

Mismatch in typische Nederlandse commerciële PV dakinstallaties

Doelstelling

PV panelen produceren maximaal vermogen bij een specifiek werkpunt (Maximum Power Point, MPP) dat bereikt wordt bij een bepaalde stroom (I_{mpp}) en spanning (V_{mpp}) combinatie. Mismatch tussen zonnepanelen ontstaat wanneer de in serie geschakeld zonnepanelen onderling verschillende stroom- en spanningswerkpunten nodig hebben om het maximale vermogen te kunnen genereren.

Uitgebreid onderzoek heeft aangetoond dat mismatch het gevolg kan zijn van diverse factoren waaronder productieverschillen, temperatuurverschillen binnen het panelenvlak, ongelijkmatige vervuiling, gedeeltelijke beschaduwing, ongelijke degradatie en meer. Meer informatie over de oorzaken van paneel-mismatch is te vinden in het artikel "[Moving Forward to Module-Level Power Optimization](#)".

Als zonnepanelen met mismatch aangesloten zijn op een traditionele stringomvormer moet deze alle zonnepanelen gelijktijdig instellen zodat het *power point* voor de meeste, zo niet alle, zonnepanelen niet optimaal is. Daarom leidt mismatch tussen zonnepanelen onderling in traditionele omvormersystemen tot vermogensverlies.

In een onderzoek¹⁾ dat gepubliceerd werd in het "*Journal of Solar Energy Engineering*" wordt geschat dat **vermogensverlies door inherente mismatch tussen zonnepanelen ongeveer 10% van het totale opgewekte vermogen vertegenwoordigt.**

Dit document zal mismatch tussen zonnepanelen van vier typische Nederlandse dakinstallaties beschrijven die in het SolarEdge monitoring platform inzichtbaar gemaakt werden. Hoewel de installaties verschillende geografische liggingen, paneeltypes, installatiebedrijven en installatiedatums hebben, vertonen ze allemaal paneel-mismatch.

¹⁾ "Analysis Model of Mismatch Power Losses in PV-Systems" door Aissa en Silvestre, 2009.Objective

Voorbeeld-I - Paneelveroudering

Installatie-1

Grootte: 1,63 MWp

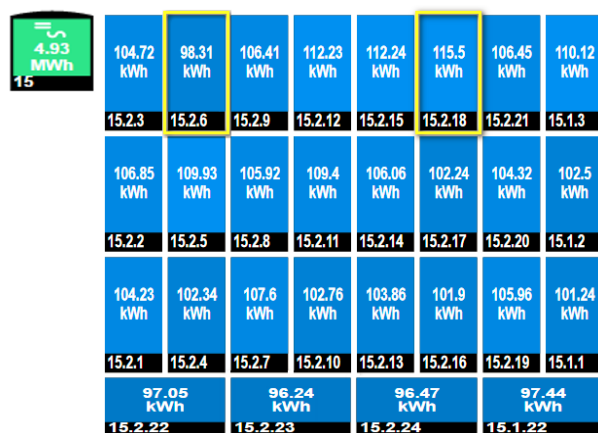
Installatiedatum: 6 augustus 2012

Gebruikte zonnepanelen: Trina Solar TSM-DC14 285Wp

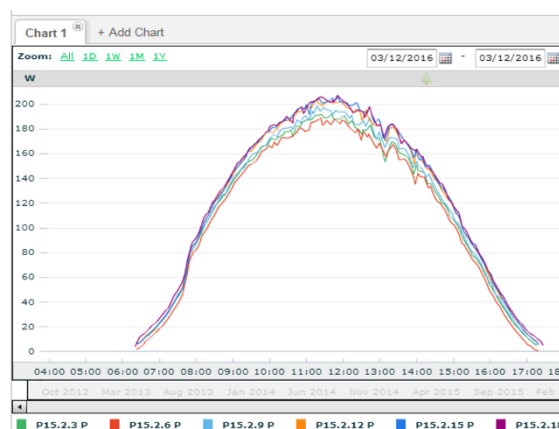


Na bijna vier jaar in bedrijf, werden aanwijzingen van paneeldegradatie zichtbaar. Aangezien zonnepanelen ongelijkmatig verouderen, is het niveau van degradatie verschillend en ontstaat grote mismatch tussen zonnepanelen in dezelfde string. Figuur-1 hieronder toont een mismatch van 15% op het jaarlijkse totaal tussen het beste (15.2.18) en slechtste (15.2.6) zonnepaneel. Er is een dagelijkse mismatch van 10% tussen deze panelen zichtbaar (figuur-2). Vergelijkbare mismatch kan op meerdere plaatsen in deze installatie van 1,63 MW waargenomen worden.

Foto's van het paneelveld (figuur-3) tonen geen bijzondere vervuiling of beschadiging die de grote verschillen in paneelopbrengst kunnen verklaren.



Figuur-1: Layout die de jaarlijkse energieproductie van string 15.2 weergeeft. Er wordt aanzienlijke mismatch tussen aangrenzende zonnepanelen en panelen in dezelfde string waargenomen



Figuur-2: Vermogenscurven tonen een dagelijkse mismatch van wel 10% tussen zonnepanelen in dezelfde string.



Figuur-3: Foto van string 15.2 onthult geen duidelijk oorzaak voor mismatch tussen de zonnepanelen in de string.

Voorbeeld-II - Dynamisch weer

Installatie-2 (minder dan 10 km van de zee)

Grootte: 181 kWp

Installatiedatum: 31 juli 2015

Gebruikte zonnepanelen: Suntech Power STP275

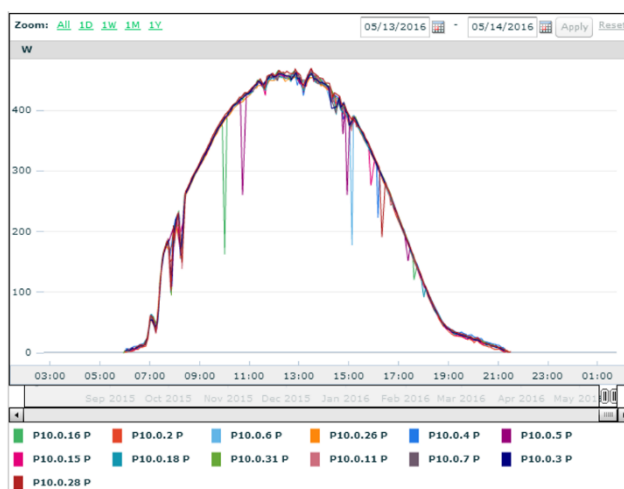


De layout van het systeem in jaarweergave (figuur-4) onthult kleine verschillen in paneelopbrengst zoals voorgesteld door de verschillende blauwtinten.



Figuur-4: Layout-weergave voor jaarlijkse resolutie toont kleurschakeringen die mismatch in de energieproductie van de zonnepanelen impliceert.

Door in te zoomen op de curve van dagelijkse energieproductie wordt de impact van de nabijheid van de zee en van dynamische wolkenformaties zichtbaar.



Figuur-5: Vermogenscurven tonen voorbijgaande schaduwpatronen op afzonderlijke zonnepanelen wat aanduidt dat dynamische wolkenformaties het paneelveld gedeeltelijk bedekken.



Voorbeeld-III - Industriële vervuiling & beschaduwing

Installatie-3

Grootte: 2,5 MWp

Installatiedatum: 9 november 2015

Gebruikte zonnepanelen: Risen RSM-60-6260P

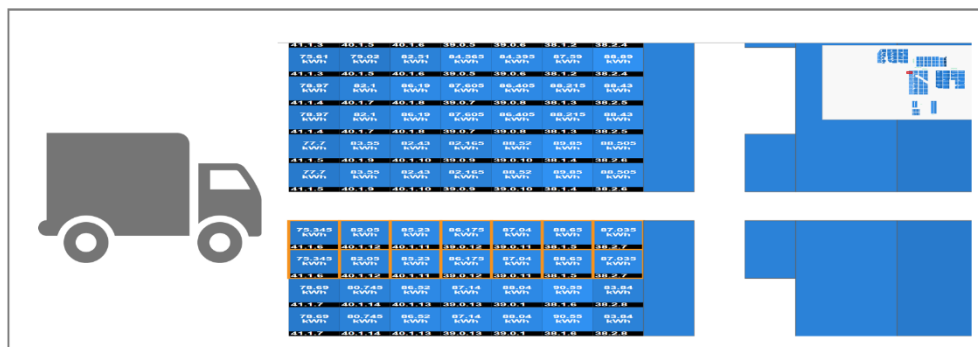


Plospan is een industriële fabriek voor houtverwerking. De zonnepanelen van het systeem worden voortdurend bedekt door stof en vervuiling afkomstig van de enorme schoorstenen van de fabriek en van vrachtwagens die stoffige grondstoffen lossen (figuur-6).

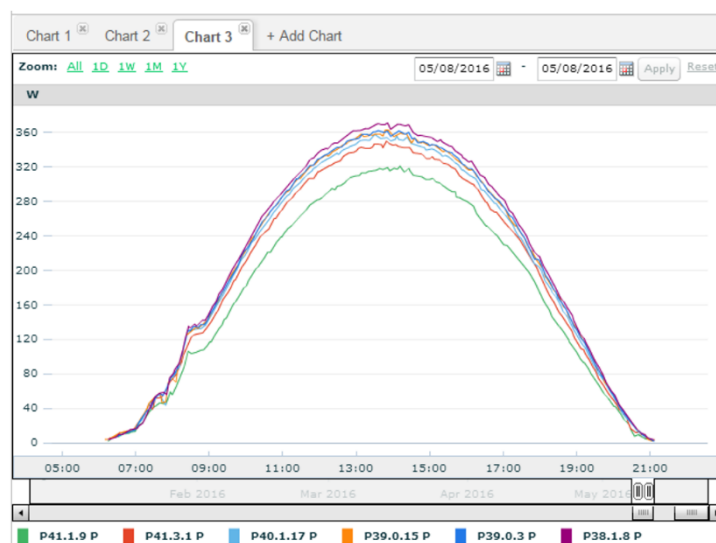


Figuur-6: Vrachtwagens die stoffige grondstoffen lossen en rook uit de schoorstenen van Plospan veroorzaken mismatch door vervuiling.

Figuur-7 toont de losplaats voor zaagsel. Het stof veroorzaakt verschillende gradaties van vervuiling op de zonnepanelen zodat de panelen het dichtst bij de deuren het meest vervuild zijn. Verschillende gradaties van vervuiling leiden tot mismatch tussen de zonnepanelen onderling (figuur-7). De door stof bedekte zonnepanelen worden aan lagere instalingsniveaus blootgesteld en produceren daardoor minder energie vergeleken met de minder bedekte zonnepanelen (figuur-8).



Figuur-7: De layout toont het paneelveld die het dichtst bij de losplaats is, waaruit blijkt dat de energieproductie toeneemt naar gelang de afstand tot de verontreiniging.



Figuur-8: Vermogenscurven laten zien dat de zonnepanelen die het dichtst bij de losplaats zijn (41.1.6) de minste energie produceren.

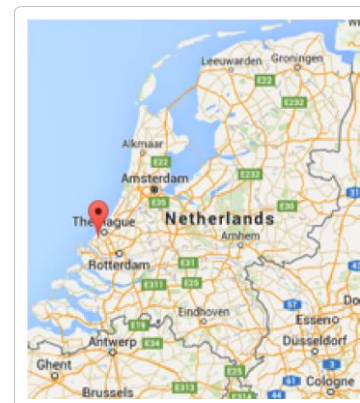
Voorbeeld-IV - Inherente mismatch

Installatie-4 (minder dan 5 km van de zee)

Grootte: 4,5 MWp

Installatiedatum: 1 maart 2016

Gebruikte zonnepanelen: Jinko Solar JKMS-260P-60

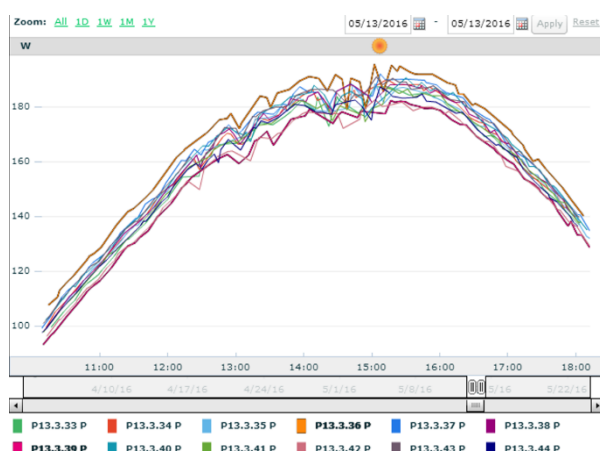


In een nieuw opgeleverde installatie met uitvoerig geteste en gesorteerde zonnepanelen kan weinig mismatch worden verwacht. En toch wordt er al na drie maanden mismatch gesignaleerd (figuur-9).

61.27 kWh	62.12 kWh	60.87 kWh	61.13 kWh	60.65 kWh	61.68 kWh	60.81 kWh	60.4 kWh	60.46 kWh	59.02 kWh	60.4 kWh	61.27 kWh
13.1.21	13.1.22	13.1.23	13.1.24	13.1.25	13.1.26	13.1.27	13.1.28	13.1.29	13.1.30	13.1.31	13.1.32
52.29 kWh	51.97 kWh	53.36 kWh	51.31 kWh	52.43 kWh	54.26 kWh	50.68 kWh	51.7 kWh	53.09 kWh	52.31 kWh	54.88 kWh	52.35 kWh
13.1.33	13.1.34	13.1.35	13.1.36	13.1.37	13.1.38	13.1.39	13.1.40	13.1.41	13.1.42	13.1.43	13.1.44
60.64 kWh	62.7 kWh	53.58 kWh	61.52 kWh	61.54 kWh	62.62 kWh	62.04 kWh	60.78 kWh	61.43 kWh	60.19 kWh	61.33 kWh	58.42 kWh
13.2.21	13.2.22	13.2.23	13.2.24	13.2.25	13.2.26	13.2.27	13.2.28	13.2.29	13.2.30	13.2.31	13.2.32
53.2 kWh	51.6 kWh	50.7 kWh	52.19 kWh	53.73 kWh	53.58 kWh	51.64 kWh	55.81 kWh	53.47 kWh	53.02 kWh	54.19 kWh	51.4 kWh
13.2.33	13.2.34	13.2.35	13.2.36	13.2.37	13.2.38	13.2.39	13.2.40	13.2.41	13.2.42	13.2.43	13.2.44
60.72 kWh	61.11 kWh	61.24 kWh	60.38 kWh	60.09 kWh	59.93 kWh	60.87 kWh	61.26 kWh	58.56 kWh	62.45 kWh	60.21 kWh	61.33 kWh
13.3.21	13.3.22	13.3.23	13.3.24	13.3.25	13.3.26	13.3.27	13.3.28	13.3.29	13.3.30	13.3.31	13.3.32
51.91 kWh	53.43 kWh	53.06 kWh	56.47 kWh	54.67 kWh	53.21 kWh	50.52 kWh	54.56 kWh	53.03 kWh	51.31 kWh	55.15 kWh	52.44 kWh
13.3.33	13.3.34	13.3.35	13.3.36	13.3.37	13.3.38	13.3.39	13.3.40	13.3.41	13.3.42	13.3.43	13.3.44

Figuur-9: Layout in jaarweergave toont mismatch in energieproductie tussen zonnepanelen in een zelfde string.

Het verschil tussen het best (13.3.36) en slechtst (13.3.39) presterende zonnepaneel in de string bedraagt 7% (figuur-10).

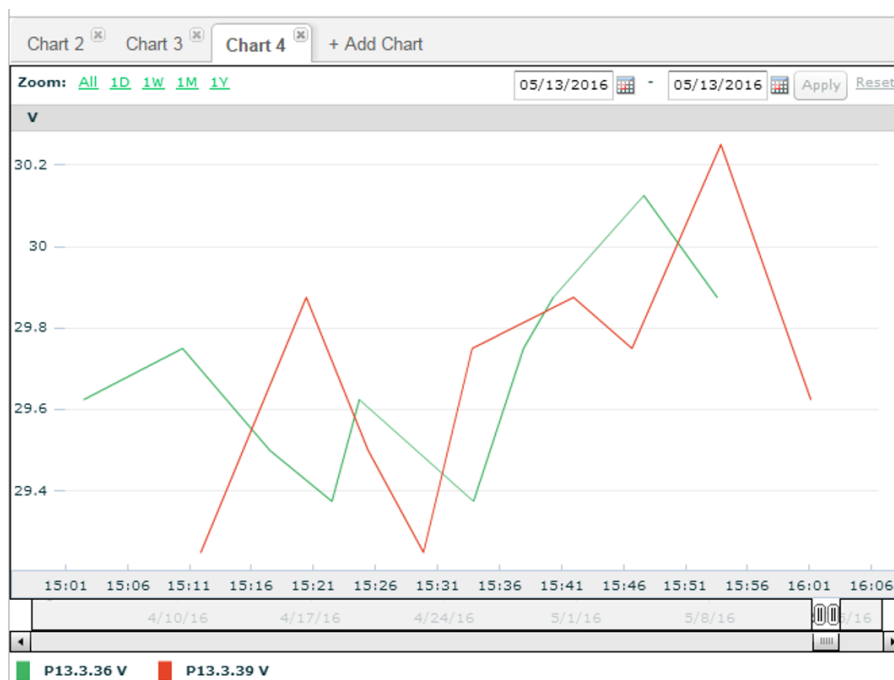


Figuur-10a: Vermogenscurven tonen de mismatch tussen de best en slechtst presterende zonnepanelen in de string.



Figuur-10b: Vermogenscurven tonen 7% mismatch tussen de best en slechtst presterende zonnepanelen om 16.00 uur.

De spanning van de panelen (figuur-11) laat zien dat er duidelijk geen sprake is van spanning-mismatch en daarom mag geconcludeerd worden dat er sprake is van stroom-mismatch die – in een string van panelen aangesloten op een traditionele stringomvormer - leidt tot vermogensverliezen. Aangezien deze panelen afzonderlijk worden beheerd door SolarEdge power optimizers worden deze vermogensverliezen voorkomen.



Figuur-11: Spanningscurven zijn vergelijkbaar voor de best en slechtst presterende zonnepanelen.

Samenvatting

Dit document toont aan dat mismatch tussen zonnepanelen onderling op elk van de onderzochte dakinstallaties voorkomt ongeacht de geografische ligging, ouderdom van de installatie of zonnepaneeltype. Het is aannemelijk dat de meeste, zo niet alle, PV installaties een soortgelijke mate van mismatch vertonen die veroorzaakt wordt door vervuiling, gedeeltelijke beschaduwning, inherente verschillen, temperatuurverschillen en andere factoren. Dergelijke mismatch wordt met de tijd alleen maar groter aangezien zonnepanelen ongelijkmatig verouderen.

Traditionele string omvormers optimaliseren de vermogensproductie op stringniveau. Het is daarom redelijk te veronderstellen dat mismatch-verliezen in elke traditionele PV installatie aan de orde komen en onvermijdelijk zijn.

Wanneer power optimizers op paneelniveau worden toegepast, passen ze stroom en spanning aan naar het optimale werkpunt van elk zonnepaneel. Dat betekent dat zonnepanelen werken op hun afzonderlijke *maximum power point* om mismatch-verliezen te voorkomen en de totale systeemopbrengst te verhogen.