



FOTOVOLTAÏSCHE ZONNE-ENERGIE : ONDERHOUD & FOLLOW-UP VAN DE INSTALLATIE

Een goed onderhouden fotovoltaïsche installatie heeft een verwachte levensduur van 25 tot 30 jaar. In dit document beschrijven we enkele aanbevelingen om de niet productieve periode van de installatie zo kort mogelijk en de performantie zo hoog mogelijk te houden.

Sommige interventies hebben een preventief karakter en moeten op geregelde tijdstippen gebeuren. Andere vallen onder de noemer van de herstellingen en kunnen dus niet op voorhand worden gepland.

De frequentie van visuele controles hangt sterk af van het type installatie (panelen op de grond of op het dak, hellingsgraad, zonlichtvolger, enz.), van de geografische plaats (verwachte neerslag en klimatologische omstandigheden) en de onmiddellijke omgeving (industrieel, agrarisch, stedelijk, enz.).

De meeste pannes en storingen in een fotovoltaïsche installatie zijn het gevolg van onvolmaaktheden in het concept of van foute materiaalkeuzes. Daarom kan niet genoeg worden benadrukt hoe belangrijk het is om een kwalitatief hoogstand concept te laten uitwerken door een deskundig installateur en om kwaliteitsmaterialen te gebruiken.

1. WAARBORGEN

Er gelden bepaalde waarborgen op materialen en plaatsing.

WAARBORG OP MATERIALEN

Panelen : Voor de panelen geldt een waarborgperiode van minimum 2 jaar op de mechanische staat. Sommige producenten bieden tot 10 jaar.

Omvormers : De minimum garantieperiode voor de omvormer is 2 jaar, maar heel vaak is het langer (5, 10 en zelfs 20 jaar). Er kunnen kosten verbonden zijn aan de verlengde waarborgperiode.

Structuur : Voor de dragende structuur geldt meestal een waarborgperiode van 2 jaar. Voor installaties die in het dak zijn geïntegreerd, wordt de waterdichtheid gedurende 10 jaar gewaarborgd.

WAARBORG OP DE PRODUCTIE

Panelen : Het reële vermogen van de panelen is gewaarborgd voor 90% van het nominale vermogen na 10 jaar en voor 80 à 85% na 20 tot 25 jaar.

Productie : Vaak geven de installateurs een "Zonne-opbrengstgarantie". Dit verwijst naar een bepaald reëel productieniveau in functie van een referentiestraling. Als het tijdens een bepaald jaar minder zonnig was dan tijdens het referentiejaar, dan slaat de waarborg op een minder hoge productie.

2. HERSTELLINGEN

PREVENTIEF ONDERHOUD

Het preventieve onderhoud begint op de dag van de inwerkingstelling van de installatie. Het is raadzaam om te zorgen voor een formele technische ontvangstbevestiging. Daarmee bekrachtigt men dat de installatie conform is aan het geplande ontwerp en dat alle onderdelen correct werden geïnstalleerd.

Het preventieve onderhoud begint met een eerste visuele controle, die daarna regelmatig moet worden herhaald. Om problemen van welke aard ook te voorkomen, moeten alle mechanische onderdelen die in openlucht staan opgesteld, vaak worden gecontroleerd.

De installateur kan de particulier een reeks van controles aanraden en aanraden deze verificaties op regelmatige tijdstippen uit te voeren om een optimale werking van de installatie te garanderen. De onderhoudsgids voor fotovoltaïsche installaties kan hiervoor een goed uitgangspunt zijn (www.leefmilieubrussel.be > Professionelen > Thema's > Energie > Hernieuwbare energie > **Fotovoltaïsche zonne-energie**).

Visuele controle

Panelen

- Vuilophoping of beschadigingen van het paneeloppervlak



- Controleer aansluitdozen
- Glasbreuk
- Driejaarlijkse metingen ter plaatse (spanning, stroom)
- Aarding nakijken



Draagstructuur van de panelen



- Controle van corrosie van de draagbalken
- Potentiële vervormingen opsporen
- Plaats van de ballast nakijken (bij structuren die met een ballast verzwaard zijn)
- Waterdichtheid controleren van de verankeringspunten (bij structuren die aan het dak zijn verankerd)
- Waterdichtheid van de dakbedekking controleren (bij in het dak geïntegreerde installaties)
- Als het systeem is uitgerust met een zonlichtvolger, de mechanische onderdelen, het richtmechanisme en het hydraulische systeem controleren (corrosie, slijtage, enz.)
- De stevigheid van de draagbalken controleren
- Aarding controleren (en eventuele lekken via beschadigingen van de isolatie)

Centrale omvormers

- Erop toekijken dat het onderhoud gebeurt volgens frequentie en de aanwijzingen die zijn opgelegd door de producent (zie gebruiksaanwijzing van de producent)
- Indien de omvormers in een afzonderlijke plaats staan, de ventilatie van deze ruimte controleren (en zorgen voor een correct onderhoud van het ventilatiesysteem – filters, enz.).



Gedecentraliseerde omvormers

- Erop toekijken dat het onderhoud gebeurt volgens de frequentie en de aanwijzingen die zijn opgelegd door de producent (zie gebruiksaanwijzing van de producent)
- Controleer de omvormers die in openlucht staan op de aanwezigheid van vocht
- Indien de omvormers in een afzonderlijke plaats staan, de ventilatie van deze ruimte controleren (en zorgen voor een correct onderhoud van het ventilatiesysteem – filters, enz.).



Aansluitdoos

- Controleer de binnenkant op de eventuele aanwezigheid van insecten, stof en/of vocht
- Controleer de zekeringen van elke keten van panelen
- Controleer de kast op haar algemene waterdichtheid
- Controleer de vergrendeling van het ontkoppelingsmechanisme
- Test de goede werking van alle onderbrekingschakelaars



Bedrading

- Controleer de ligging van de draden en de kabelgoten
- Controleer de elasticiteit van de draden (staat van de isolatie)
- Spoor breuken in de isolatie op
- Besteed extra aandacht aan de plaatsen waar vervormingen of breuken van de draden kunnen optreden (in de hoeken bijvoorbeeld)
- Controleer de bevestigingspunten

Wisselstroom-schakelbord en beveiligingsuitrusting

- Visuele controle van de aansluitingen, zekeringen en zekeringsautomaten voor wisselstroom en RCD's ("Residual Current Devices", d.i. de beveiligingsuitrusting tegen reststroom).



Systeembewaking en meteorologische uitrusting

- Controleer regelmatig de productie en de prestatie van het systeem (tweewekelijks of maandelijks) aan de hand van de gegevens van de systeembewaking
- Controleer de productie per keten en identificeer de minst rendabele paneelketen (kan alleen indien het systeem is uitgerust met een instrument om de afzonderlijke ketens te meten).
- Een rapport en analyse opmaken van alle fouten die de systeembewaking signaleert (tweewekelijks of maandelijks)
- Controleer de ijking van de meetapparatuur volgens de aanbevelingen van de producent



Bescherming tegen bliksem

- Controleer de aarding
- Controleer de bliksemafleider op beschadigingen (zeker na een onweer)
- Controleer de aansluitingspunten

Diversen

- Maak een rapport op van de impact van onverwachte schaduw op de productie (en de datum waarop dit is voorgekomen)
- Maak een lijst van vervangstukken en bestel ze eventueel
- Vermijd obstakels die schaduw kunnen veroorzaken (bomen, hagen, ...)
- Controleer de stevigheid van het rooster
- Controleer en onderhoud de beveiligingssystemen
- Smeer bewegende onderdelen (as, hydraulische vijzel, enz.) van de zonlichtvolger
- Controleer of de indicaties op etiketten of graveerplaten leesbaar zijn
- Zorg dat alle begeleidende documenten in de nabijheid van de installatie ter beschikking liggen (ontwerp, schema, gebruiksaanwijzing, enz.)

Schoonmaak

Panelen

- Hoe vaak de panelen moeten worden schoongemaakt, hangt af van het soort neerslag (regen, sneeuw, enz.), de hellingsgraad van de panelen en de omgeving. In een stedelijke of industriële omgeving is schoonmaken vaker nodig dan op het platteland.
- Gebruik voor de reiniging een spons en veel zuiver water zonder zeep. Het productieverval kan tot 4% gaan.
- Hogedruksputten kunnen het fotovoltaïsche oppervlak beschadigen en mogen daarom niet worden gebruikt.

Gecentraliseerde omvormers

- Verwijder stof/insecten/vuil van de luchtfilters (volgens de aanbevelingen van de producent)
- Indien de omvormers in een afzonderlijke plaats staan, de luchtfilters van het ventilatiesysteem in deze ruimte schoonmaken

VERBETERINGS- EN HERSTELLINGSWERKEN

Verbeterings- en herstellingswerken zijn nodig indien de performantie van het systeem onverwacht terugvalt of indien de goede werking van het systeem niet meer verzekerd is na een onverwacht voorval (bijv.: defecte panelen of omvormers, storm, uitzonderlijke sneeuwval, geblokkeerde zonlichtvolger, enz.)

Welke verbeterings- en herstellingswerken nodig zijn, hangt uiteraard af van de panne. Enkele voorbeelden:

- Voer een visuele controle uit na elke storm of na noodweer
- Controleer na elk onweer de beveiligingen tegen overspanning
- Los onmiddellijk alle problemen op die door de systeembewaking worden gesignaleerd

3. INVENTARIS VAN MOGELIJKE PROBLEMEN

TIJDELIJKE PROBLEMEN

Een afname van het reële vermogen van een fotovoltaïsch paneel kan slechts tijdelijk en omkeerbaar zijn. Het paneel kan in de schaduw staan van een boom die is gegroeid; het oppervlak kan vuil zijn (opgehoopt vuil kan het vermogen met 10% verminderen). Een module kan ook defect geraakt zijn of een contactprobleem (in de aansluitkast of panelen) verstoort de werking.

In al deze gevallen is de vermogensafname een omkeerbaar fenomeen, d.w.z. wanneer men de oorzaak van het probleem heeft geïdentificeerd en de verbeteringswerken zijn doorgevoerd (bomen snoeien, panelen schoonmaken, gebroken panelen vervangen), zal het systeem weer op volle toeren kunnen draaien.



Figuur 1 : Tijdelijke schaduwen (bijvoorbeeld veroorzaakt door vogels en hun uitwerpselen) kunnen het vermogen van het paneel en zelfs van de hele string negatief beïnvloeden

Een slechte verdeling van het aantal panelen over de strings creëert een onevenwichtige stroom in de installatie en bijgevolg een afname van het totale geproduceerde vermogen. Het volstaat in dit geval om de *as-built*-tekeningen (= revisietekeningen) van de installatie te controleren en de aansluitingen op het terrein te verifiëren (of de nullastspanning te meten; zie verder). Daarna moet de installateur erbij geroepen worden om de nodige veranderingen door te voeren.

PROBLEMEN M.B.T. DE CELLEN

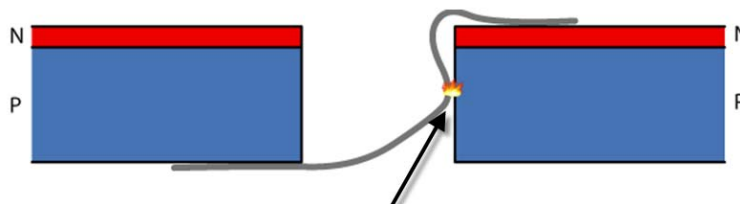
Slijtage van de zonnecellen

De geleidelijke rendementsdaling van een cel kan worden veroorzaakt door:

- Een verhoging van de seriële weerstand (zie equivalent schema) als gevolg van loskomende contacten of van corrosie (door waterdamp);
- een verlaging van de parallelle weerstand als gevolg van de migratie van het metaal in de pn-overgang;
- een slijtage van de oppervlaktebehandeling (reflectiewerende laag) .

Cellen in kortsluiting

Bij de aansluitingspunten kunnen kortsluitingen optreden. Deze storingen komen vaker voor bij dunnefilmcellen, omdat de bovenste en onderste elektroden er dichterbij elkaar liggen en dus gemakkelijker kunnen worden kortgesloten door een gat in de cel of door aangetast of beschadigd materiaal.



Figuur 2: Kortsluiting van een cel door de contactstrip

Cellen in een open stroomkring

Deze storing komt vaak voor en wordt over het algemeen opgelost door het aantal contactpunten te vermeerderen. Gewoonlijk worden cellen verbonden met twee banden die over de elektroden lopen (busbars). De cellen kunnen om verschillende redenen breken:

- Temperatuursomstandigheden en -schommelingen
- Hagel (uitzonderlijk grote hagelbollen)
- Tijdens de behandeling of assemblage kunnen minuscule scheurtjes optreden die tijdens visuele controles niet worden opgemerkt en op een later tijdstip zichtbaar worden



Figuur 3 : Gescheurde cel toch kan functioneren dankzij de contactstrips

PROBLEMEN M.B.T. DE PANELEN

Slijtage en fouten in de fotovoltaïsche panelen

De geleidelijke afname van het uitgangsvermogen van een fotovoltaïsch paneel kan wijzen op slijtage of kan het gevolg zijn van een defecte cel.

Panelen in open stroomkring

Op het niveau van de panelen, in de aansluitkast of in de interne bedrading kan een open stroomkring optreden.

Via metingen van de nullastspanning van de strings kan worden nagegaan hoeveel panelen in een string zitten. Mocht er tijdens de initiële installatie bijvoorbeeld een fout zijn gemaakt en een ongelijk aantal panelen per string zijn verbonden, dan komt dat door deze metingen aan het licht.

Panelen in kortsluiting

Hoewel elke module wordt getest voor ze de fabriek verlaat, kan niet worden uitgesloten dat een productiefout aan de oorzaak ligt van een kortsluiting. Kortsluitingen kunnen ook worden veroorzaakt door een slijtage van de elektrische isolatie onder invloed van klimatologische omstandigheden. Panelen kunnen dan beginnen loskomen, er ontstaan scheurtjes of er kan oxidatie optreden.

Breuk van het (glazen) oppervlak van de module

Het oppervlak van de module (in gehard blank glas en met een laag ijzergehalte) kan breken als gevolg van vandalisme, temperatuurschommelingen, slechte behandeling (bij het lossen of tijdens de montage), wind of hagel.

Loskomende module

In de eerste generatie panelen gebeurde het vaak dat de verschillende lagen loskwamen, maar tegenwoordig doet het euvel zich nog maar zelden voor. De oorzaken hiervoor moet men zoeken bij de omgevingsfactoren (vocht) of fothermische veroudering gecombineerd met temperatuurschommelingen of uitzetting van waterdamp.

ANDERE PROBLEMEN

Connectors in open stroomkring

Temperatuurschommelingen en windstoten zijn er vaak de oorzaak van dat connectors een open stroomkring veroorzaken. Connectors van het type “twist and lock” zijn daarom een betere keuze dan de connectors die men eenvoudigweg in elkaar duwt.



Figuur 4 : Connector van het type “twist and lock”

Probleem van hete punten (hot spots)

Cellen die niet goed op elkaar zijn afgestemd (mismatch), die worden overschaduw of die gescheurd zijn, kunnen aanleiding geven tot hete punten (hot spots); d.w.z. het paneel oververhit heel plaatselijk en wordt daardoor beschadigd.

Probleem met de bypassdiode

De bypassdioden die dienen om een *mismatch* te vermijden, kunnen falen door oververhitting of onderdimensionering. Dit probleem is eerder gering, indien men ervoor zorgt dat de temperatuur van de aansluiting (in de diode) onder 130°C blijft.

Defect van de inkapseling

Om de levensduur van het inkapselmateriaal (EVA) te verlengen, gebruikt men bij de productie ervan additieven, zoals UV-absorbers en andere stabilisators. In de loop van de tijd kan de hoeveelheid van deze additieven afnemen door fenomenen als percolatie of diffusie. Als de concentratie onder een kritieke grens geraakt, verslijt het inkapselmateriaal sneller (bruine verkleuring van het EVA) en dat gaat gepaard met de vorming en ophoping van azijnzuur. Geleidelijk neemt het uitgangsvermogen van het paneel af, tot ze helemaal defect geraakt.

Storing op het elektriciteitsnet

We bekijken eerst een geval dat in feite geen storing is, nl. indien de netbeheerder de gedecentraliseerde installatie vrijwillig ontkoppelt om onderhoud te doen op zijn eigen lijnen. Om de technici die aan het net werken te beschermen, moet de omvormer de injectie van spanning op het net stopzetten (zie DIN norm VDE 0126). Daarom moet de omvormer zijn uitgerust met een *anti-islanding-beveiliging*. Dat onderdeel controleert voortdurend en automatisch of er nog een toegang tot het net is.

Andere veel voorkomende storingen van het elektriciteitsnet zijn:

1. Variabele netspanning
2. Variaties in de nominale frequentie van het net
3. Variaties in interne weerstand van het net

Deze problemen treden niet regelmatig op en ze zijn van korte duur, waardoor ze niet eenvoudig zijn op te sporen. Niettemin kunnen de meeste van deze problemen worden ondervangen in de ontwerpfase van de fotovoltaïsche installatie of opgelost door overleg met de netbeheerder.

1. Variabele netspanning : problemen met de netspanning kunnen te maken hebben met:
 - a. te hoge spanning
 - b. te lage spanning
 - c. vervormde spanning (geen gelijkmatige sinusvormige curve)

Als de netspanning te hoog (of te laag) is, schakelen de omvormers vanzelf uit vanaf het ogenblik dat de spanning onder een kritieke grenswaarde komt. De fotovoltaïsche installaties die aan het net verbonden zijn, gaan daardoor met een hogere spanning werken, opdat ze de stroom zouden kunnen injecteren. Het risico bestaat dat op zonnige dagen op die manier een installatie de spanning hoger zou opdrijven dan de toegestane grenswaarde en zo de ontkoppeling van een naburige installatie veroorzaakt.

Zeer hoge spanningen kunnen worden veroorzaakt door zeer hoge inductieve ladingen in de buurt van de installatie en het probleem kan uitsluitend door de netbeheerder worden opgelost.

Tijdens de planningsfase van het project moet er met de producent van de omvormers overlegd worden hoe de werkingsparameters kunnen worden afgesteld, opdat de omvormers behoorlijk zouden blijven functioneren, terwijl ze op een verre van perfect netwerk zijn aangesloten.

2. Variatie van frequentie
De omvormers zijn afgesteld om te werken binnen een specifiek frequentievork, maar er kunnen frequentiestoringen optreden die hun goede werking verstoren.
3. Variaties in interne weerstand van het net
De omvormers die op het net zijn aangesloten, functioneren slechts binnen een bepaald interval van weerstandswaarden. Ze zijn gevoelig voor variaties; als de afwijking groter is dan dit interval, stopt de omvormer. De weerstandintervallen kunnen worden geregeld als de omvormer te gevoelig staat afgesteld.

4. PRODUCTIEFOLLOW-UP (OPERATIONELE FASE)

De operationele follow-up van een fotovoltaïsche installatie is noodzakelijk omdat men hiermee eventuele problemen kan opsporen die aan de werking verbonden zijn. Door regelmatig de tellerstanden op te nemen, kan men de reële productie vergelijken met de verwachte.

De reële productie wordt afgelezen van de meter en geeft recht op groenestroomcertificaten.

De verwachte productie is de hoeveelheid energie die een fotovoltaïsch systeem zou kunnen opwekken uit het reële stralingsniveau op een gegeven plaats. Als het een schaduwvrij systeem is, dan mag men over het algemeen uitgaan van de cijfers van het Koninklijk Meteorologisch Instituut in Ukkel voor de betreffende referentieperiode (meestal één jaar).

Voorbeeld :

Een installatie van 2 kWp die gericht staat op het zuiden met een hellingsgraad van 35° produceerde in 2004 1.700 kWh. Het gaat meer specifiek om een productie van 850 kWh/kWp en de eigenaar is hiermee tevreden. In 2004 lag de stralingsintensiteit echter 10% boven het lange termijn gemiddelde en dus had een gemiddelde installatie eveneens 10% meer moeten opwekken, d.w.z. een totale productie van 1.870 kWh.

De eigenaars van een fotovoltaïsche installatie kunnen zich dergelijke onaangename verrassingen besparen door een zonne-opbrengstgarantie te eisen. Deze garantie wordt geverifieerd door een onafhankelijke waarnemer die de reële productie vergelijkt met de verwachte, rekening houdend met correcties voor de reële omstandigheden en externe factoren. Als er een productietekort wordt vastgesteld, krijgt de eigenaar een financiële vergoeding die overeenkomt met de waarde van dit tekort (eigen verbruik + groenestroomcertificaten) vermeerderd met een forfaitaire vergoeding. Het voordeel van een GZR-contract is dat men een gegarandeerd inkomen krijgt, dat niet meer uitsluitend van de zonnestraling afhangt. Bovendien komt het ten goede aan de relatie tussen de klant en zijn installateur, omdat het een kwalitatieve productie garandeert. 80% van de performantieproblemen blijken inderdaad veroorzaakt te zijn door menselijke fouten (slechte dimensionering van de bedrading, verkeerde combinatie module – omvormer, enz.)



Performantie-index

Deze index wordt soms ook *Performance ratio* (PR) genoemd en is een waarde die onafhankelijk is van de fysieke plaats en die het mogelijk maakt om de kwaliteit van de fotonvoltaïsche installatie te kwantificeren. Het is de verhouding tussen het reële en het theoretische rendement van de installatie. Een goede installatie heeft een performantie-index rond 80 %.

Om het theoretische rendement te berekenen, heeft men de waarden van de plaatselijke zonnestraling voor een heel jaar nodig.

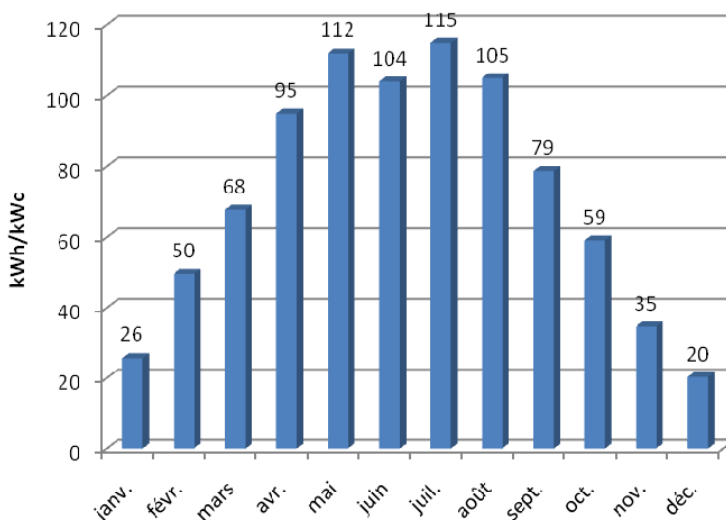
Deze index wordt beïnvloed door verscheidene factoren: temperatuur van de fotonvoltaïsche panelen, zonnestraling en verstrooiing van energie, schaduw of vuilophoping op de panelen (en op de meettoestellen), periode van meting, rendementsfactor van de panelen en omvormer, ...

Als de eigenaar geen zonne-opbrengstgarantie heeft of niet beschikt over een meettoestel voor de zonnestraling, dan kan hij zijn eigen productiegegevens vergelijken met die van een gelijkaardig systeem in de buurt. De Franse website www.bdpv.fr is een initiatief om verschillende privé-installaties met elkaar te vergelijken. Het systeem kan ook voor België worden gebruikt en telt al bijna 6.000 fotonvoltaïsche installaties in Frankrijk, Zwitserland en België.

In sommige gevallen voorziet de systeembewaking ook in de meting van zonnestraling. Daarmee kan de eigenaar de performantie van zijn systeem schatten op basis van reële stralingsomstandigheden.

De installateur zal de eigenaar van kleine installaties aanraden om tijdens de eerste maand na de inwerkingstelling dagelijks de productie op te tekenen. Later kan dat wekelijks of maandelijks gebeuren.

In België is de normale verdeling van de productie over een jaar als volgt: 16% tijdens de winter, 14% tijdens het najaar, 36% tijdens het voorjaar en 34% tijdens de zomer (bron: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>). Uiteraard fluctueren deze getallen en worden ze beïnvloed door reële weersomstandigheden. De grootste afwijking (standaardafwijking) registreert men tijdens de laatste maanden van het voorjaar en de eerste van het najaar.



De gemiddelde maandelijkse productie van een installatie in Brussel van 1 kWp die gericht is op het zuiden en met een hellingsgraad van 35°.

Tot slot stippen we nog aan dat het rendement van een fotonvoltaïsch paneel jaarlijks met 1% afneemt en bij een gelijkblijvende zonnestraling zal een oudere installatie dus minder gaan produceren. Over het algemeen garanderen producenten nog 90% van het nominale vermogen na 10 jaar en nog 80% na 20 jaar.