

WHITEPAPER

SMA SHADEFIX

OPTIMALISATIE NAAR EEN HOGER NIVEAU



Samenvatting

Dit rapport geeft een overzicht van de uitkomsten van een onderzoek onder leiding van de universiteit van Zuid-Denemarken dat SMA's geavanceerde technologie voor optimalisering heeft vergeleken met andere vormen van optimalisering in verschillende omstandigheden met en zonder schaduw. De belangrijkste bevindingen leiden tot conclusies over uitgaand vermogen, totale energieopbrengst over de hele levensduur, betrouwbaarheid en onderhoud, brandveiligheid en de veiligheid van installateurs. Deze whitepaper bespreekt ook belangrijke verschillen tussen de manieren waarop in Noord-Amerika en Europa prioriteit wordt gegeven aan veiligheid en uitschakeling, en het onderzoekt de varianten van SMA oplossingen in beide regio's.

Het optimaliseren van vermogen

Voor de meeste eigenaren van zonnestroominstallaties vertegenwoordigt zonne-energie een belangrijke investering met verwachtingen van voorspelbare financiële opbrengsten. Die opbrengsten zijn afhankelijk van factoren zoals het uitgangsvermogen (prestaties) en de output over langere tijd (energieopbrengst tijdens de levensduur). Al meer dan 30 jaar hebben professionals in zonne-energie zich gericht op die twee criteria om klanten superieure zonnestroomoplossingen te bieden.

Hoewel de meeste zonnestroominstallaties logischerwijze zijn ontworpen om schaduwvrij zonlicht te ontvangen, zijn er situaties waarin er toch schaduw optreedt. Er is veel tijd, moeite en innovatie besteed aan het terugdringen van de ongewenste effecten van schaduwvorming bij zonnestroominstallaties. **Geen enkele oplossing kan schaduw omzetten in licht, maar er bestaan wel manieren om**

het vermogen van zonnepanelen zonder schaduw te maximaliseren en de negatieve effecten van schaduw op panelen te verminderen.

De strategieën voor het reduceren van schaduw verschillen over de hele wereld en zijn afhankelijk van verschillende factoren. De aanpak die in de VS het meest wordt gebruikt, bestaat uit het streven naar optimale opbrengst van ieder zonnepaneel met een complexe samenstelling van onderdelen. Hoewel dit model voordelen biedt ten opzichte van de 'klassieke' stringtechnologie, is er nu een modernere optimalisering waarmee de energieopbrengst wordt verhoogd terwijl het aantal onderdelen en daarmee de complexiteit van het systeem drastisch worden teruggebracht. De bijbehorende statistisch lagere storingpercentages verhogen daarmee de betrouwbaarheid en de totale energieopbrengst over de hele levensduur.

Huidige uitgangspunten

Eén oplossing is het plaatsen van kleine elektronische apparaten onder ieder zonnepaneel om de opbrengst te maximaliseren. Deze onderdelen worden meestal DC-optimizers genoemd. Soms worden ze ook wel aangeduid als MLPE's (module-level power electronics, vermogenselektronica op paneelniveau). Deze apparaten converteren of manipuleren het vermogen (door spanning en stroom te verhogen of verlagen) van ieder zonnepaneel. Weliswaar verhogen ze de energieopbrengst, vooral in bepaalde omstandigheden zoals bij zonnepanelen die sterk worden overschaduw, maar hiervoor wordt een prijs betaald. Deze oplossing bestaat namelijk uit verschillende componenten die samengevoegd moeten worden. Al deze componenten zijn constant in bedrijf, en dit op een plaats die blootgesteld is aan de elementen en vaak lastig te bereiken is.

MEER ENERGIE MET MINDER ONDERDELEN

SMA biedt een optimalisatiesysteem dat een verbetering is ten opzichte van de huidige methode in de branche. De effecten van schaduwvorming worden geminimaliseerd en de vermogensopbrengst wordt verhoogd, maar dan met veel minder systeemonderdelen. **Waarom is het aantal onderdelen zo belangrijk?**

Men is het erover eens dat er een sterke samenhang is tussen de complexiteit van een systeem en het storingspercentage van dat systeem. **Als de complexiteit en het aantal onderdelen van een systeem worden verminderd, neemt ook het totale storingspercentage af.** Daarom heeft SMA een methode voor vermogensoptimalisatie ontwikkeld die meer vermogen oplevert dan traditionele optimalizers, terwijl tegelijk de totale opbrengst van een zonnestroominstallatie over de hele levensduur wordt verhoogd.

De wet van Lusser

De wet van Lusser is een concept uit de systeemtechniek. Deze gaat over het voorspellen van betrouwbaarheid en houdt in, dat de betrouwbaarheid van een reeks onderdelen gelijk is aan het product van de betrouwbaarheden van de afzonderlijke onderdelen. De wet van Lusser wordt vaak omschreven als het idee dat een samengesteld systeem zwakker is dan de zwakste schakel, omdat de productbetrouwbaarheid van een reeks onderdelen lager kan zijn dan die van het onderdeel met de laagste waarde. Dit kan worden uitgedrukt in de volgende vergelijking:

(betrouwbaarheid van systeem = betrouwbaarheid van onderdeel 1 x betrouwbaarheid van onderdeel 2)

Bijvoorbeeld in een systeem met 2 onderdelen:

$R_s = 0,90 \times 0,80 = 0,72$ waarbij R_s = de betrouwbaarheid (R, van reliability) van het systeem (S)

Of als alle onderdelen dezelfde betrouwbaarheid (0,99) hebben, is de betrouwbaarheid van het systeem

met 1 onderdeel: $R_s = 0,99$

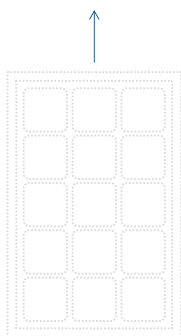
met 2 onderdelen: $R_s = 0,99 \times 0,99 = 0,98$

met 10 onderdelen: $R_s = 0,99^{10} = 0,90$

met 100 onderdelen: $R_s = 0,99^{100} = 0,37$

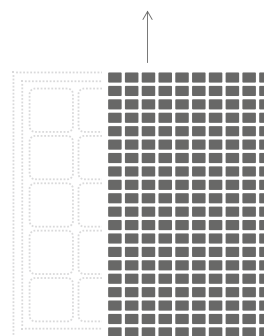
VOORBEELD VAN EEN INSTALLATIE

ca. **2.000**
onderdelen



SUNNY TRIPOWER CORE1

ca. **60.000**
onderdelen



200 OPTIMIZERS
(1 PER PANEEL)

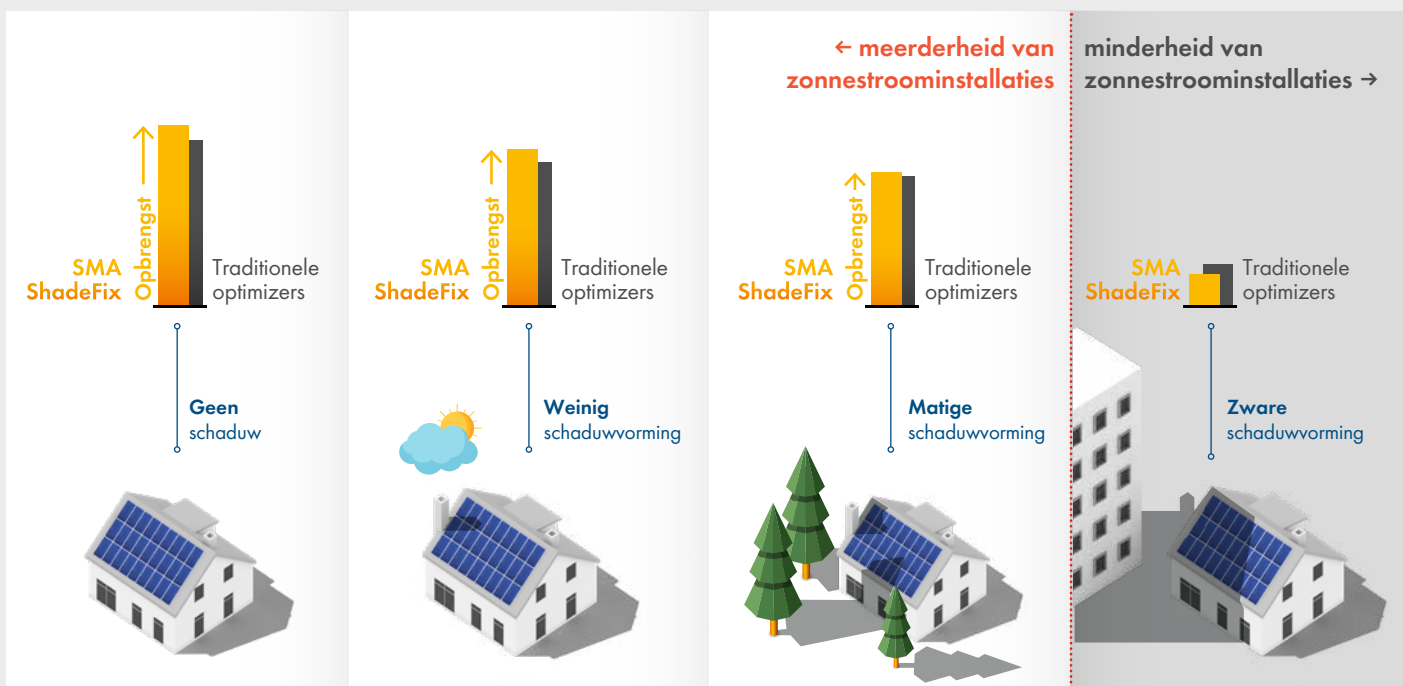
OMVORMER

UNIVERSITAIR VERGELIJKEND ONDERZOEK

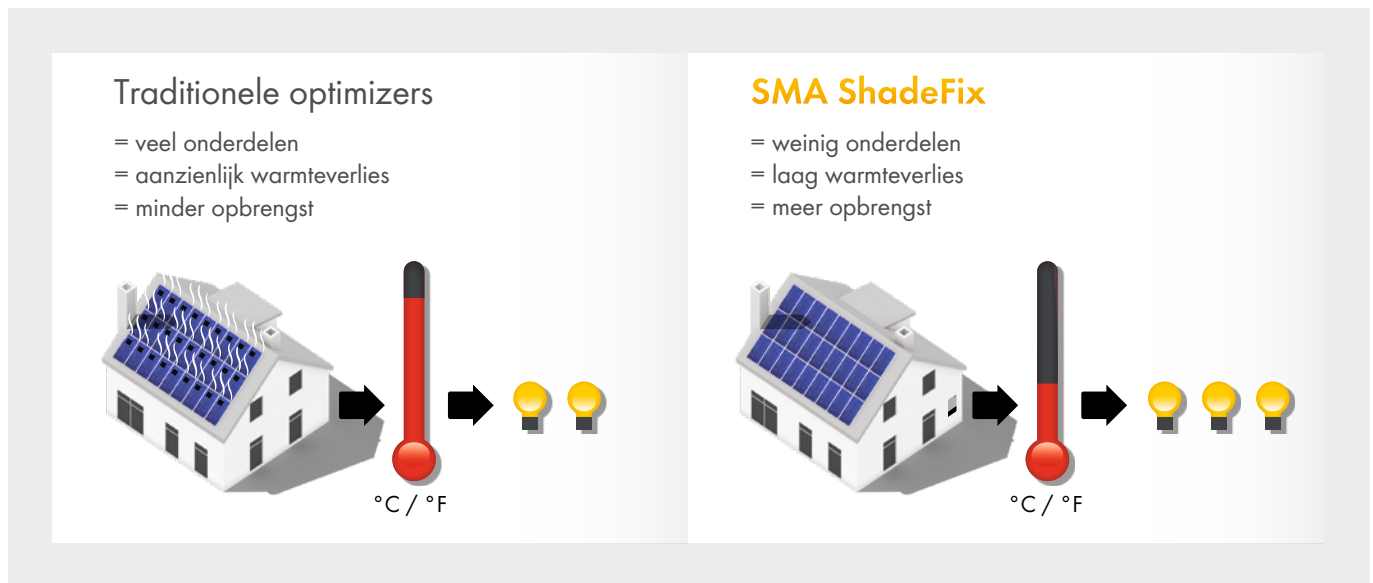
Het SMA systeem voor het genereren van vermogen is onlangs getest door de [universiteit van Zuid-Denemarken](#). Technici van de universiteit testten drie verschillende systemen. Twee daarvan bestonden uit bekende oplossingen met optimizers en de derde uit SMA's gepatenteerde eigen optimalisatie op stringniveau: SMA ShadeFix. Het onderzoek leidt tot de volgende bevindingen:

- » **De optimalisering met SMA ShadeFix levert betere prestaties op dan traditionele optimalisatie per paneel in schaduwvrije scenario's.**
- » **De optimalisering met SMA ShadeFix levert betere prestaties op dan traditionele optimalisatie per paneel in omstandigheden met weinig tot matige schaduw.** Situaties met schaduw waren bijvoorbeeld situaties die ontstaan bij langsdrijvende wolken of dakobstakels zoals boomtakken, schoorstenen, ventilatoren en dakkapellen. In die gevallen verbruikten de traditionele optimizers meer vermogen dan ze konden leveren.
- » De optimalisering met SMA ShadeFix resulteert in betere prestaties op dagen zonder obstakels maar met bewolking, doordat apparaten op paneelniveau meer energie verbruikten dan ze bij elkaar produceerden.
- » Alléén wanneer zonnestroompanelen binnen dezelfde string gedurende de hele dag een aanzienlijk verschil in zoninstraling ondervinden, produceren traditionele optimizers meer vermogen. Dat gebeurt in scenario's met volledige en permanente schaduw, met verschillende richtingen binnen dezelfde string en grote onderlinge verschillen tussen panelen: stuk voor stuk scenario's die zich vaak voordoen bij een slecht systeemontwerp.
- » De vermogensverliezen bij traditionele optimizers resulteren in een lagere totale energieopbrengst vergeleken met de SMA ShadeFix oplossing voor optimalisering.
- » Systemen met traditionele MLPE's hebben vanwege het grote aantal onderdelen een relatief hoog risico op uitval. Hoewel de onderzoekers het vermogensverlies door verwachte storingen niet doorrekenden, geven ze wel aan dat de energieopbrengst over de hele levensduur negatieve gevolgen zou ondervinden.

De conclusie van het onderzoek is dat optimalisering met SMA ShadeFix in de meeste zonnestroominstallaties beter presteert dan traditionele optimalisatie op paneelniveau. SMA ShadeFix leidt tot een hogere energieopbrengst per jaar èn over de hele levensduur van een systeem.



PRODUCTIE OVER DE LEVENSDUUR, BETROUWBAARHEID EN SERVICEKOSTEN



Uit het onderzoek blijkt dat optimalisering met SMA ShadeFix niet alleen meer energie oplevert dan traditionele technologie op paneelniveau, maar nog een voordeel biedt: **een aanzienlijke vermindering van het aantal onderdelen**. In een typische commerciële installatie van 50 kW bevat een SMA systeem in totaal zo'n 2.000 onderdelen. Die worden allemaal ondergebracht in een weersbestendige behuizing en zijn gemakkelijk te onderhouden en te vervangen.

Ter vergelijking: een 50kW-systeem met traditionele optimizers kan wel 60.000+ elektronische onderdelen bevatten. De

meeste hiervan zijn ondergebracht in kleine behuizingen onder de zonnepanelen en worden blootgesteld aan vocht en temperatuurschommelingen. Er zijn aanvullende maatregelen nodig om ze te beschermen tegen extremer weer en knaagdieren.

Als er één onderdeel uitvalt, moet er meestal een servicemonteur komen. Vervolgens is veilige toegang tot het dak nodig voor servicepersoneel en moeten permanente en semi-permanente verbindingen, zonnepanelen en bevestigingen worden verwijderd, waarna alles weer goed geïnstalleerd moet worden. Alles bij elkaar wordt er vele uren op het dak gewerkt. Het grote

re aantal onderdelen en verbindingen leidt ook tot een verhoogd risico op storingen en brand door defecte connectoren, wat later meer in detail wordt besproken. De noodzaak van service zorgt ook voor een zekere onvoorspelbaarheid en willekeur in het bedrijfsmodel van een installateur, wat van invloed is op de planning, logistiek en arbeidskosten.

In markten waar MLPE-apparatuur verplicht is om uitschakelfuncties uit te voeren, werkt SMA met snelle uitschakelapparatuur met SunSpec-certificering. Deze hebben geen functies voor vermogensconversie, zodat het aantal MLPE-onderdelen 50% minder



is ten opzichte van traditionele optimizers. In plaats daarvan zijn deze systemen gebaseerd op SMA ShadeFix, zodat ze meer vermogen genereren, een hogere energieopbrengst over de hele levensduur hebben en de onderhoudskosten lager zijn.

De energieopbrengst over de hele levensduur is met SMA ShadeFix nog verder verhoogd ten opzichte van optimizers door de manier waarop service wordt verleend. Wanneer voor de energieopbrengst wordt vertrouwd op traditionele optimalisering, wordt een systeemontwerper waarschijnlijk geconfronteerd met meer apparatuurstoringen. Iedere storing betekent energieverlies voor de eigenaar van het systeem, maar het is inefficiënt en duur om voor vervanging van iedere eenheid die uitvalt een servicemonteur te sturen. Installateurs zijn meestal verplicht om traditionele optimizers met meerdere exemplaren tegelijk te vervangen, dus die totale energieverliezen lopen in de loop der tijd op, wat nadelig uitvalt voor de hele portefeuille van systemen van een installateur. Zo'n servicebeleid betekent ook dat een systeemeigenaar een risico loopt wat betreft de compatibiliteit van vervangende apparatuur: fabrikanten updaten hun technologie regelmatig, wat vaak voor problemen zorgt met de installatie en samenwerking met oudere modellen.

De aanpak van optimalisering met SMA ShadeFix is gebaseerd op minder gecompliceerde apparatuur met minder elektronica, zodat een maximale opbrengst over de hele levensduur wordt gegarandeerd. En om de servicewerkzaamheden nog verder te stroomlijnen, benut SMA ShadeFix de automatische functies van SMA Smart Connected om de noodzakelijke service sterk te verminderen. SMA Smart Connected bewaakt proactief de omvormer, alarmeert installateurs in geval van problemen, en stuurt automatisch adviezen voor probleemoplossing of zelfs vervangtoestellen. Dit bespaart de installateur een rit voor een diagnose, zodat het aantal servicebezoeken wordt gehalveerd.

Veiligheid met SunSpec

SunSpec Alliance is een handelsorganisatie die meer dan 100 deelnemers uit de branche voor zonnestroom en energieopslag uit Noord-Amerika, Europa en Azië telt. Het doel is standaarden te ontwikkelen waarmee systemen onderling kunnen samenwerken volgens het 'plug & play'-principe.



SMA Smart Connected
vermindert het aantal
interventies ter plaatse
met de helft



WERELDWIJDE VERSCHILLEN IN REGELGEVING



Naast het produceren van stroom wordt in sommige gebieden traditionele apparatuur op paneelniveau gebruikt voor een uitschakelings- of veiligheidsfunctie. Deze functie wordt verschillend toegepast in Noord-Amerika, Europa en andere regio's in de wereld, en er is voortdurend discussie over de invloed hiervan op veiligheids- en brandrisico's, en ook de prestaties en betrouwbaarheid van systemen. Wat betreft deze functie is het van belang om zowel het gewenste resultaat te evalueren als de impact op de mensen die met het systeem werken.

Bij de vraag of uitschakelapparatuur op paneelniveau moet worden toegepast, wordt doorgaans gekeken naar de veiligheid van hulpverleners. Het is belangrijk



dat de spanning van het systeem wordt verlaagd als een hulpverlener blootliggende draden en een systeem onder spanning aantreft. De regelgeving in de VS schrijft een limiet van 80 V voor, die nog steeds gevaarlijk kan zijn, maar veiliger is dan helemaal geen norm. Optimale werkwijzen voor brandbestrijding adviseren ook uiterste voorzichtigheid en beperkende maatregelen voor het omgaan met brand waarbij een zonnestroominstallatie is betrokken.

Het is hierin essentieel om te voldoen aan de regelgeving met een methode voor maximale veiligheid die de eisen voor uitschakeling volledig respecteert, maar die niet de productie over de hele levensduur in gevaar brengt. Toepassing van de communicatiestandaard van SunSpec en snelle uitschakelapparatuur met SunSpec-certificering vormen een oplossing voor deze markten die de hoeveelheid elektronica op het dak vermindert en risico voor hulpverleners en installateurs op verschillende fronten verkleint.

Met SunSpec kan razendsnel een signaal via de DC-stroomleidingen worden ver-

stuurd die met een domino-effect alles uitschakelt. De ontvanger in het zonnepaneel is een klein apparaatje dat de veiligheid van hulpverleners verhoogt maar ook andere algemene problemen aanpakt. In tegenstelling tot traditionele optimizers die continu en actief vermogen converteren, energie verbruiken, warmte ontwikkelen en onderhevig zijn aan slijtage, werkt de SunSpec-apparatuur passief. Daardoor vertoont de SunSpec-apparatuur nauwelijks slijtage en is het energieverbruik te verwaarlozen. De installatie van de apparatuur kan op de begane grond worden voorbereid, zodat er minder tijd op het dak hoeft te worden gewerkt. Tot slot is een apparaat volgens de SunSpec-specificatie ontworpen voor samenwerking met andere apparatuur, dus als een leverancier de branche verlaat, wordt een systeemontwerper niet gehinderd door onderhoud of vervanging door een eigen oplossing.

Het is ook belangrijk om na te gaan waarom markten over de hele wereld niet vergelijkbare statuten hebben.

DISCUSSIE IN EUROPA OVER BRANDGEVAAR



In regio's waar uitschakeling op paneelniveau niet verplicht is, worden hiervoor drie hoofdredenen aangevoerd: risico voor installateurs, een vals gevoel van veiligheid en een verhoogd risico op brand.

Als uitschakeling op paneelniveau vereist is, moeten installateurs meer tijd op het dak

werken, zodat ze langer worden blootgesteld aan een valrisico. Volgens OSHA-cijfers uit 2018 zijn "valpartijen de belangrijkste doodsoorzaak voor personeel in de bouwwereld, gevolgd door stoten van voorwerpen, elektrocutie en beknelling." Valpartijen waren de oorzaak in 33,5% van alle dodelijke ongevallen in de bouw.

Wanneer personeel extra tijd op het dak besteedt aan de installatie en het onderhoud van apparatuur die potentiële risico's voor hulpverleners verkleint, verhoogt dat het valrisico voor installateurs om het risico op een elektrische schok voor hulpverleners te verkleinen.

Naast het verhoogde risico dat professionals in de zonne-energie lopen, **geeft de aanwezigheid van vele elektronische apparaten op een dak juist een groter risico op brand.** Dit vergroot de kans op materiële schade en stelt hulpverleners bloot aan precies die risico's blootstelt die de branche probeert te vermijden.



ONDERZOEK DOOR TUV RHEINLAND / FRAUNHOFER ISE



In een [onderzoek dat is gepubliceerd door het U.S. Department of Energy](#) en dat werd uitgevoerd door het instituut voor veiligheid TÜV Rheinland en het Fraunhofer Institute voor zonne-energiesystemen, dat wereldwijd wetenschappelijk en technisch onderzoek verricht, hebben autoriteiten brandgevaar in zonnestroominstallaties onderzocht.

Dat onderzoek concludeerde dat “vaak veiligheidscomponenten zoals zekeringen en schakelaars worden geïntegreerd in het DC-gedeelte van zonnestroominstallaties. Ieder extra onderdeel vormt een risico door meer contactpunten en andere bronnen voor storingen. Hetzelfde geldt voor de installatie van schakelaars in de DC-bedrading, maar wat betreft het risico op brand in een zonnestroominstallatie vormen extra schakelaars gewoonweg een extra bron van defecten.”

Standaard zonnepanelen worden uitgerust met twee DC-connectoren. Voor ieder extra MLPE-apparaat zijn vier extra connectoren nodig, dus in totaal drie keer zoveel. Als er drie keer zoveel kabels en contacten zijn die in de loop der tijd kunnen losraken of problemen kunnen veroorzaken door verschillen tussen fabrikanten, binnendringend water, weersinvloeden en knaagdieren, neemt het risico op storingen en brand ook toe.

OPVALLENDE STORINGEN IN COMMERCIËLE INSTALLATIES



Dit probleem stond onlangs centraal in een veelbesproken conflict tussen winkelgigant Walmart en zonnestroomontwerper Tesla. Dit leidde ertoe dat Walmart na verschillende branden Tesla aansprakelijk stelde en eiste dat ze bij 240 filialen de zonnestroominstallaties zou verwijderen. Deze rechtszaak werd uitgebreid besproken in de [media](#). Walmart beweerde dat er sprake was van grove nalatigheid. De elektrische verbindingen op de daken waren één van de centrale factoren in de beschuldiging.

Hoewel de zaak buiten de rechtbank werd geschikt en alle partijen schuld ontkenen, onderstreept het proces het belang van

minder onderdelen met connectoren op het dak. Als er minder connectoren, kabels en elektronische onderdelen op het dak zijn, vermindert het risico op storingen of brand.

In verschillende markten over de hele wereld wordt dit onderwerp verschillend aangepakt, maar er is één constante: de optimalisering met SMA ShadeFix zorgt voor veiligheidsfuncties met een model dat voldoet aan regelgeving, dat energieproductie en -opbrengst over de hele levensduur maximaliseert en dat bedrijfsrisico's verkleint.



EEN BETERE MANIER OM VERMOGEN TE OPTIMALISEREN

Hoewel traditionele optimalisering op paneelniveau sommige problemen in de eerste generatie van zonnestroominstallaties een oplossing bood, is nu aangetoond dat een geavanceerde optimaliseringstechnologie zowel de systeemoutput als de energieopbrengst over de hele levensduur verhoogt. Tegelijkertijd wordt de veiligheid voor de installateurs verbeterd en wordt het risico op noodzakelijke service verkleind. Systeemontwerpers kunnen meer informatie over SMA ShadeFix terugvinden op www.SMA-Benelux.com.

Bronnen

Assoc. Prof. WulfToke Franke, [The Impact of Optimizers for PV-Modules](#), Scientific study, University of Southern Denmark, Mai 2019

Sepanski et al, “[Assessing Fire Risks in Photovoltaic Systems and Developing Safety Concepts for Risk Minimization](#)”, TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, 2018.

Occupational Health and Safety Administration www.osha.gov



SMA Benelux
Generaal de Wittelaan 19B
2800 Mechelen
Tel. +32 15 28 67 39
Email: info@SMA-Benelux.com
www.SMA-Benelux.com

SOCIALE MEDIA
www.SMA-Benelux.com/nieuwsberichten

