



ENERGIERIJK DEN HAAG

---

# Handreiking Circulair PV

Voor professionals in de energietransitie die overwegen zonnepanelen aan te schaffen, met oog voor circulariteit



## Inleiding EnergieRijk Den Haag

**Het doel van programma EnergieRijk Den Haag is het klimaatneutraal maken van (semi-)overheidsgebouwen in het centrum van Den Haag met een repeteerbare, gebiedsgerichte aanpak. In een serie handreikingen lichten we toe wat deze ERDH-aanpak inhoudt.**

Het programma ERDH hanteert een werkfilosofie om het hoofddoel te bereiken, genaamd Trias Territoria. Deze aanpak is drieledig: het besparen van energie, het gebruiken van lokale energiebronnen en het duurzaam inkopen van energie. De Trias Territoria wordt versterkt door het opbouwen van een samenwerkingsinfrastructuur en het ontwikkelen en delen van kennis. De focus van deze handreiking ligt op de innovatie Circulaire zonnepanelen. Alle handreikingen samen dragen bij aan het ontwikkelen en delen van kennis.

Deze handreiking is bedoeld voor professionals in de energietransitie die overwegen zonnepanelen aan te schaffen, met oog voor circulariteit.



Zicht op kantoren in Den Haag centrum. Foto: Rijksvastgoedbedrijf



## Kennishouders

Het onderzoek naar circulaire zonnepanelen is tot stand gekomen dankzij samenwerking met de volgende partijen: Rijksvastgoedbedrijf, Ministerie van Financiën, Safire en Equans. De kennishouders die input hebben geleverd voor deze handreiking staan benoemd op deze pagina.



**Fay van Zeijl**  
*Thematrekker Innovatie, ERDH*



**Leon van der Heiden**  
*Programma Zon op Dak,  
Rijksvastgoedbedrijf*



**Luuk Moerenhout**  
*Energy consultant, Equans*

De volgende personen zijn ook betrokken bij de totstandkoming van het onderzoek en deze handreiking:

- **Susanne van Loon**  
*Contractmanager DBFMO, Rijksvastgoedbedrijf*
- **Robbert Belt**  
*Expert Faciliteiten en Huisvesting, Ministerie van Financiën*
- **Michael Koorn**  
*Directeur Exploitatie, Safire*

Indien u in contact wilt komen met een van deze kennishouders, stuur dan een mail naar [postbus.erdh@rijksoverheid.nl](mailto:postbus.erdh@rijksoverheid.nl).



## Aanleiding

In 2030 moet 70 procent van de elektriciteit in Nederland uit hernieuwbare bronnen komen, zo staat in het Klimaatakkoord. Het Rijksvastgoedbedrijf zet rijkspanden in om groene energie op te wekken door het plaatsen van zonnepanelen. Uiterlijk in 2030 moet 80% van de geschikte rijksdaken voorzien zijn van PV panelen.

Naast de energietransitie, staat de samenleving ook voor een grondstoffentransitie: een volledig circulaire economie in Nederland in 2050. De productie van zonnepanelen vraagt om (schaarse) materialen en zorgt voor veel afval in de toekomst. Het is daarom noodzaak om de energietransitie te combineren met de grondstoffentransitie, en de ontwikkeling van circulaire PV panelen te stimuleren.

Het voornemen om PV panelen te plaatsen op het gebouw op Korte Voorhout 7, het ministerie van Financiën en het Rijksvastgoedbedrijf, was een kans om te onderzoeken welke circulaire opties er bestaan. Om die reden is er, naast de businesscase, veiligheid en esthetiek, ook naar circulariteit gekeken.

---

**Fay van Zeijl, EnergieRijk Den Haag:** *“Zonnepanelen leveren een belangrijke bijdrage aan de energietransitie. Maar duurzaamheid gaat ook over grondstoffenverbruik, de milieupact en waardebehoud. Door zonnepanelen te beoordelen op circulariteit, combineren we de energietransitie met de grondstoffentransitie. Het is daarmee een mooi voorbeeld van een meer integrale benadering van duurzaamheid.”*

---

### Definitie circulaire panelen

Volledig circulaire PV-panelen zijn nog niet beschikbaar. Voor dit onderzoek hebben we de onderstaande definitie van ‘circulaire panelen’ gebruikt (bron: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland):

- I. *Demontabel:* de platen waartussen de cellen zijn verwerkt, zijn zodanig demontabel dat de cellen en de platen separaat kunnen worden gerecycled;
- II. *Materialenpaspoort:* het PV-paneel wordt geleverd inclusief materialenpaspoort, volgens de leidraad Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie (UPCM);
- III. *Retourgarantie:* de PV-panelen worden door de producent aan het einde van de levensduur gegarandeerd ingenomen om te worden hergebruikt of gerecycled (wat blijkt uit de garantievoorwaarden).

In opdracht van het Rijksvastgoedbedrijf en het ministerie van Financiën heeft Equans een onderzoek uitgevoerd waarin reguliere panelen zijn vergeleken met circulaire panelen. Op die manier heeft het Rijksvastgoedbedrijf meer kennis verkregen over de haalbaarheid van circulaire zonnepanelen.

Deze handreiking presenteert de inzichten uit het onderzoek.



## Leveranciers van (circulaire) zonnepanelen

Voor het onderzoek zijn vier leveranciers van zonnepanelen vergeleken. Volledig circulaire panelen zijn nog niet beschikbaar, maar er zijn wel degelijk verschillen in de mate van circulariteit. Missen we een leverancier van circulaire zonnepanelen? Laat het ons weten!

JA Solar is een van 's werelds grootste producenten van zonnepanelen. Het bedrijf is in 2005 opgericht in China. JA Solar heeft 12 productielocaties en levert de zonnepanelen in 135 verschillende landen.

Solarge is een Nederlandse fabrikant van zonnepanelen. Sinds 2018 produceert het bedrijf circulaire PV panelen. De panelen zijn recyclebaar, hebben een lage CO<sub>2</sub> voetafdruk en zijn licht van gewicht. Het bedrijf heeft in 2023 een eerste grootschalige productielocatie in Weert geopend.

Energyra is een Nederlandse fabrikant van (circulaire) zonnepanelen. Het bedrijf bestaat sinds 2020 en is gevestigd in het Noord-Hollandse Westknollendam. De zonnepanelen van Energyra zijn vrij van PFAS en andere schadelijke stoffen zoals lood en fluoride.

Het Duitse SolarWatt produceert zonnepanelen sinds 1993 en is daarmee een van de pioniers op het gebied van zonnepanelen. Solarwatt is Europees marktleider in glas-glas zonnepanelen en een van 's werelds grootste leveranciers van elektriciteitsopslag. Voor deze panelen heeft het bedrijf een Cradle to Cradle-certificering® behaald.



## Haalbaarheid

Het haalbaarheidsonderzoek is een variantenstudie om circulaire en reguliere panelen te vergelijken. Een bijkomend resultaat is een beter overzicht van Nederlandse en Europese leveranciers van circulaire zonnepanelen.

In het onderzoek naar circulaire zonnepanelen voor Korte Voorhout 7 in Den Haag worden in totaal vijf aspecten beschouwd:



---

**Fay van Zeijl, EnergieRijk Den Haag:** *“In de variantenstudie hebben we niet gekeken naar de sociale impact, zoals arbeidsomstandigheden waarin de panelen zijn geproduceerd. Het is aan te raden om in volgende studies wél rekening te houden met de sociale impact. Daarmee wordt de afweging op duurzaamheid nog vollediger.”*

---

Het onderzoek gaat uit van een beschikbaar dakoppervlak van 1.450 m<sup>2</sup>. Daar kunnen naar schatting 536 zonnepanelen op terecht met een nominaal vermogen van 268 kWp. Op de volgende pagina's staat beschreven hoe de afweging is gemaakt en tot welke keuze dit heeft geleid.



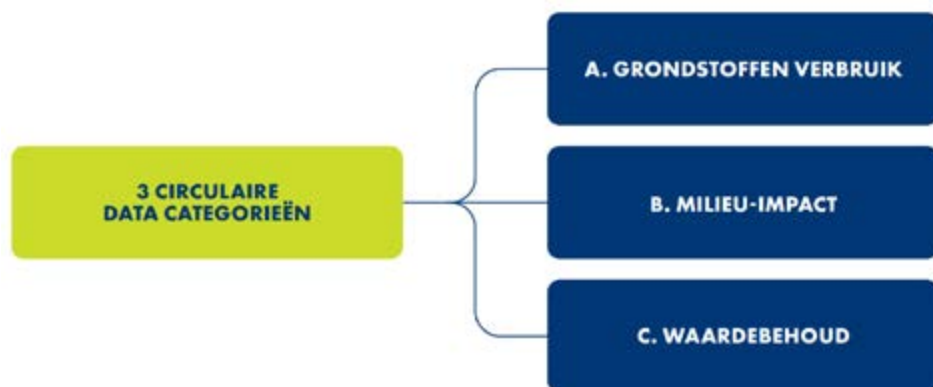
Ministerie van Financiën, Korte Voorhout 7. Foto: Imre Csany



## Materialenpaspoort

Een belangrijke voorwaarde voor een circulaire transitie is transparantie over herkomst, eigenschappen, gebruik en beschikbaarheid van materialen met betrouwbare en consistente data. Het Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie heeft een [leidraad](#) opgesteld voor een Circulair Product Paspoort (CPP, hierna: materialenpaspoort). De leidraad beschrijft welke informatie beschikbaar moet zijn om inzicht te krijgen in de circulariteit van een product.

Het gaat om drie categorieën, zoals weergegeven in onderstaande afbeelding.



Circulaire data categorieën conform leidraad. *Afbeelding: UPCM*

In het onderzoek is gekeken naar de mate waarin de benodigde informatie over circulariteit beschikbaar is. Van alle leveranciers is het materialenpaspoort deels beschikbaar; niet alle benodigde gegevens over de materialen zijn aangeleverd.

Kijkend naar het grondstofverbruik, valt op dat het paneel van Solarge veel lichter is (14 kg) dan de overige panelen (17.5 kg tot 22 kg). Dit betekent dat er minder grondstoffen nodig zijn voor de productie van de panelen. De 'circulaire' panelen van Solarge, Energyra en Solarwatt hebben ook minder kritieke materialen dan JA Solar (700 gram tegenover 1.400 gram). Kritieke materialen zijn grondstoffen die economisch van groot belang zijn en waarbij schaarste tot tekorten kan leiden, zoals kobalt en gallium.

## Hergebruik

Uit het materialenpaspoort blijkt dat er verschillen zijn in het percentage van materialen dat herbruikbaar is. Van de panelen van JA Solar is 80% recyclebaar, dus 20% van de materialen is niet te recyclen. Solarge en Energyra leveren panelen die voor 100% recyclebaar zijn, SolarWatt voor 93%.

Uit het onderzoek is gebleken dat alleen de panelen van Solarge gegarandeerd kunnen worden ingeleverd bij de fabrikant. Alle andere merken geven aan dat zij de panelen niet retour nemen na gebruik. Solarge, Energyra en SolarWatt geven aan dat de platen waartussen de cellen zijn verwerkt, demontabel zijn. Dit geldt niet voor JA Solar.

## CO<sub>2</sub> uitstoot

Bij de productie en het transport van zonnepanelen komt CO<sub>2</sub> vrij. Ook deze uitstoot is zo goed mogelijk in kaart gebracht. Hieruit blijkt dat Solarge en Energyra een 50% lagere CO<sub>2</sub> uitstoot per Wp hebben dan JA Solar. SolarWatt zit er tussenin.

## Levertijd

Ten tijde van het onderzoek, varieert de levertijd tussen de 12 tot 24 weken per paneel. Deze levertijden zijn acceptabel en zijn niet doorslaggevend voor de keuze van een paneel.

## Businesscase

De installatiekosten zijn voor alle panelen gelijk en komen uit op ongeveer €182.000. Dit omvat o.a. de montage van systemen, DC installatie, AC aansluiting, transport, bouwplaatsvoorzieningen, engineering.

Het goedkoopste paneel in de aanschaf is van JA Solar. De meer circulaire panelen zijn een stuk duurder, waarbij Solarge zelfs 80% duurder is dan JA Solar. De terugverdientijden variëren van 6 tot 10 jaar.

Een lange levensduur past goed binnen de circulaire gedachte. De productgarantie van Solarge is aanzienlijk korter (20 jaar) ten opzichte van SolarWatt en Energyra (30 jaar). JA Solar zit daar tussenin met 25 jaar. Het moet echter blijken in hoeverre de productgarantie correspondeert met de levensduur.



## Resultaten

De variantenstudie heeft geleid tot onderstaand afwegingskader. Daarin is te zien hoe de vier leveranciers scoren op de vijf aspecten. Op basis van het materialenpaspoort, hergebruik en CO<sub>2</sub> uitstoot is goed te zien welke leveranciers als circulair zijn beschouwd: Solarge, Energyra en SolarWatt.

Leverancier	Materialenpaspoort			Hergebruik			CO <sub>2</sub> uitstoot	Levertijd	Businesscase		
	Materialen paspoort	Grondstoffen (gram)	Kritieke grondstoffen (gram)	% van materialen recyclebaar	Worden panelen gegarandeerd retour genomen door producent?	Zijn panelen demontabel?	CO <sub>2</sub> footprint (gram/Wp)	Levertijd	Product garantie	Richtprijs (aanschaf en installatie) <sup>1</sup>	Terugverdientijd
<b>JA Solar</b>	Deels beschikbaar	22.000	1.400	80%	Nee	Nee	600	16 weken	25 jaar	€288.000	± 6 jaar
<b>Solarge</b>	Deels beschikbaar	14.000	700	100%	Ja	Ja	300	24 weken	20 jaar	€376.000	± 10 jaar
<b>Energyra</b>	Deels beschikbaar	17.500	700	100%	Nee	Ja	300	16 weken	30 jaar	€362.000	± 9 jaar
<b>SolarWatt</b>	Deels beschikbaar	17.500	700	93%	Nee	Ja	500	12 weken	30 jaar	€358.000	± 8 jaar

<sup>1</sup> Gebaseerd op marktprijzen eind 2022





## Conclusie

Circulaire zonnepanelen beschikken over een materialenpaspoort, zijn demontabel en worden gegarandeerd retour genomen. Op basis van het onderzoek kan Solarge als meest circulaire leverancier worden beschouwd. Dat de leverancier de panelen retour neemt na gebruik is een groot pluspunt. Ook het lage grondstofverbruik per paneel is een voordeel op het gebied van circulariteit. De langere terugverdientijd van 4 jaar extra ten opzichte van het voordeligste paneel is te overzien. Ook de kortere productgarantie (20 jaar ten opzichte van 25-30 jaar) is een nadeel.

---

**Fay van Zeijl, EnergieRijk Den Haag:** *“Solarge is niet de overduidelijke ‘winnaar’ van de variantenstudie. De verschillen laten zien dat er echt wat te kiezen is. Het paneel dat het slechtst scoort op circulariteit is tevens het goedkoopste paneel met de beste businesscase (JA Solar). In deze casus wegen de retourgarantie en het grondstofverbruik zwaar mee in de keuze. Maar de keuze voor een ander paneel zou net zo goed onderbouwd kunnen worden met argumenten.”*

---

---

**Leon van der Heiden, Rijksvastgoedbedrijf:** *“Duurzaamheid is een belangrijk thema binnen het Rijksvastgoedbedrijf. Wij maken ons vastgoed in een hoog tempo klaar voor een groene en duurzame toekomst. Zonnepanelen zijn hiervan een essentieel onderdeel. Deze studie helpt enorm om een goed beeld te krijgen van circulaire zonnepanelen die verkrijgbaar zijn op de markt.”*

---



Zonnepanelen op het dak van Rijnstraat 8. Foto: Oranjedak Energy

## Over EnergieRijk Den Haag

ERDH is een samenwerkingsverband tussen Rijk, Provincie Zuid-Holland, de Gemeente Den Haag en diverse (semi-) publieke en private partners gericht op de volledige verduurzaming van de belangrijkste overheidsgebouwen in het centrumgebied van Den Haag. ERDH is gestart vanuit het inzicht dat duurzame installatie- en energieconcepten slimmer kunnen worden gerealiseerd als deze gebouwoverstijgend zijn in plaats van met de gebruikelijke 'gebouw voor gebouw-aanpak'.

Dat vereist samenwerking en afstemming tussen verschillende partijen/eigenaren in een gebied en dat is geen makkelijke weg. Voor ERDH is de Trias Territoria het handelingsperspectief; *energie besparen, lokaal opwekken en schaal inzetten*. Het hogere doel van ERDH is kennis delen over het 'wat en hoe dan' door zelf een inspirerend en navolgbaar voorbeeld te zijn voor anderen.

Deze ERDH handreiking is onderdeel van een serie handreikingen. Op basis van nieuwe inzichten uit de praktijk worden de handreikingen aangevuld. Uw suggesties ter verbetering van deze uitgave worden gewaardeerd. Deze kunt u insturen via [postbus.erdh@rijksoverheid.nl](mailto:postbus.erdh@rijksoverheid.nl).

Een volledig overzicht van handreikingen kunt u vinden op onze website <https://www.energierijkdenhaag.nl/onderwerpen/kennis> of scan de QR-code.



[www.energierijkdenhaag.nl](http://www.energierijkdenhaag.nl)

### In de reeks Handreikingen EnergieRijk Den Haag verschenen eerder:

- [Handreiking alliantievorming](#)
- [Handreiking innovatie windturbines](#)
- [Handreiking test temperatuurverlaging](#)
- [Handreiking gebouwtransitiepaden](#)
- [Handreiking stadsbatterij](#)
- [Handreiking Trias Territoria](#)
- [Handreiking Thermisch PV](#)