

## Gebruik van warmtebeeldcamera's bij onderhoud in zonne-energiecentrales

### Toepassingsadvies



In de afgelopen 10 jaar heeft de toenemende vraag naar energie ertoe geleid dat er ter vervanging van olie alternatieve energiebronnen werden aangeboord. Er werden diverse technologieën op basis van duurzame energie ontwikkeld, waaronder windenergie, getijdenenergie en zonne-energie.

Het gebruik van zonne-energie voor het opwekken van elektriciteit door middel van zonne-energiesystemen heeft de afgelopen 5 jaar een spectaculaire groei doorgemaakt. Aan deze ontwikkeling lagen verschillende factoren ten grondslag, waaronder de volwassenheid van deze technologie en de financiële stimuleringsmaatregelen van overheden. In ieder geval heeft deze ontwikkeling geleid tot de oprichting van veel bedrijven die zich bezighouden met het ontwikkelen, installeren en beheren van zonne-energieparken, kortweg zonneparken genoemd. Laten wij eens naar Spanje kijken als voorbeeld van deze ontwikkeling in de zonne-energiesector. Spanje is momenteel een van de grootste internationale producenten van zonne-energie, met een geschat geïnstalleerd vermogen van 3200 MW (alleen al in 2008 bedroeg het geïnstalleerde vermogen in Spanje circa 2500 MW!).

Uiteraard moeten deze installaties voldoende rendement op de investeringen opleveren om winstgevend te zijn. Dit hangt er onder andere van af of de installaties perfect functioneren, dus met andere woorden of de totale centrale optimaal presteert. Dit geldt met name als de kosten van elektriciteit uit zonne-energie hoger zijn dan de kosten van de meer conventionele technologieën.

#### Zonne-energie-installaties

Een zonne-energie-installatie bestaat hoofdzakelijk uit in speciale constructies gemonteerde zonnepaneel-systemen, omvormers die de

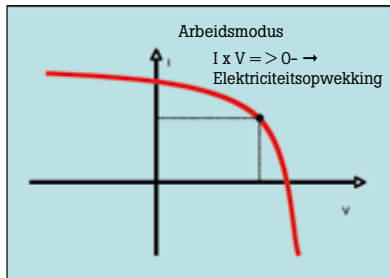
door de zonnepanelen opgewekte gelijkspanning omzetten in wisselspanning, afhankelijk van het type installatie paneelrichtsystemen (zonvolgers), bedrading en beveiligingssystemen, evenals de benodigde middenspanningselementen indien het systeem aangesloten is op een commercieel netwerk. Al deze elementen vormen één systeem dat, mits het goed functioneert, binnen de berekende termijn rendement op de investering biedt.

#### Zonnepanelen

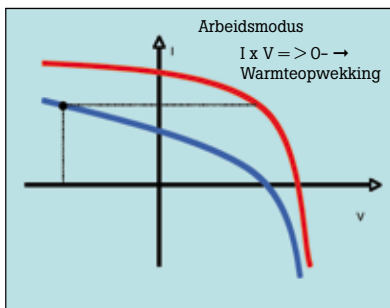
Het zonnepaneelsysteem bestaat uit panelen of modules met halfgeleidercellen die gevoelig zijn voor zonne-energie. Deze cellen wekken de gelijkspanning op. Voor deze zonnecellen worden verschillende technologieën toegepast, waaronder polykristallijn silicium, dunne film, cadmiumtelluride en GaAs (galliumarsenide), elk met een eigen specifiek vermogen. Deze cellen zijn gezamenlijk in één of meerdere parallelle rijen in het paneel ondergebracht, om de gewenste spanning en het gewenste vermogen te bereiken. Onder normale bedrijfsomstandigheden wekt elke zonnecel die zonne-energie opvangt spanning op die samen met de overige cellen de totale uitgangsspanning van het paneel levert. Deze spanning wordt vervolgens door de omvormer tot de uitgangswisselspanning omgevormd.

De verhouding tussen de door de cel geleverde spanning en stroom is in de karakteristieke I-V-curve van de cel weergegeven. Als de cel zonne-energie opvangt, ligt de

waarde van  $I \times V$  boven nul, wat wil zeggen dat er elektriciteit wordt opgewekt.



Een cel die zonne-energie opvangt



Een cel die geen zonne-energie opvangt of een defecte cel

Als een cel niet functioneert of geen energie opwekt omdat hij geen zonne-energie opvangt, is mogelijk de polariteit van die cel omgekeerd. Hij gedraagt zich dan als een lading in plaats van als een generator, wat kan resulteren in een hoge warmteafgifte.

Deze situatie kan eenvoudig worden vastgesteld met behulp van een Fluke-warmtebeeldcamera met IR-Fusion®-technologie.

De Fluke-warmtebeeldcamera maakt tegelijkertijd een volledig radiometrische warmtebeeldopname (infrarood licht) en een visuele opname (zichtbaar licht). Beide beelden worden pixel voor pixel met verschillende doorzichtigheid over elkaar heen gelegd. Het ontstane beeld toont enerzijds de oppervlaktetemperaturen van de weergegeven objecten (in dit geval de zonnepanelen) aan de hand van een door de gebruiker te selecteren palet van kleuren die elk een andere temperatuur aangeven, en anderzijds een visueel beeld waarop de verschillende elementen goed te herkennen zijn. Dankzij het warmtebeeld kunnen wij zien hoe

de defecte cellen oververhit raken, zoals de voorgaande afbeelding laat zien.

De gunstigste omstandigheden om dit soort problemen vast te stellen, zijn wanneer het paneel het grootste vermogen levert, normaal midden op een heldere dag. Onder deze omstandigheden kunnen er cellen met temperaturen tot 111 °C worden opgespoord, zoals in het voorbeeld rechts.

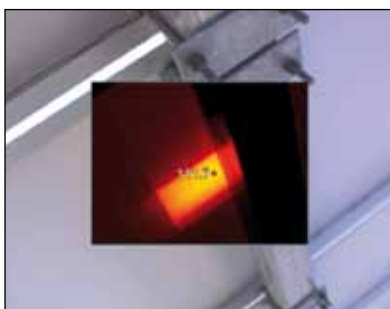
Afhankelijk van hoe het zonnepaneel is opgebouwd en of de cellen in serie geschakeld zijn om de door de omvormer benodigde spanning te bereiken, kan een storing in één van de cellen ertoe leiden dat het vermogen van een zonnepaneel geheel of gedeeltelijk wegvalt.

Dit type probleem leidt in ieder geval altijd tot een lagere vermogensafgifte van het paneel, waardoor het langer duurt voordat de gedane investeringen rendement opleveren. Bovendien kunnen de problemen in verband met oververhitting ervoor zorgen dat de cellen naast de defecte cel minder efficiënt werken of zelfs helemaal uitvallen, waardoor het probleem zich over het hele paneel uitbreidt.

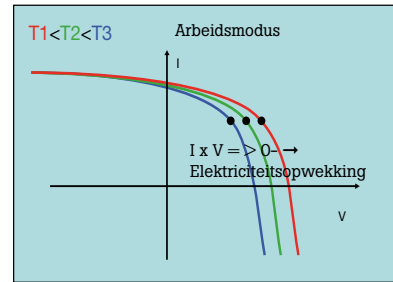
Met een warmtebeeldcamera kunnen zonnepanelen zowel aan de voorzijde als aan de achterzijde van



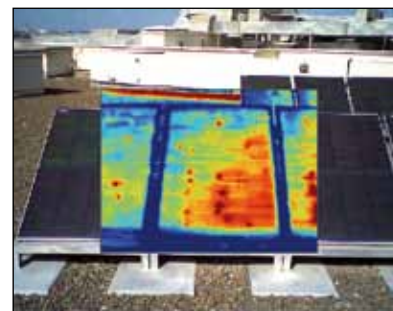
Een zonnepaneel met een defecte cel



Een cel met een temperatuur van 111 °C



Het effect van de temperatuur op de prestatiecurves

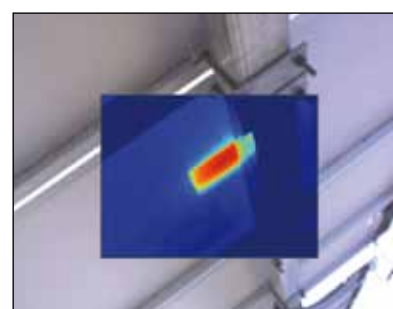


Zonnepaneel met meerdere hotspots en hete vlakken

het paneel worden onderzocht. De laatste methode heeft als voordeel dat problemen in verband met de terugkaatsing van zonlicht of met reflectie door de lage emissiviteit van het kristallijne oppervlak van het paneel worden voorkomen.

Dankzij de thermografie oftewel warmtebeeldtechniek kunnen wij panelen met hotspots snel op afstand identificeren. Daarvoor hoeven wij alleen maar de installatie met een warmtebeeldcamera te scannen.

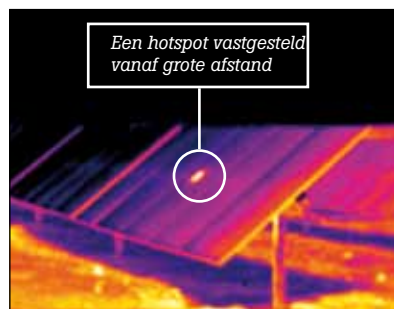
Om problemen in verband met de omgekeerde polariteit van cellen te voorkomen, kunnen zonne-energiemodules zijn uitgerust met beveiligingsdiodes (sper-, eenrichtings- of bypassdiodes), waardoor het vermogensverlies toeneemt naarmate het aantal defecte cellen



Thermografie aan de achterzijde



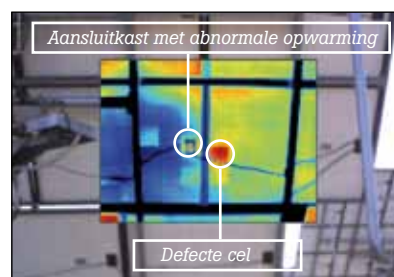
stijgt. De daaruit resulterende opwarming kan ook met de warmtebeeldcamera worden vastgesteld, door het paneel aan de kant van de aansluitingen te onderzoeken.



Gelijktijdige inspectie van meerdere zonnepanelen



Aansluit- en beveiligingsdiodekast



Opwarmingsproblemen in de cel en de aansluitkast

Let vooral op schaduwen van bomen, spanningsmasten, andere panelen etc. op de zonnepanelen, waardoor bepaalde vlakken een afwijkende warmteontwikkeling kunnen vertonen. Dit kan, met name als de warmtebeelden te vroeg of te laat op de dag worden genomen, tot verkeerde interpretaties leiden.

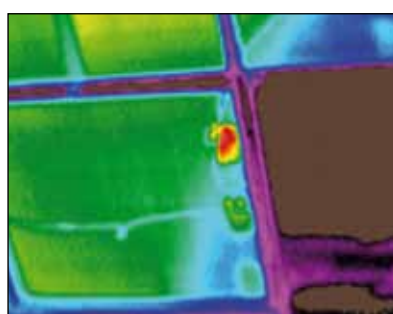
Bovendien moet er rekening worden gehouden met de wind, omdat deze de temperatuur van hotspots door middel van convectie verlaagt, zodat deze hotspots mogelijk niet als echte fouten worden beschouwd.

### Andere te inspecteren elementen

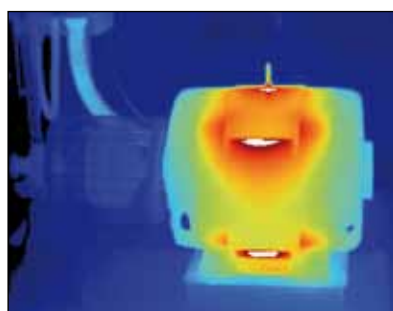
Andere objecten die met een warmtebeeldcamera kunnen worden geïnspecteerd, zijn motoren. Door verschillende oorzaken, zoals de atmosferische omstandigheden rondom de motoren of verkeerde motorafmetingen, kunnen deze motoren dermate heet worden dat hierdoor hun levensduur aanzienlijk wordt verkort. Deze opwarming kan worden veroorzaakt door mechanische problemen in bijvoorbeeld de lagers of met de uitlijning, of door ventilatieproblemen en stroomlekage in wikkelingen.

Om te controleren of de motor goed functioneert, verdient het aanbeveling om andere meetinstrumenten zoals stroomtangen voor het meten van lekkage en isolatietesters te gebruiken.

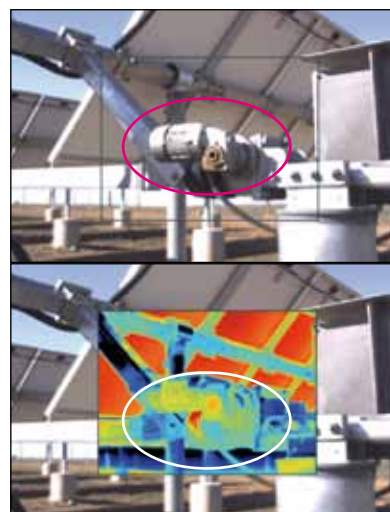
Ook kan de warmtebeeldcamera opwarmingsproblemen in omvormers- en middenspannings-transformatoren opsporen. In middenspanningstrafo's kunnen problemen in de laag- en midden-spanningsaansluitingen alsook inwendige wikkelingsproblemen worden vastgesteld.



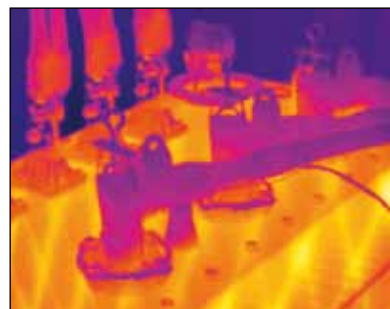
Een paneel met onregelmatige warmteontwikkeling door schaduwen op het paneel



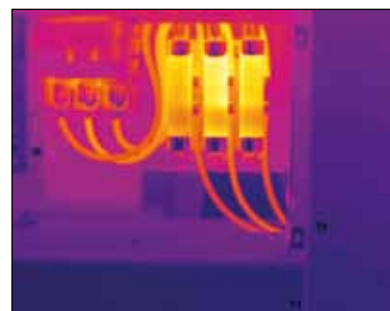
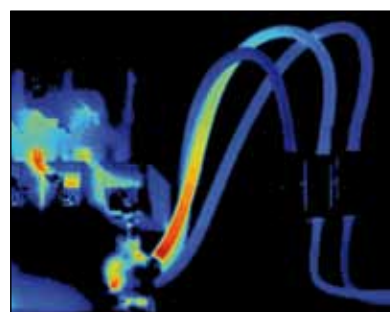
Een motor die door een isolatiefout oververhit is geraakt



Thermische controle van de motor



Warmtebeeld van de aansluitingen van een middenspanningstrafo



Voorbeelden van warmtebeelden met slechte aansluitpunten

Een ander terrein waarop thermografie uitstekend kan helpen, zowel bij preventief als bij voorspellend onderhoud, is de inspectie van alle aansluitpunten. Deze kunnen in de loop van de tijd losraken, wat tot bedrijfsmatige problemen en onnodige onderbrekingen leidt. Dit is bijzonder belangrijk bij zonne-energiecentrales, omdat deze een groot aantal DC- en AC-aansluitingen en elektrische panelen hebben. In dit opzicht moet men niet vergeten dat een slechte aansluiting tot een grotere weerstand leidt, met andere woorden een hogere warmteafgifte door het joule-effect.

**Conclusie**

Met het oog op de afschrijvingsperiode van zonne-energiecentrales (tussen 6 en 10 jaar), is het belangrijk dat het vermogen van de centrale binnen de grenzen blijft die tijdens de ontwerpfasen van de centrale werden vastgelegd, zodat de winstgevendheid over de gehele bedrijfsperiode kan worden gegarandeerd. In dit opzicht is thermografie een essentieel hulpmiddel voor het analyseren van de werking en efficiëntie van de verschillende elementen waaruit de installatie bestaat: zonnepanelen, aansluitingen, motoren, transformatoren, omvormers etc. Een afname van de efficiëntie van de zonnepanelen kan tot een aanzienlijk langere afschrijvingsperiode van de centrale leiden.

Zoals bij andere installaties en processen, is ook hier de temperatuur een uitermate belangrijke

variabele voor de correcte werking van de uitrusting. Zo is er bijvoorbeeld een basisregel die zegt dat bij een bepaald uitrustingsdeel een toename van 10 °C boven de door de fabrikant aanbevolen bedrijfstemperatuur, de levensduur van dat uitrustingsdeel 50% kan worden verkort. Deze simpele regel maakt duidelijk hoe door te hoge temperaturen de kosten voor zowel uitrusting als algemeen onderhoud sterk kunnen oplopen. Als wij er verder aan denken dat zonnepanelen elementen zijn die een groot aantal halfgeleidercellen bevatten, en dat de in een defecte cel opgewekte warmte tot beschadiging van de cellen ernaast kan leiden, wordt het probleem in de loop van de tijd alleen maar erger.

Een ander zeer belangrijk aspect is het succes van de centrale tijdens de inbedrijfstelling. Hierbij is een warmtebeeldcamera een uitermate waardevol instrument, omdat de beheerder van de centrale hiermee zonnepanelen met fabricagefouten kan opsporen en aanspraak kan maken op garantie.

Al deze aspecten laten ons zien hoe thermografie een essentieel hulpmiddel voor het onderhoud van installaties is. Daarnaast is het instrument bijzonder gebruiksvriendelijk, zodat het volledig in de set instrumenten van onderhoudsmonteurs kan worden ingevoegd (multimeters, stroomtangen, lekstroomtangen, isolatietesters en Power Quality Analyzers).



Rivium 2e straat 12  
2909 LG Capelle a/d IJssel  
Tel: +31 - (0)10 - 2 888 000  
Fax: +31 - (0)10 - 2 888 010  
www.euro-index.nl  
verkoop@euro index.nl

**Fluke.** *Keeping your world up and running.*®

**Fluke Nederland B.V.**  
Postbus 1337  
5602 BH Eindhoven  
Tel.: (040) 267 51 00  
Fax: (040) 267 51 11  
E-mail: info@fluke.nl  
Web: [www.fluke.nl](http://www.fluke.nl)

**N.V. Fluke Belgium**  
Langveld Park – Unit 5  
P. Basteleusstraat 2-4-6  
1600 St.-Pieters-Leeuw  
Tel.: 02/40 22 100  
Fax: 02/40 22 101  
E-Mail: info@fluke.be  
Web: [www.fluke.be](http://www.fluke.be)