

## TNO Technical Sciences

### Samenvatting van onderzoek

# Energie-Invang Triple Solar PVT collectorsysteem

In opdracht van Triple Solar BV is de energie-Invang bepaald volgens de methodiek van de Quasi-dynamische testmethode (QDT) zoals beschreven in de standaard EN 12975-2 voor de opbrengst bepaling voor zonnecollectoren.

Gemeten is aan een zuid georiënteerde testopstelling gebouwd met een oppervlakte van 25 m<sup>2</sup> met een drietal parallelle strengen van ieder 5 warmtepomppanelen in serie.

De opbrengstbepaling van de testopstelling heeft plaats gevonden met gelijktijdige productie van elektrische energie.



**Type:** Triple Solar PVT warmtepomppaneel

**Systeemtype:** hybride collector voor  
Warmtepompsystemen

**Opdrachtgever:**

Triple Solar BV  
Distelweg 451 -  
1031 HD Amsterdam

Ondertekening:

Ing. H.P. Oversloot

Projectleider

Goedkeuring:

Ing. R.P. van den Berg

Afdelingshoofd

TNO  
Leeghwaterstraat 44  
2628 CA Delft  
Postbus 6012  
2600 JA Delft

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

T +31 88 866 22 00

**Datum**

14 oktober 2016

**Onze referentie**

0100300921

**E-mail**

henk.oversloot@tno.nl

**Doorkiesnummer**

+31 88 866 35 12

**Op basis van testrapport**

TNO report number TNO 2016  
R11403  
Oktober 2016

Deze verklaring is tot stand gekomen door een eenmalige beoordeling van de specifieke eigenschappen van een exemplaar van een product of een uitvoering van een systeem. Deze verklaring geeft geen oordeel over andere uitvoeringen van het product of systemen. Deze verklaring geeft geen oordeel over de kwaliteitsborging van producten of systemen, dit is de verantwoordelijkheid van de fabrikant

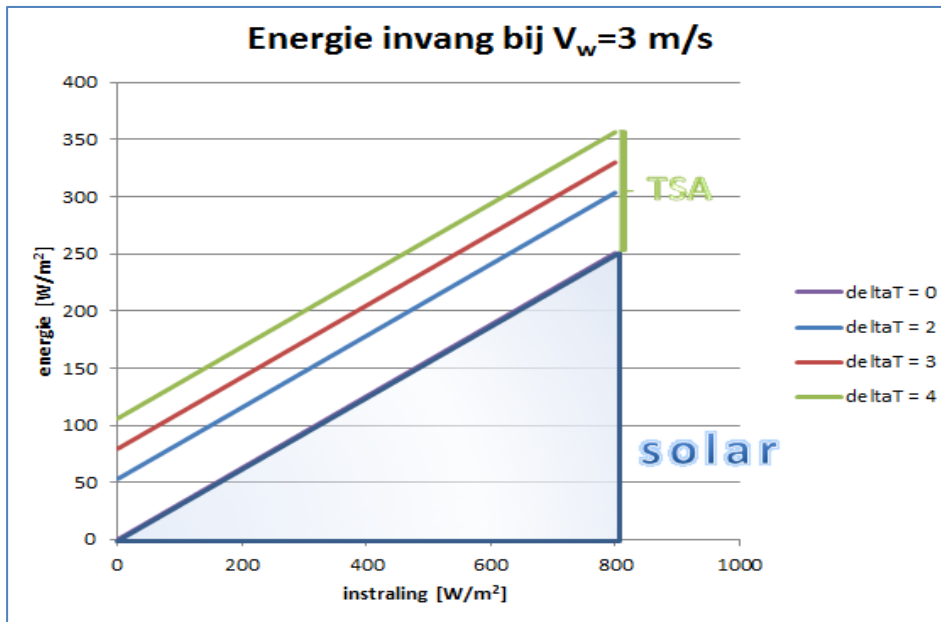
Op opdrachten aan TNO zijn de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, zoals gedeponneerd bij de Griffie van de Rechtbank Den Haag en de Kamer van Koophandel Den Haag van toepassing. Deze algemene voorwaarden kunt u tevens vinden op [www.tno.nl](http://www.tno.nl).  
Op verzoek zenden wij u deze toe.

Handelsregisternummer 27376655.

## Energieopbrengst

**Datum**  
14 oktober 2016  
**Onze referentie**  
0100300921

**Blad**  
2/4



Figuur 1: Ingevangen energie met zonnestraling bij een buitentemperatuur van 20 °C en windsnelheid van 3 m/s bij verschillende verschiltemperaturen (delta T) tussen de omgevingstemperatuur en de gemiddelde collectortemperatuur.

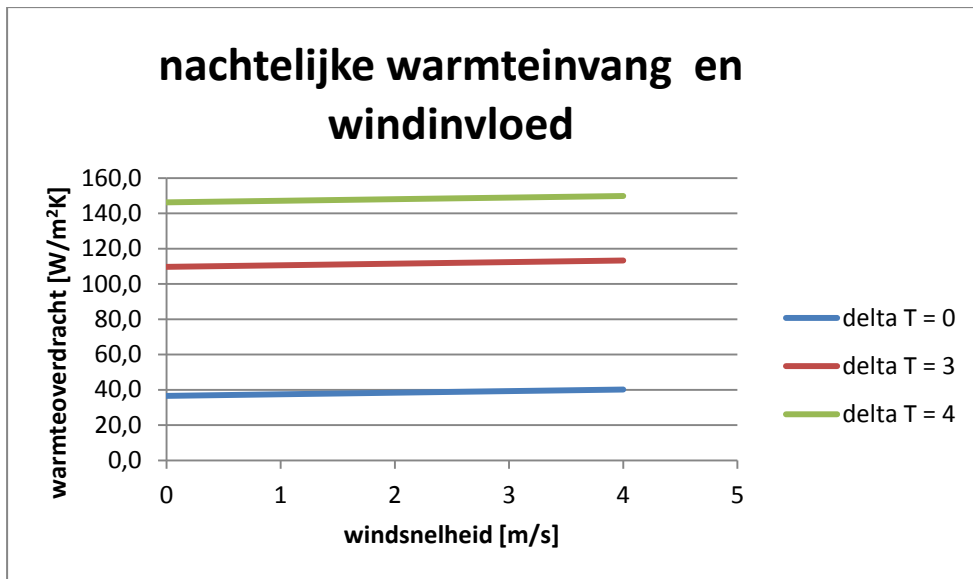
De blauw gekleurde driehoek is het stralingsaandeel afhankelijk van het instralingsniveau. Daar bovenop komt het aandeel dat door warmteuitwisseling met de lucht wordt ingevangen, dit aandeel is afhankelijk van het temperatuurverschil met de omgeving en de windsnelheid.

Effectief bedraagt de U-waarde voor het PVT paneel overdag 26.7 W/m²K en 's nachts 35.2 W/m²K. De U-waarde is de warmteuitwisseling bij 1 graad temperatuurverschil met de omgeving zonder windinvloed.

Bij grotere temperatuurverschillen en hogere windsnelheid neemt de warmteuitwisseling toe. Uit de bovenstaande figuur lezen we dat overdag bij een instralingsniveau van 400W/m² er circa 125W/m² energie ingevangen wordt van de zon, bij een delta T van 2K met 3m/s wind snelheid kan dit oplopen tot 180 W/m² en tot 230 W/m² bij een delta T van 4K.

**Datum**  
14 oktober 2016  
**Onze referentie**  
0100300921

**Blad**  
3/4



Figuur 2: De warmteoverdracht tussen omgevingslucht als functie van de windsnelheid bij nacht.

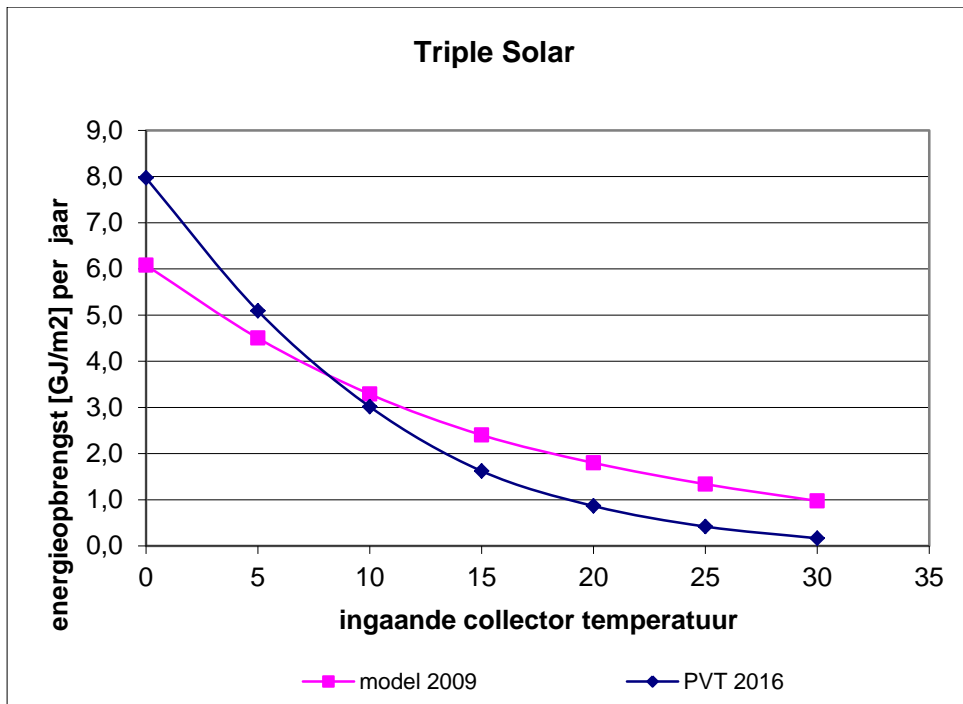
In de uren dat geen electriciteit wordt opgewekt (voornamelijk 's nachts) ontstaat een andere warmtebalans in het paneel waardoor de panelen een schijnbaar hogere U-waarde tonen. Daardoor is ook zonder zon nog een goede werking van de panelen aanwezig.

## Vergelijking Triple Solar collectoren voor passieve opwekking

Er is een vergelijking gemaakt tussen de Triple Solar collector zonder PV en het nieuwe PVT paneel. De toepassing is gekozen voor een grondopslag met warmtepomp voor de opslag van zonne-energie in de zomer, die 's winters benut wordt voor verwarming. Tevens kan in de zomer koeling worden geleverd. Bij deze systemen varieert de temperatuur slechts langzaam over het jaar. Voor deze toepassing is de energieopbrengst berekend van het PVT energiedak bij een constante invoertemperatuur naar het dak. Deze temperatuur is gevarieerd tussen 0 en 30°C zodat een indicatie ontstaat van de jaaropbrengst van een dergelijk systeem. De werkelijke jaaropbrengst zal afhangen van het schakelgedrag dat de looptijd van de installatie bepaald. Dat effect is hier niet meegenomen, de collector wordt bedreven via simpele delta-T aan/uit regeling en draait het maximaal aantal haalbare uren. De berekening is uitgevoerd voor een water/glycol mengsel met 70% water en 30% polypropyleenglycol.

**Datum**  
14 oktober 2016  
**Onze referentie**  
0100300921

**Blad**  
4/4



Figuur 3

Figuur 3 geeft de resultaten weer van deze vergelijking. Duidelijk is dat door de veel betere koppeling van het nieuwe paneel naar de omgevingslucht de opbrengsten sterk verschillen. Door de betere koppeling wordt het maximaal te bereiken temperatuurverschil met de omgeving lager, dus zakt de opbrengst bij hogere temperaturen, dit komt echter ten goede aan de elektrische opbrengst omdat een lagere temperatuur kleinere elektrische verliezen zich meebrengt. Omgekeerd doet de collector het beter bij temperaturen onder de omgevingstemperatuur. Als warmtewisselaar werkt deze collector dus beter als het model 2009.

## Resumé

De ontwikkelde PVT collector toont een sterke koppeling met de omgevingslucht en kan goed functioneren als een warmtewisselaar met de omgevingslucht. De functionaliteit als zonnecollector is beperkt door een vrij lage  $F'(t\alpha)$  (etanulpunt) en de hoge verliesfactor. Dit maakt de collector bij uitstek geschikt voor koppeling met een warmtepompsysteem. Uit de gemeten karakteristieken blijkt de stagnatietemperatuur van de collector te liggen tussen de 30 en 40 °C bij gelijktijdige elektriciteitsopwekking. Effectief bedraagt de U-waarde voor het PVT paneel overdag 26.7 W/m<sup>2</sup>K en 's nachts 35.2 W/m<sup>2</sup>K.