bij de oplevering van alle projecten, klein of groot, op dak, land of water, een kwaliteitscontrole te laten uitvoeren door een onafhankelijke partij volgens het protocol

SCIOS Scope 12 (norm IEC62446).

Deze 'Scope 12'-keuring controleert de veiligheid van de installatie en rapporteert tekortkomingen aan onder andere de elektrische veiligheid, mechanische beveiliging tegen wind en sneeuw en bliksembeveiliging. In de *Template* is als eis opgenomen dat de opdrachtnemer geconstateerde tekortkomingen (de zogeheten *non-conformities*) vervolgens aanpast.

Het is aan te bevelen tijdig offertes aan te vragen voor de Scope 12-inspectie. Kort voor oplevering kan het lastig zijn een inspecteur te vinden en kunnen de prijzen hoger liggen.

Tip 7: huur als opdrachtgever altijd zelf de Scope 12-inspectie in. In [bijlage 6](#) vind je een lijst met organisaties die een Scope 12-keuring kunnen uitvoeren.

Grote projecten: *sample-tests* op zonnepanelen en *factory audits*

Bij grote projecten (groter dan 1 MW) worden soms ook *sample-tests* en *factory-audits* uitgevoerd.

Sample tests

Soms worden zonnepanelen geleverd met een lager vermogen dan werd opgegeven in de meegeleverde documentatie. Of er is (on) zichtbare schade.

Met *sample tests* wordt de kwaliteit van de geleverde zonnepanelen gecontroleerd voor montage via steekproeven. Een (zeer klein) aantal zonnepanelen wordt dan getest nadat ze in Nederland zijn aangekomen en vóóordat ze worden vrijgegeven voor montage.

Daarbij wordt gekeken naar zaken als:

- Klopt het opgegeven Wattpiek vermogen (met een *flash-tester*)?
- Zijn er te veel *microcracks* aanwezig (kans op snelle degradatie, controle met *EL-test*)?
- Visuele inspectie van de module (controleer de montage en afwerking)
- Controle van de gebruikte modulematerialen (vergelijk met de opgave)

Bij heel grote projecten (groter dan 20 MWp) wordt soms ook een *factory audit* toegepast. Dan wordt de kwaliteit van de batch zonnepanelen die is besteld *gedurende het productieproces in de fabriek* onafhankelijk gecontroleerd.

Samples tests en factory audits brengen kosten met zich mee. Denk voor de orde grootte bij een project van 10 MW aan € 4.000 - 8.000 voor de *sample tests* en € 5.000 - 10.000 voor de *factory audit*.

Je kunt overwegen dit op te nemen in de aanbesteding waarbij de opdrachtnemer dit organiseert; of je kunt het buiten de aanbesteding houden en het zelf organiseren.

[Bijlage 7](#) toont een lijst met organisaties die sample tests of factory audits kunnen uitvoeren.

Bij kleinere projecten wegen de extra kosten meestal niet op tegen het risico op een lagere opbrengst.

Het is ook mogelijk (en gebruikelijk) om een bepaalde opbrengstgarantie gedurende de eerste 2-4 jaar op te nemen in de opdracht of aanbesteding.

STAP 8. ONDERHOUD, MONITORING EN END-OF-LIFE

De operationele fase begint wanneer het PV-project is opgeleverd en elektriciteit produceert. In het voortraject moeten keuzes worden gemaakt over deze fase.

Vaak wordt 2-4 jaar aan 'onderhoud en monitoring' diensten (O&M) gevraagd aan de installateur of EPC'er die de PV-installatie bouwt. Dit stimuleert de opdrachtnemer om een goede installatie op te leveren met een hoge *performance ratio*.

Een opdracht voor O&M kan ook los worden verstrekt; soms wordt O&M door de eigen technische dienst uitgevoerd.

In [bijlage 8](#) is een lijst² opgenomen met organisaties die actief zijn in onderhoud en monitoring.

Onderhoud en reparatie

Dit houdt onder andere in (bijvoorbeeld jaarlijks):

- Omvormer(s) controleren en eventueel schoonmaken
- Kabels en kabelgoten controleren
- Montageconstructie controleren
- Zonnepanelen controleren en eventueel vervangen als ze kapot zijn

Schoonmaken

Zonnepanelen worden in Nederland zelden schoongemaakt; de regen spoelt de panelen schoon. Uitzonderingen daargelaten (veel vogels in de buurt) wegen de schoonmaakkosten niet op tegen de meeropbrengst.

Monitoring

In de operationele fase is het zaak problemen snel op te merken en op te lossen. Huiseigenaren kijken vaak op de smartphone app van de omvormer of de PV-installatie goed werkt. Bij kleinere projecten doet de technische dienst of het elektrotechnische installatiebedrijf dit. Bij grote projecten kan het kosteneffectief zijn hiervoor een gespecialiseerd bedrijf in te schakelen.

Monitoring bestaat uit onder meer:

- Het op afstand uitlezen van de omvormer(s) en de elektriciteitsmeters
- Het vergelijken van de opbrengst ten opzichte van nabijgelegen systemen
- Bij grotere projecten: drone met IR-camera voor inspectie van de zonnepanelen

End-of-Life: Verwijderingsbijdrage

In het *Template* is opgenomen dat de opdrachtnemer de verplichte verwijderingsbijdrage voor de zonnepanelen afdraagt aan de Stichting OPEN die hiervoor het landelijke mandaat heeft.

Vervanging van zonnepanelen

Het is daarnaast belangrijk dat de zonnepanelen *zo lang mogelijk blijven liggen* om effectief een bijdragen te leveren aan het afremmen van klimaatopwarming. Immers, bij de productie van de zonnepanelen (en zonnecellen, het glas, het aluminium frame) komt veel CO₂ vrij. Naar schatting duurt het voor mainstream

silicium panelen uit China, in 2024 in Nederland geïnstalleerd, 12 tot 30 jaar voordat de CO₂-emissies van productie en transport zijn terugverdiend (zie Gids III).

Het is daarom belangrijk om de panelen zo lang mogelijk te laten liggen en ze pas te vervangen als ze in technisch opzicht einde levensduur zijn.

Daarom het advies om zonnepanelen pas te verwijderen bij minder dan 80% van de initiële opbrengst. Zonnepanelen van hoge kwaliteit genereren 25-30 jaar meer dan 80% van de initiële opwek.

AFKORTINGEN EN ACRONIEMEN

EPC	Engineering, Procurement, Construction	PV	PhotoVoltaic
O&M	Operations & Maintenance	PR	Performance Ratio
V _{oc}	Open circuit Voltage	CAR	Construction All Risk
I _{sc}	Short Circuit Current	MPP	Maximum Power Point
P _{mpp}	Power at Maximum Power Point	MPPT	Maximum Power Point Tracker
I _{mpp}	Current at Maximum Power Point	kWh	kilowattuur
V _{mpp}	Voltage at Maximum Power Point	kVA	kiloVoltAmpere (vergelijkbaar met kW)
DC	Direct Current	kW	kiloWatt
AC	Alternating Current	MW	Megawatt
GHI	Global Horizontal Irradiance	PID	Potential Induced Degradation
EN	European Norm	EL	Electro-Luminescence test - Reveals microcracks and broken cells
CE	Conformity to European standards	AQL	Acceptable Quality Limit
PVGIS	Photovoltaic Geographical Information System	PPA	Power Purchase Agreement
STC	Standard Test Conditions (1.000 W/m ² irradiance @ 25 C)	RfP	Request for Proposal
TMY	Typical Meteorological Year	PAC	Provisional Acceptance Criteria
c-Si	Crystalline Silicon	FAC	Final Acceptance Criteria
ESG	Environmental Social Governance	SPV	Special Purpose Vehicle - a legal entity used in financing

BIJLAGE 1 – TECHNISCH ADVISEURS

NB: Onderstaande lijst is onvolledig - voor aanvullingen mail ons op bgdpv@pianoo.nl. De lijst staat in willekeurige volgorde - er is géén onderzoek geweest naar ervaring, kwaliteit of prijs van onderstaande adviseurs.

Bedrijfsnaam	Vestingsplaats	Contactpersoon	Emailadres
Encon	Nijmegen, NL	Marcella Meijman	info.nl@encon.eu
Straight Forward	Urmond, NL	Elbert Jan Achterberg	info@straightforward.nl
Pulsar Power	Herentals, BE	Guy vandendungen	office@pulsarpower.eu
3E	Brussels, BE	Steven Moens	info@3e.eu
DNV	Arnhem, NL	Dana Olson	via contactpagina op dnv.com
Sunzest Solar	Rotterdam, NL	Marcello Passaro	info@sunzestsolar.com
Solar Chills	Haarlem, NL	Elias Gomes	info@solarchills.com
DevCon Ecosystems	Zaandam, NL	Bart Koopmans	info@devcon-eco.nl
JansZon	Amsterdam	Michiel Weebers	info@janszon.nu
Ekwadraat	Leeuwarden	Nick de Vries	info@ekwadraat.com

BIJLAGE 2 – BOUWFYSICI, CONSTRUCTEURS IN VERBAND MET DAKBELASTING

NB: Onderstaande lijst is onvolledig - voor aanvullingen mail ons op bgdpv@pianoo.nl. De lijst staat in willekeurige volgorde - er is géén onderzoek geweest naar ervaring, kwaliteit of prijs van onderstaande adviseurs.

Bedrijfsnaam	Vestingsplaats	Contactpersoon	Emailadres
Dakbestek Adviesburo	Vught, NL	-	Info@dakbestek.nl
Van Doorn Dakspecialist	Rilland, NL	-	info@vandoorndakspecialist.nl
ABT	Delft, NL	Gea Peek	info@abt.eu
DGMR	Arnhem, NL	-	Info@dgmr.nl
Buro Bouwfysica	Cappelle aan de IJssel, NL	-	info@burobouwfysica.nl
Tritium	Breda, NL	-	info@tritium.nl

BIJLAGE 3 – INSTALLATIEBEDRIJVEN, EPC'ERS EN PROJECTONTWIKKELAARS VOOR PV-BEDRIJVEN

NB: Onderstaande lijst is onvolledig - voor aanvullingen mail ons op bgdpv@pianoo.nl. De lijst staat in willekeurige volgorde - er is géén onderzoek geweest naar ervaring, kwaliteit of prijs van onderstaande adviseurs.

Type Bedrijf	Bedrijfsnaam	Website	Emailadres
Grote elektro-technische installatie-bedrijven	Unica	www.unica.nl	Info@unica.nl
	Hoppenbrouwers	www.hoppenbrouwerstechniek.nl	Info@hoppenbrouwerstechniek.nl
	Batenburg	www.batenburg.nl	info.nijmegen@batenburg.nl
	Spie	www.spie-nl.com	Info@spie.nl
	Croon Elektrotechniek	www.croonwolterendros.nl	info@croonwolterendros.nl

Type Bedrijf	Bedrijfsnaam	Website	Emailadres
Grote solar installatie-bedrijven/EPC	Zonnegilde	www.zonnegilde.nl	advies@zonnegilde.nl
	SolarNRG		
	Zonnestroom Nederland	www.zonnestroomnederland.nl	info@zonnestroomnederland.nl
	Eigen Energie	www.eigenenergie.net	info@eigenenergie.net
	Janszon	www.janszon.nu	info@janszon.nu
	Groenleven	www.groenleven.nl	info@groenleven.nl
	Ecorus	www.ecorus.nl	info@ecorus.com
	Ekwadraat	www.ekwadraat.com	info@ekwadraat.com
	SENS	www.sens-energy.com	sens@iqony.energy
	Solar Partners	www.solarpartners.nl	contact@solarpartners.nl
	UniSun	www.unisun-energy.eu	info@unisun-energy.eu
	Goldbeck	www.goldbeck.nl	arnhem@goldbeck.nl
	KiesZon	www.kieszon.nl	info@kieszon.nl
	OranjeDak	www.oranjedak.nl	info@oranjedak.nl
	SunProjects	www.sunprojects.nl	Info@sunprojects.nl
	Izen	www.izen.eu	Info@izen.eu
	Pfzal Solar	www.pfzalsolar.com	info@pfzalsolar.de
	Engie	www.engie.com	Info@engie.com
	Belectric	www.belectric.com	Info@belectric.com
	Sunrock	www.sunrock.com	infor@sunrock.com
ProfiNRG	www.profinrg.nl	info@profinrg.nl	

Type Bedrijf	Bedrijfsnaam	Website	Emailadres
Project- ontwikkelaars	Groenleven	www.groenleven.nl	nfo@groenleven.nl
	Klimaatfonds	www.klimaatfonds.nl	info@klimaatfonds.nl
	TPSolar	www.tpsolar.nl	Info@tpsolar.nl
	Greenlpp	www.greenlpp.com	info@greenlpp.com
	Encavis	www.encavis.com	Info@encavis.com
	Tomorrow Energy	www.tomorrowenergy.nl	Info@tomorrowenergy.nl
	HVC Groep	www.hvcgroep.nl	klantenservice@hvcenergie.nl
	Nara Solar	www.narasolar.com	Info@narasolar.com
	Statskraft	www.statskraft.com/	info@statskraft.com
	Pure Energie	www.pure-energie.nl	Info@pure-energie.nl
	LC Energy		
	Enovos	www.enovosgreenpower.eu	Info@enovosgreenpower.eu
	Lightsource BP	www.lightsourcebp.com/nl/	nl.informatie@lightsourcebp.com
	Chint Solar	www.chintsolar.nl	informatie@chintsolar.nl
	SunVest	www.sunvest.nl	info@sunvest.nl
	SunProjects	www.sun-projects.nl	info@sun-projects.nl
	Vattenfall	www.vattenfall.com	Info@vattenfall.com
	Ecorus	www.ecorus.com	Info@ecorus.com
	Eneco	www.eneco.com	Info@eneco.com
	Powerfield	www.powerfield.nl	info@powerfield.nl
	Novar	www.novar.nl	info@novar.nl
Groendus	www.groendus.nl	info@groendus.nl	
Kieszon	www.kieszon.nl	info@kieszon.nl	
Sunrock	www.sunrock.com	infor@sunrock.com	
IB Vogt	www.ibvogt.com	info@ibvogt.com	

BIJLAGE 4 – ENERGIEMANAGEMENT, BATTERIJEN EN VRAAGSTURING

NB: Onderstaande lijst is onvolledig - voor aanvullingen mail ons op bgdpv@pianoo.nl. De lijst staat in willekeurige volgorde - er is géén onderzoek geweest naar ervaring, kwaliteit of prijs van onderstaande adviseurs.

Bedrijfsnaam	Vestingsplaats	Contactpersoon	Emailadres
Spectral	Amsterdam	Gerben Vermeulen	info@spectral.energy
Peta Watts BV	Rotterdam	Esger Schouten	info@petawatts.nl
Lyv energy	Blaricum	Brendan de Graaf	getlyv.com/en/contact/
European Solar	Heerenveen	Gerard Scheper	info@europeansolar.nl
Scholt Energy	www.scholt.nl	Sjoerd Schotanus	Info@scholt.nl
Odura	www.odura.nl	-	Info@odura.nl
StoredEnergy	Schiedam	Benjamin Neeteson	info@storedenergy.nl
MorePV	Schoorl	Evert Bende	info@morepv.com
Alfen	www.alfen.com	-	info@alfen.com
Fudura	Zwolle	-	Energiesystemen@fudura.nl
Encon	Nijmegen, NL	Marcella Meijman	info.nl@encon.eu

BIJLAGE 5 – FINANCIERS VREEMD VERMOGEN EN EIGEN VERMOGEN

NB: Onderstaande lijst is onvolledig - voor aanvullingen mail ons op bgdpv@pianoo.nl. De lijst staat in willekeurige volgorde - er is géén onderzoek geweest naar ervaring, kwaliteit of prijs van onderstaande adviseurs.

Type financiering	Bedrijfsnaam	Website	Emailadres
Vreemd vermogen	Commerzbank	www.commerzbank.com	CoCEnergy@commerzbank.com
	KfW Bank	www.kfw.de	Info@kfw.de
	Rabobank	www.rabobank.nl	Info@rabobank.com
	ING	www.ing.com	Sustainability@ing.com
	Triodos	www.triodos.nl	zakelijk@triodos.nl
	ASN Bank	www.asnbank.nl	Info@asnbank.nl
	BNG Bank	www.bngbank.nl	info@bngbank.nl
Crowd-funding	Zonnepanelen Delen	www.zonnepanelendelen.nl	Info@zonnepanelendelen.nl
	Duurzaaminvesteren	www.duurzaaminvesteren.nl	support@duurzaaminvesteren.nl

BIJLAGE 6 – SCOPE 12-INSPECTIE

NB: Onderstaande lijst is onvolledig - voor aanvullingen mail ons op bgdpv@pianoo.nl. De lijst staat in willekeurige volgorde - er is géén onderzoek geweest naar ervaring, kwaliteit of prijs van onderstaande adviseurs.

Bedrijfsnaam	Vestigingsplaats	Website	Emailadres
Omega Energie Techniek	Vianen, NL	www.omega-energietechniek.nl	info@omega-energietechniek.nl
RJ Inspecties	Best, NL	www.rjinspecties.nl	info@rjinspecties.nl
Entheq Inspecties		www.entheq.nl	mail@entheq.nl
Wassenaar Inspecties	Wassenaar, NL	www.wassenaarinspecties.nl	info@wassenaarinspecties.nl
GreenHero Inspecties en Opledingen	Dronen, NL	www.greenhero.nl	info@greenhero.nl
Stroomwijs	Apeldoorn, NL	www.stroomwijs.nl	info@stroomwijs.nl
Install Keur	Woerden, NL	www.install-keur.nl	info@install-keur.nl
TUV Nord	Son, NL	www.tuvsud.nord.nl	info@tuv.nl
EKCN	Beverwijk, NL	www.ekcn.nl	info@ekcn.nl
Prisma Inspecties (Vincent Verbon)	Wijk bij Duurstede	www.prisma-inspecties.nl	info@prisma-inspecties.nl

BIJLAGE 7 – FACTORY AUDITS EN SAMPLE TESTING

NB: Onderstaande lijst is onvolledig - voor aanvullingen mail ons op bgdpv@pianoo.nl. De lijst staat in willekeurige volgorde - er is géén onderzoek geweest naar ervaring, kwaliteit of prijs van onderstaande adviseurs.

Bedrijfsnaam	Vestigingsplaats	Website	Emailadres
Sinovoltaics	Hong Kong, CN	www.sinovoltaics.com	contact@sinovoltaics.com
Odin Spire/Sunchine	Rotterdam, NL	www.eternalsunspire.com	sales@eternalsun.com
CEA	Shanghai, CN	www.cea3.com	Info@cea3.com
Solar Tester	Schinnen, NL	www.solartester.nl	info@solartester.nl
STS	Shanghai, CN	www.sts-certified.com	Info@sts-certified.com
PI Berlin	Berlin, DE	www.pi-berlin.com	info@pi-berlin.com

BIJLAGE 8 – MONITORING, ONDERHOUD EN REPARATIE

NB: Onderstaande lijst is onvolledig - voor aanvullingen mail ons op bgdpv@pianoo.nl. De lijst staat in willekeurige volgorde - er is géén onderzoek geweest naar ervaring, kwaliteit of prijs van onderstaande adviseurs.

Bedrijfsnaam	Vestigingsplaats	Website	Emailadres
Zonnepark Services Nederland	Utrecht, NL	www.zonnepark-services.nl	service@zonnepark-services.nl
Solora	Hilversum, NL	www.solora.nl	Info@solora.nl
Everyday	Rosmalen, NL	www.everyday.eu	info@everday.eu
Stern Energy	Schoorl. NL	n.a.	info@morepv.com

BIJLAGE 9 – OVERZICHT DEKKING VAN CAR-VERZEKERING

Rubriek I: het werk

De werkzaamheden zijn overeengekomen in het bouwcontract. Het verzekerde bedrag voor bouwwerkzaamheden is de herstelwaarde tot de toestand voorafgaand aan de schade.

Risico's die worden gedekt door een CAR-polis: overstromingen, wind, aardbevingen, waterschade en schimmel, constructiefouten en nalatigheid.

Normale slijtage of opzettelijke nalatigheid worden niet gedekt.

Geavanceerde bedrijfsonderbreking (optioneel)

Dekt het financiële verlies van verzekerde als gevolg van de onderbreking van het contractwerk die vertraging veroorzaakt in de geplande start van de commerciële exploitatie.

Rubriek II: aansprakelijkheid

De aansprakelijkheidsparagraaf dekt de verzekerde **en andere partijen** (bijvoorbeeld de onderaannemers) tegen hun wettelijke aansprakelijkheid jegens derden voor gebeurtenissen die verband houden met de uitvoering van het werk zoals:

- Letsel aan personen
- Verlies, beschadiging of vernietiging van materiële eigendommen

Daarnaast ook aansprakelijkheid van verzekerden jegens elkaar. Als opdrachtnemer schade berokkent aan zijn opdrachtgever (beiden verzekerd onder de polis), dan kan de opdrachtnemer een

beroep doen op de polis omdat zijn aansprakelijkheid jegens de opdrachtgever is gedekt.

Rubriek III: bestaande eigendommen van de opdrachtgever

Schade aan bestaande zaken van de opdrachtgever als gevolg van de verzekerde werkzaamheden. De schade moet dus direct voortvloeien uit de verrichte werkzaamheden.

Rubriek IV: aannemersmaterieel

Schade aan materieel van aannemer veroorzaakt door van buiten komende calamiteiten, zoals storm, brandstichting en diefstal. Onder hulpstoffen worden verstaan steigers, bekistingen, hutten, schuren, gereedschappen, et cetera, die ten behoeve van de werkzaamheden op de bouwplaats aanwezig zijn. Uitgesloten zijn zeil- en drijvend materieel, draglines, bulldozers, kranen en andere mechanisch aangedreven transportmiddelen.

Rubriek V: eigendom van bouwdirectie en personeel

Schade aan persoonlijke eigendommen van de bouwdirectie en het personeel van verzekerde, werkzaam op de bouwplaats, veroorzaakt door van buiten komende calamiteiten, zoals storm en diefstal.

Uitgesloten van dekking zijn:

- Geld en geldwaardige papieren, et cetera.
- Mechanisch aangedreven voertuigen

Sectie VI: vervoer

Deze paragraaf dekt schade of diefstal van bouwdelen tijdens transport.

Belangrijk voor de dekking onder deze rubriek is dat:

- het vervoer voor rekening en risico van de verzekeringnemer dient te zijn;
- er dekking is van laden tot lossen op de bouwplaats.