



Rijksdienst voor Ondernemend  
Nederland

# Opbrengst van zonnestroomsystemen in Nederland

*In opdracht van het ministerie van Economische Zaken*

*>> Duurzaam, Agrarisch, Innovatief  
en Internationaal Ondernemen*



Universiteit Utrecht

# Opbrengst van zonnestroomsystemen in Nederland

*Een analyse ten behoeve van de bepaling van een nieuw kengetal zon-PV  
voor het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie*

Wilfried van Sark

Met bijdragen van Peter Segaar (Polder PV), Pierre Gerrissen (namens Holland Solar),  
Kendall Esmeijer (Universiteit Utrecht), Panagiotis Moraitis (Universiteit Utrecht),  
Menno van den Donker (Solar Energy Application Center), Gerjan Emsbroek (Certiq),  
Reinoud Segers (CBS) en Lex Bosselaar (RVO).



Universiteit Utrecht  
Copernicus Instituut  
voor duurzame ontwikkeling  
Energy & Resources  
Heidelberglaan 2  
3584 CS Utrecht

Rapportnummer: CIER-E-2014-1  
Datum: 10 maart 2014

In opdracht van:  
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

## Voorwoord

Naar aanleiding van de herziening van het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie en meer in het bijzonder van het kengetal dat wordt gebruikt om de bijdrage van zonnestroom te bepalen voor statistische doeleinden, heeft Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (voorheen AgentschapNL) aan Universiteit Utrecht eind 2013 een opdracht verleend om een onderbouwd voorstel te doen voor een update van dit kengetal. Het voor u liggende rapport bevat een analyse van de opbrengstgegevens van een groot aantal zon-PV installaties in Nederland voor het jaar 2012. Op basis van de gegevens is een voorstel gedaan voor een nieuw kengetal, welke is besproken met vertegenwoordigers van de Nederlandse markt in een workshop op 14 januari 2014 in Utrecht. In de workshop is met consensus een voorstel voor het kengetal vastgesteld, dat daarmee door de markt wordt gedragen.

De foto op het voorblad is van het project Easy Street in Breda, zie:  
<http://www.eteck.nl/nieuws/2012/11/28/pv-panelen-op-easy-street>

## Samenvatting

Het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie is de grondslag voor de bepaling die het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) jaarlijks uitvoert om de hoeveelheid hernieuwbare energie in Nederland vast te stellen. Vanwege veranderend beleid, nieuwe technische ontwikkelingen en nieuwe inzichten moet dit protocol regelmatig worden geactualiseerd. Dit gebeurde voor het laatst in 2010.

### Zonnestroom

Voor de bepaling van de bijdrage van zonnestroom (zon-PV) aan de nationale doelstelling voor duurzame energie wordt een kengetal gebruikt om de hoeveelheid geproduceerde energie uit te kunnen rekenen op basis van de hoeveelheid geïnstalleerd vermogen aan zon-PV aan het eind van een kalenderjaar. Dit laatste gegeven wordt door CBS verzameld.

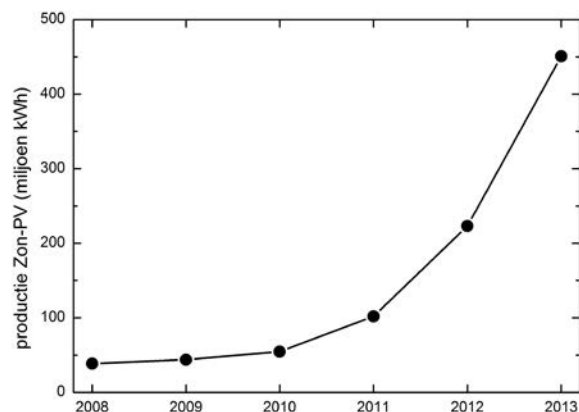
Het kengetal dat in de huidige berekeningssystematiek wordt gebruikt is het aantal vollasturen van een zon-PV systeem. Dit kengetal is vastgesteld op een standaard van 700 uur, hetgeen neerkomt op een jaarlijkse energieopbrengst van 700 kWh per geïnstalleerde kWp aan zon-PV vermogen. Dit kengetal is lange tijd niet aangepast en er zijn duidelijke aanwijzingen uit de Nederlandse markt dat de opbrengst hoger is.

### Herziening specifieke opbrengst

Dit rapport bevat een analyse van gemeten opbrengst gegevens van zon-PV systemen in Nederland. Op basis van de resultaten blijkt dat het aantal vollasturen van 700, zoals gehanteerd door CBS, niet (meer) geschikt is om te gebruiken als kengetal voor Nederland. Aanbevolen wordt de term vollastuur niet meer te gebruiken en te vervangen door **specifieke opbrengst** in kWh per kWp geïnstalleerd vermogen.

Als nieuw kengetal wordt een specifieke opbrengst van **875 kWh/kWp** voorgesteld te hanteren voor geheel Nederland. De ingangsdatum voor dit kengetal is het jaar **2011**.

De herziening van specifieke opbrengst heeft als consequentie dat elektriciteitsproductie door zon-PV met 25% wordt verhoogd, met ingang van 2011. Met de meest recente schatting van 665,5 MWp aan geïnstalleerd vermogen eind 2013 is het gemiddeld geïnstalleerd vermogen in 2013 515 MWp. De elektriciteitsproductie door zon-PV is daarmee 451 miljoen kWh, en is in 5 jaar vertienvoudigd, zie figuur. De bijdrage van zon-PV aan de totale elektriciteitsproductie in Nederland is ongeveer 0.5%.



# Inhoudsopgave

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Inleiding</b> .....                                      | <b>5</b>  |
| <b>2. Doelstelling</b> .....                                   | <b>6</b>  |
| <b>3. Aanpak</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>4. Data verzameling</b> .....                               | <b>7</b>  |
| 4.1. Bronnen.....  | 7         |
| 4.2. Dataset 2012 .....  | 7         |
| 4.3. Dataset 2013 .....  | 8         |
| 4.4. Dataset CertiQ.....                                       | 8         |
| <b>5. Regio keuze</b> .....                                    | <b>9</b>  |
| 5.1. Regio keuze .....   | 9         |
| 5.2. Datasets .....  | 10        |
| <b>6. Resultaten</b> .....                                     | <b>12</b> |
| 6.1. Nationaal.....  | 12        |
| 6.2. Regionale variatie.....                                   | 14        |
| <b>7. Discussie</b> .....                                      | <b>17</b> |
| 7.1. Specifieke opbrengst.....                                 | 17        |
| 7.2. Prestaties optimaal gepositioneerde systemen .....        | 17        |
| 7.3. Nauwkeurigheid bronnen .....                              | 18        |
| 7.4. Vergelijking met andere bronnen .....                     | 19        |
| 7.5. Levensduur en degradatie.....                             | 20        |
| <b>8. Aanbevelingen</b> .....                                  | <b>22</b> |
| 8.1. Kengetal: specifieke opbrengst .....                      | 22        |
| 8.2. Performance ratio of kengetal/specifieke opbrengst? ..... | 23        |
| <b>9. Referenties</b> .....                                    | <b>26</b> |
| <b>10. Bijlage</b> .....                                       | <b>28</b> |
| 10.1. Deelnemers workshop 14 januari 2014 .....                | 28        |

## 1. Inleiding

Het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie is de grondslag voor de bepaling die het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) jaarlijks uitvoert om de hoeveelheid hernieuwbare energie in Nederland vast te stellen. Vanwege veranderend beleid, nieuwe technische ontwikkelingen en nieuwe inzichten moet dit protocol regelmatig worden geactualiseerd. Dit gebeurde voor het laatst in 2010 in het '[Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie update 2010](#)' [1]. Recente ontwikkeling in Europees en nationaal beleid hebben er toe geleid dat een proces gestart is dat zal leiden tot een herziening van het protocol. Dit proces zal in het voorjaar 2014 worden afgerond, zodat het CBS haar rapportage in het najaar 2014 volgens een herzien protocol kan verrichten.

### Zonnestroom

Voor de bepaling van de bijdrage van zonnestroom (zon-PV) aan de Europese en nationale doelstelling voor duurzame energie wordt een kengetal gebruikt om de hoeveelheid geproduceerde energie uit te kunnen rekenen op basis van de hoeveelheid geïnstalleerd vermogen aan zon-PV aan het eind van een kalenderjaar. Dit laatste gegeven wordt door CBS verzameld.

Het kengetal dat in de huidige berekeningsystematiek wordt gebruikt is het aantal vollasturen van een zon-PV systeem. Dit kengetal is vastgesteld op een standaard van 700 uur, hetgeen neerkomt op een jaarlijkse energieopbrengst van 700 kWh per geïnstalleerde kWp aan vermogen. Dit kengetal is lange tijd niet aangepast en er zijn duidelijke aanwijzingen uit de Nederlandse markt dat de opbrengst hoger is.

Voor oudere systemen zoals die uit Nieuwland (Amersfoort) is de opbrengst indertijd bepaald op zo'n 700 kWh/kWp, maar is soms ook aanzienlijk lager [2]. In de Stad van de Zon dat van recenter datum is, zijn duidelijk hogere opbrengsten gemeten van 850 kWh/kWp. ECN hanteerde in haar SDE+ adviezen tot voor kort 850 kWh/kWp [3], maar in haar meest recente advies hanteert ECN 1000 kWh/kWp [4]. Dit moet gezien worden als maximale opbrengst waarvoor SDE+ subsidie te verkrijgen is. Partijen als PolderPV maar ook diverse (grote) installateurs rekenen met opbrengsten van 900 kWh/kWp, met name voor nieuw te installeren systemen. In praktijk gaat men uit van optimaal geïnstalleerde en functionerende systemen, dat wil zeggen systemen die naar het Zuiden zijn gericht onder een hoek van 38 graden. In praktijk zijn er mogelijk vele systemen niet geheel optimaal geïnstalleerd, vanwege beschikbare dak oriëntatie en dak hoek. Recent is een inventarisatie van werkelijke opbrengstgegevens van 2011 gemaakt door de Stichting Monitoring Zonnestroom: daaruit is een gemiddelde opbrengst van 784 kWh/kWp berekend [5], echter de verdeling van opbrengsten was breed hetgeen duidt op een aantal slecht functionerende systemen. Opbrengstgegevens voor 2012 geven een gemiddelde opbrengst van 876 kWh/kWp [6].

## 2. Doelstelling

Het doel van dit project is een onderbouwde schatting te maken van een **kengetal** of **specifieke opbrengst** in kWh/kWp voor de omrekening van het geïnstalleerde vermogen aan zonnestroom, naar een gemiddelde jaarlijkse opbrengst. Het kengetal is bedoeld voor het protocol monitoring hernieuwbare energie. Het is daarmee bedoeld voor de schatting van de totale productie in Nederland. Het CBS gebruikt dit kengetal om de duurzame energieproductie van Nederland uit zonnestroom te bepalen.

De volgende activiteiten zijn uitgevoerd:

1. Inventariseren van de beschikbare opbrengstgegevens
2. Analyse van de gegevens en vaststellen kengetal
3. Bespreken van vastgesteld kengetal met team van experts in een workshop
4. Opstellen aanbeveling

De uitgangspunten voor deze studie zijn:

- Het kengetal moet een realistisch beeld geven van de werkelijke opbrengst in de praktijk. Er moet daarom zo mogelijk rekening houden met niet-functioneren van systemen en beschaduwing, maar ook met niet optimale installatie, bijvoorbeeld op het westen of oosten.
- Het kengetal moet de komende jaren bruikbaar zijn. Aangezien oudere systemen mogelijk slechter functioneren dan systemen die nu geplaatst worden zou inzicht in de ontwikkeling van de prestatie nodig zijn.
- Het gaat om een gemiddelde waarde. Het is niet de bedoeling om te corrigeren voor de werkelijke instraling.
- Het gaat om één getal voor Nederland. Hoewel netbeheerders en CertiQ op de hoogte zijn van de locatie van de PV systemen verschilt de instraling over Nederland maximaal zo'n 10% op jaarbasis.
- Het uiteindelijk kengetal zal gedragen moeten worden door de markt. Daartoe is een expert workshop georganiseerd.

## 3. Aanpak

Analyse van gepubliceerde opbrengstgegevens zijn gecombineerd met gegevens uit andere bronnen, zoals

- Data door Universiteit Utrecht verzameld o.a. in het kader van IEA-PVPS-Task 13 "Performance and Reliability of PV systems"
- Gegevens van CertiQ
- Gegevens van installateurs

Deze analyse leverde een gemiddeld opbrengst getal dat gebruikt kan worden als kengetal. In een expert workshop d.d. 14 januari 2014, waar vertegenwoordigers van de Nederlandse zon-PV markt aanwezig waren, zijn resultaten van de analyse gepresenteerd en bediscussieerd. Uitkomst van de workshop was een kengetal dat door de markt wordt gedragen en daarmee geschikt is voor gebruik in het protocol.

## 4. Data verzameling

### 4.1. Bronnen

Drie bronnen zijn geraadpleegd voor dit onderzoek. Twee publiekelijk beschikbare online monitoringsbronnen (Solarlog [7] en zonnestroomopbrengst.eu [8]), die vanaf hier worden genoemd als respectievelijk bron A en bron B, en één monitoringsbron die beschikbaar is gesteld door SolarCare [9], die vanaf hier genoemd zal worden als bron C. Bron C is een onafhankelijk platform dat door diverse partijen (systeemaanbieders, installateurs en dienstenaanbieders) wordt gebruikt. In totaal is **2,36 MW** aan geïnstalleerd vermogen geanalyseerd voor het jaar 2012.

Aanvankelijk is voor opbrengstdata uit 2012 gekozen, omdat de dataverzameling afgerond zou moeten zijn vóór het einde van het kalenderjaar 2013 en jaartotalen van 2013 derhalve onvolledig zijn. Dit was nodig om een voorstel te kunnen doen dat op 14 januari 2014 tijdens de expert workshop is besproken. Na de workshop is opbrengstdata uit 2013 toegevoegd van bron A en bron C. In totaal is **11,6 MW** aan geïnstalleerd vermogen geanalyseerd voor het jaar 2013.

De gegevens die door CertiQ beschikbaar zijn gesteld bevatten per 2-cijferige postcode het aantal systemen, totaal geïnstalleerd vermogen (MWp) en productie, voor de jaren 2009-2012. Eind 2012 waren 9026 systemen geregistreerd, met in totaal 60,275 MWp en een productie van 35.812 MWh.

Voor bronnen A en B geldt dat de betrouwbaarheid van de opbrengsten onduidelijk is. Metingen worden uitgevoerd door niet geijkte kWh meters, maar ook door inverters zelf. In sommige gevallen wordt hierbij het gemeten DC vermogen met een vast getal vermenigvuldigd om het AC vermogen te 'meten'. De opbrengstgegevens van bron C worden gemeten via een separate kWh meter in combinatie met een responder en hebben een meetnauwkeurigheid van 2 %.

### 4.2. Dataset 2012

Het totale aantal systemen dat in de analyses voor 2012 is meegenomen bedraagt **634** waarvan er 322 afkomstig zijn van bron A, 222 van bron B en 90 van bron C. De systemen zijn onder verschillende oriëntaties gepositioneerd en er is niet uit te sluiten dat enkele systemen gedurende langere periodes in beschaduwde condities hebben gefunctioneerd. Het betreft hier daarom een analyse van systemen onder mogelijk suboptimale condities.

Slechts systemen die gedurende twaalf maanden actief waren zijn meegenomen in de analyses. Van bron A zijn dagtotalen en van bron B zijn maandtotalen van AC opbrengst gebruikt om tot een uiteindelijk jaartotaal te komen. Systemen waarvan één of meerdere van de maandtotalen geen waarde had, en die derhalve kunnen worden bestempeld als inactieve maanden, zijn tevens buiten beschouwing gelaten. Via deze methode is beoogd te waarborgen dat er een accuraat beeld kan worden geschept van de gemiddelde jaarproductie van alle systemen in Nederland.



Verder heeft bron C bij aanlevering van de dataset aangegeven welke systemen vertrouwd zijn en welke niet. Voor de analyses uitgevoerd ten behoeve van dit onderzoek zijn enkel die systemen meegenomen die door bron C zijn bestempeld als zijnde vertrouwd.

Systeemopbrengsten die zeer grote afwijkingen vertoonden ten opzichte van het gemiddelde zijn eveneens buiten beschouwing gelaten. Het betreft hier bijvoorbeeld systemen met een vermogen van enkele kWp die meerdere GWh zouden hebben geproduceerd. De selectie hiervan is gedaan op basis van gezond verstand met het in ogenschouw nemen van de natuurkundige onwaarschijnlijkheid van zulke waarden. Het betrof hier louter enkele systemen.

#### *4.3. Dataset 2013*

Het totale aantal systemen dat in de analyses voor 2013 is meegenomen bedraagt **1537** waarvan er **728** afkomstig zijn van bron A (in totaal 8 MWp) en **809** van bron C (in totaal 3,6 MWp).

#### *4.4. Dataset CertiQ*

Hoewel de dataset ruim 60 MWp omvat, is deze toch niet gebruikt. Nadere analyse liet zien dat specifieke opbrengsten varieerden rond 600 kWh/kWp. Dit lage getal kan worden verklaard door een aantal oorzaken. De CertiQ opbrengst geeft een registratie van netlevering weer, daar is zelfconsumptie impliciet al van af getrokken. Zelfconsumptie bedraagt naar schatting een kwart van de gegenereerde opbrengst op jaarbasis, maar kan sterk verschillen afhankelijk van type huis en bewoners. Daarnaast worden meters jaarlijks uitgelezen, maar verspreid over het jaar, waarbij de jaaropbrengst door 12 wordt gedeeld om maandopbrengsten te verkrijgen. Ook zijn de meetgegevens van 2012 nog niet door de netbeheerder gecorrigeerd. Tenslotte is de kleinste eenheid van installatiegrootte 1 kWp (0,001 MWp), hetgeen tot afrondingsfouten kan leiden.





























## 8. Aanbevelingen

### 8.1. Kengetal: specifieke opbrengst

Op basis van de resultaten en het in ogenschouw nemen van de discussiepunten die zijn aangedragen concluderen we dat het aantal vollasturen van 700, zoals gehanteerd door CBS, niet (meer) geschikt is om te gebruiken als kengetal voor Nederland.

De term vollastuur zou vervangen moeten worden door **specifieke opbrengst** in kWh per kWp geïnstalleerd vermogen.

We stellen voor als nieuw kengetal een specifieke opbrengst van **875 kWh/kWp** te hanteren voor geheel Nederland.

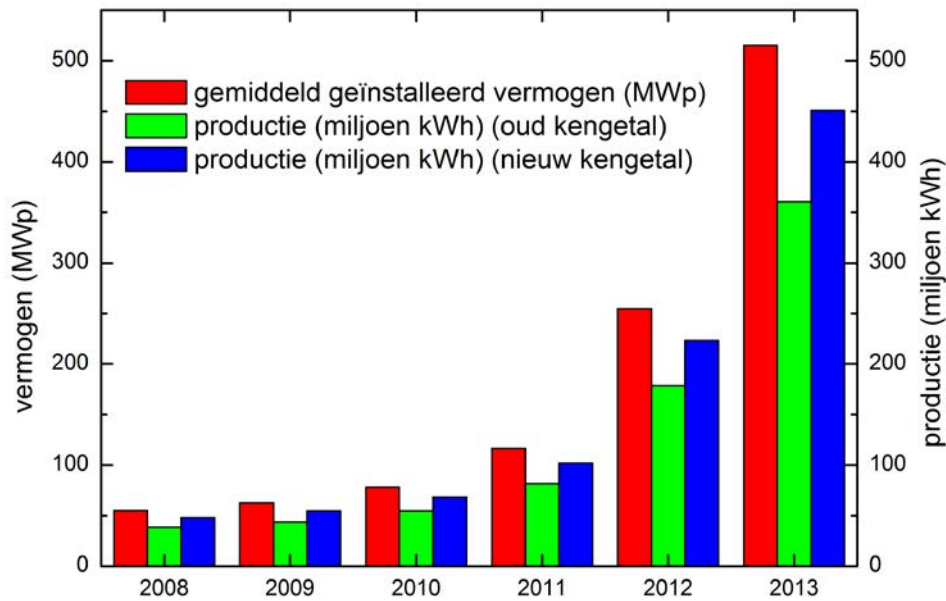
De ingangsdatum voor dit kengetal is het jaar **2011**.

Langdurige monitoring van opbrengsten in Nederland is essentieel om te kunnen bepalen of eventuele bijstelling van deze specifieke opbrengst nodig is, in verband bijvoorbeeld met verbeteringen van efficiency van panelen en inverters.

Het gebruik van het nieuwe kengetal heeft effect op de productie van Zon-PV in Nederland. Tabel 5 en Figuur 12 geven de ontwikkelingen op de Nederlandse Zon-PV markt weer [25]. Voor 2008 tot en met 2013 is het totaal geïnstalleerde vermogen gegroeid van 57 MWp tot 665,5 MWp. Het 2013 getal is een schatting op basis van het PIR productieregister [26]. De geschatte productie is gestegen van 38,5 miljoen kWh tot 360,7 miljoen kWh, uitgaande van de oude specifieke opbrengst van 700 kWh/kWp, en gebruik makend van het gemiddelde cumulatief geïnstalleerd vermogen in een bepaald jaar en aangenomen dat dit vermogen operationeel is. Door gebruik van de nieuwe specifieke opbrengst stijgt de schatting van productie met 25%, en is in 2013 450,8 miljoen kWh, hetgeen ongeveer 0.5% is van het totale elektriciteitsverbruik in Nederland.

*Tabel 5. Productie Zon-PV, herzien vanaf 2011  
Data van CBS [25], \*2013 data van klimaatmonitor [26]*

| Jaar | Totaal geïnstalleerd (MWp) (eind jaar) | Gemiddeld geïnstalleerd (MWp) | Productie (miljoen kWh) | Herziene productie (miljoen kWh) |
|------|--|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 2008 | 57                                     | 55                            | 38,5                    | 48,1                             |
| 2009 | 68                                     | 62,5                          | 43,8                    | 54,7                             |
| 2010 | 88                                     | 78                            | 54,6                    | 68,3                             |
| 2011 | 145                                    | 116,5                         | 81,6                    | 101,9                            |
| 2012 | 365                                    | 255                           | 178,5                   | 223,1                            |
| 2013 | 665,5*                                 | 515,3                         | 360,7                   | 450,8                            |



Figuur 12. Ontwikkeling capaciteit en productie Zon-PV, met oud en nieuw kengetal.

### 8.2. Performance ratio of kengetal/specifieke opbrengst?

Vanwege regionale verschillen in opbrengst en jaarlijkse verschillen in zonne-instraling (jaarsom) zou een andere methodiek mogelijk geschikter kunnen zijn voor de bepaling van de bijdrage van zonnestroom aan hernieuwbare energie in Nederland. Een karakteristiek getal dat daartoe zou kunnen worden ingezet is de zogenaamde performance ratio (PR), dat weergeeft hoe goed het systeem functioneert.

#### Performance Ratio:

Voor het berekenen van de PR van een PV systeem zijn de volgende waarden nodig:

- De opbrengst (E) [Wh]
- Het geïnstalleerde vermogen (P) [W]
- De werkelijke instraling (H) [ $\text{W/m}^2$ ] (in het vlak van het zonnepaneel)
- De referentie instraling (G) [ $1000 \text{ W/m}^2$ ]

De PR is dan als volgt te berekenen:

$$PR = \frac{E/P}{H/G} = \frac{Y_w}{Y_r}$$

waarin  $Y_w$  de werkelijke opbrengst is en  $Y_r$  de referentie opbrengst. Opbrengst E wordt door monitoringsystemen geregistreerd; P is bekend. Voor G is de STC waarde van  $1000 \text{ W/m}^2$



gebruikt. De onbekende is H. Gebleken is dat de performance ratio een instralingsafhankelijke parameter is, dat wil zeggen dat systeem performance constant is (bij goed functionerende systemen) [27].

Wanneer men het opgestelde vermogen kent, en een aanname maakt voor de systeem performance, kan het aantal opgewekte kWh door zon-PV worden vastgesteld door de instraling jaarsom (H) te gebruiken die elk jaar door KNMI wordt bepaald.

Een goede aanname voor PR is 0.85 [27].

Daarmee wordt de opgewekte energie door zon-PV:

$$E = PR \frac{H}{G} P$$

en de genormaliseerde opbrengst is dan

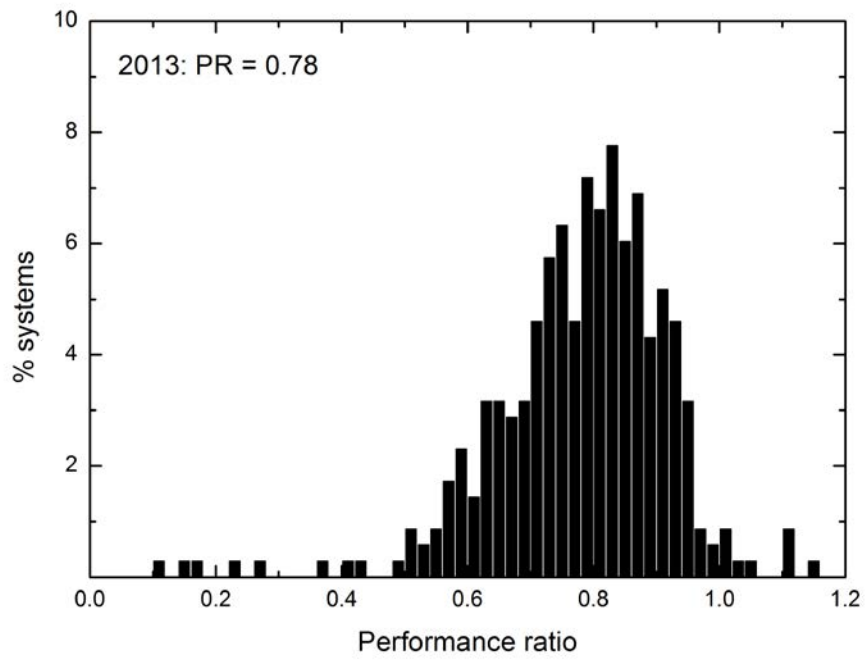
$$\frac{E}{P} = PR \frac{H}{G}$$

De opbrengst kan dan worden berekend, zie tabel 6. De aldus berekende opbrengst wijkt minder dan 0.5 % af van de werkelijke (gemiddelde) opbrengst. De aanname dat PR = 0.85 is lijkt daarmee correct. Echter, in praktijk is ook de PR waarde een gemiddelde.

*Tabel 6. Berekende opbrengst met performance ratio van 0.85*

| <b>Jaar</b>   | <b>Jaarsom<br/>(KNMI)<br/>(W/m<sup>2</sup>)</b> | <b>Berekende<br/>opbrengst<br/>(kWh/kWp)</b> | <b>Werkelijke<br/>opbrengst<br/>(kWh/kWp)</b> |
|---------------|---|--|---|
| 2011          | 1056.7  | 898.2  | -   |
| 2012          | 1036.2  | 880.8  | 877   |
| 2013          | 1044.9  | 888.2  | 878   |
| nominaal jaar | 1024.8  | 871.1  |   |

Van de 2013 dataset is met behulp van instralingsgegevens van KNMI en een rekenmethode om van horizontale instraling te komen tot instraling in het vlak van de zonnepanelen [28] voor elk van de systemen de performance ratio bepaald. Dit induceert echter onnauwkeurigheden omdat de instraling niet op dezelfde locatie gemeten is als het PV systeem. In Figuur 13 is de verdeling van PR waardes weergegeven. De gemiddelde PR=78±14%, oftewel zo'n 10% lager dan de gebruikte waarde van 0.85. Het inzetten van de PR methode lijkt regionale verschillen in opbrengst goed te kunnen weergeven, echter deze methode is slechts schijnbaar nauwkeurig.



*Figuur 13. Performance ratio verdeling van PV systemen in Nederland voor 2013.*

## 9. Referenties

- [1] [http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Protocol Monitoring  
Hernieuwbare Energie Update 2010 DEN.pdf](http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Protocol%20Monitoring%20Hernieuwbare%20Energie%20Update%202010%20DEN.pdf)
- [2] R. Westerhuis, L. Verhoef, W. Van Sark, Monitoring en lessen PV-projecten Amersfoort en HAL-gebied, 2008, Rapport number NWS-E-2008-18  
<http://igitur-archive.library.uu.nl/chem/2009-0306-202604/NWS-E-2008-18.pdf>
- [3] S.M. Lensink, J.A. Wassenaar, S.L. Luxembourg, C.J. Faasen, M. Mozaffarian, Final advice base rates 2011 for electricity and green gas in the framework of the SDE scheme, ECN, 2011, <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10109.pdf>
- [4] S.M. Lensink, J.A. Wassenaar, M. Mozaffarian, S.L. Luxembourg, C.J. Faasen, Basisbedragen in de SDE+ 2013 Eindadvies, ECN-E- -12-038,  
[https://www.ecn.nl/publicaties/PdfFetch.aspx?nr=EC N-E--12-038](https://www.ecn.nl/publicaties/PdfFetch.aspx?nr=EC%20N-E--12-038).
- [5] W. van Sark, K. Esmeijer, P. Muizebelt, G. Rutten, Bronnen en monitorings-initiatieven, 2012, SMZ-2012-8.
- [6] K.B.D. Esmeijer, W.G.J.H.M. van Sark, Statistical analysis of PV performance using publically available data in the Netherlands, Proceedings of the 28th European Photovoltaic Solar Energy Conference (Eds. A. Mine, A. Jäger-Waldau, P. Helm), WIP-Renewable Energies, Munich, Germany, 2013, pp. 4024-4027.
- [7] Solarlog, <http://home.solarlog-web.nl/>
- [8] Zonnestroomopbrengst.eu, zie ook  
[http://www.zonnestroomopbrengst.eu/photovoltaic-plants-comparison/Nederland-NL\\_2013.html](http://www.zonnestroomopbrengst.eu/photovoltaic-plants-comparison/Nederland-NL_2013.html)
- [9] SolarCare, <http://www.solarcare.eu>
- [10] KNMI, Jaaroverzicht van het weer in Nederland 2011
- [11] KNMI, Jaaroverzicht van het weer in Nederland 2012
- [12] KNMI, Jaaroverzicht van het weer in Nederland 2013
- [13] <http://www.knmi.nl/klimatologie/uurgegevens/>
- [14] Op basis van  
<http://www.wenskaartenidee.nl/Hobbywinkels/Postcodekaart%20Nederland.html>
- [15] Analyse door Polder PV , zie  
[http://www.polderpv.nl/nieuws\\_PV114.htm#13jan2014\\_Sonnenertrag\\_update\\_2013](http://www.polderpv.nl/nieuws_PV114.htm#13jan2014_Sonnenertrag_update_2013)
- [16] Siderea, Landelijke Opbrengst Berekening Zonnestroom.  
<http://www.siderea.nl/zonne-energie/jaararchief/jaararchief.html>
- [17] Email Dennis Gieselaar, Oskomera, d.d. 20 December 2013.
- [18] CBS, Hernieuwbare Energie in Nederland 2012,  
<http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/publicaties/archief/2013/2013-hernieuwbare-energie-in-nederland-2012-pub.htm>
- [19] Email Remco de Graaff, Voorzitter Zonnestroom Producenten Vereniging , d.d. 3 Januari 2014.
- [20] R2B energy consulting GmbH, *Jahresprognose zur deutschlandweiten Stromerzeugung aus EEG geförderten Kraftwerken für dat Kalenderjahr 2014*. 11 oktober 2013.

- [http://www.r2b-energy.eu/uploads/pdf/publikationen/r2b\\_EEG\\_Mifri\\_Prognose\\_10152013.pdf.pdf](http://www.r2b-energy.eu/uploads/pdf/publikationen/r2b_EEG_Mifri_Prognose_10152013.pdf.pdf)
- [21] <http://www.renouvelle.org/node/13>
- [22] [http://www.polderpv.nl/nieuws\\_PV103.htm#19jan2013\\_hoge\\_specifieke\\_opbrengst\\_Belgie](http://www.polderpv.nl/nieuws_PV103.htm#19jan2013_hoge_specifieke_opbrengst_Belgie)
- [23] <http://www.pvlogging.be/jaarpv.asp>
- [24] D.C. Jordan, S.R. Kurtz, Photovoltaic Degradation Rates—an Analytical Review, *Progress in Photovoltaics* 21 (2013) 12-29
- [25] CBS, <http://statline.cbs.nl>
- [26] <http://klimaatmonitor.databank.nl/>
- [27] N.H. Reich, B. Mueller, A. Armbruster, W.G.J.H.M. van Sark, K. Kiefer, Ch. Reise, *Performance Ratio revisited: Are PR > 90% realistic?*, *Progress in Photovoltaics* 20 (2012) 717-726.
- [28] F.J. Olmo, J. Vida, I. Foyo, Y. Castro-Diez, L. Alados-Arboledas, *Prediction of global irradiance on inclined surfaces*. *Energy* 24 (1999) 689-704.

## 10.Bijlage

### 10.1. *Deelnemers workshop 14 januari 2014*

Lex Bosselaar, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (lex.bosselaar@rvo.nl)  
Menno van den Donker, Solar Energy Application Centre (vandendonker@ecm.nl)  
Gerjan Emsbroek, CertiQ (G.Emsbroek@certiq.nl)  
Kendall Esmeijer, Universiteit Utrecht (k.b.d.esmeijer@students.uu.nl)  
Pierre Gerrissen, SolarCare/Holland Solar (pierre.gerrissen@solarcare.nl)  
Wilfried van Sark, Universiteit Utrecht (w.g.j.h.m.vansark@uu.nl)  
Peter Segaar, Polder PV (info@polderpv.nl)



Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Croeselaan 15 | 3521 BJ Utrecht

Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht

T +31 (0) 88 042 42 42

F +31 (0) 88 602 90 23

E [klantcontact@rvo.nl](mailto:klantcontact@rvo.nl)

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

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Economische Zaken.

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | maart 2014

Publicatienummer: RVO-091-1401/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken.