



FOTOVOLTAÏSCHE ZONNE-ENERGIE RISICIBEHEER

Het risicobeheer van fotovoltaïsche installaties situeert zich op twee niveaus: tijdens de opbouw gaat het voornamelijk om de persoon van de installateur; eenmaal de installatie functioneert, zijn de risico's veeleer verbonden aan het systeem: overspanning, brand en diefstal. In deze module behandelen we de vier genoemde aspecten.

1. VEILIGHEID TIJDENS DE WERKEN

VOORSCHRIFTEN VOOR WERKEN OP HOOGTE

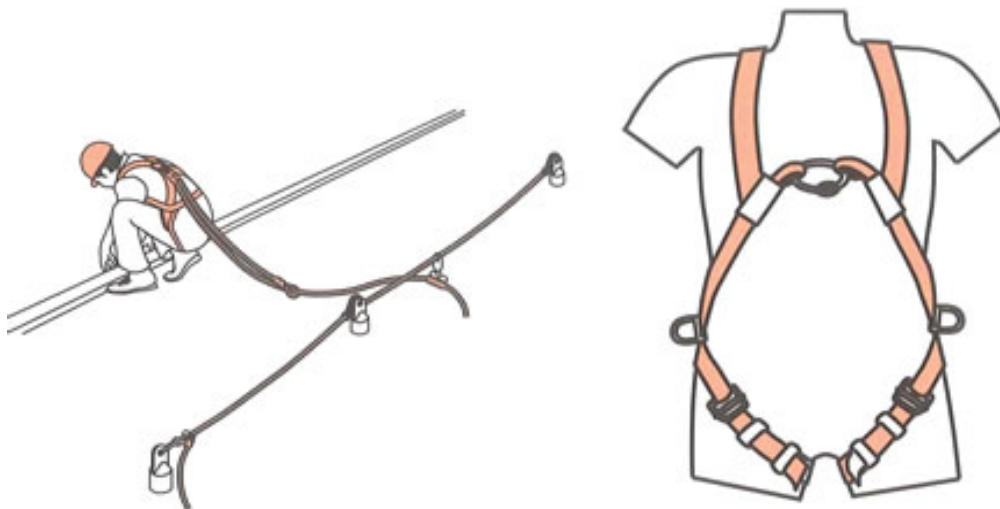
Alle dakwerken dienen overeenkomstig de veiligheidsnormen van het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming (ARAB) te worden uitgevoerd.

Op 15 september 2005 verscheen in het Staatsblad het lang verwachte Koninklijk Besluit van 31 augustus 2005 betreffende het gebruik van arbeidsmiddelen voor tijdelijke werkzaamheden op hoogte. Deze reglementering is een omzetting in Belgisch recht van de richtlijn 2001/45/CE van 27 juni 2001 en een bijwerking van verschillende artikels van het ARAB. Het KB omvat algemene en specifieke bepalingen voor het gebruik van ladders, steigers en toegangs- en positioneringstechnieken met touwen.

Op dit adres kan men de regels raadplegen: <http://www.werk.belgie.be/defaultTab.aspx?id=625>.

Men kan er gedetailleerde informatie vinden over:

- risicoanalyse en preventiemaatregelen;
- gebruik van ladders, trapladders en platformladders;
- gebruik van steigers;
- gebruik van toegangs- en positioneringstechnieken met touwen.



Figuur 1: Bij werken op hoogte is het gebruik van een veiligheidslijn en een harnas met bevestigingspunt aan de rugzijde verplicht

VOORSCHRIFTEN VOOR WERKEN MET GELIJKSTROOM¹

Inherente risico's

Fotovoltaïsche installaties mogen niet worden afgezet in aanwezigheid van licht. Het grootste risico wordt gevormd door het feit dat geen enkele van de gangbare veiligheidsvoorschriften probaat is: de stroomsterkte van de kortsluiting van de fotovoltaïsche generator is amper lager dan de overeenkomstige nominale stroom (in tegenstelling tot bijvoorbeeld een autobatterij). Automatische differentieelschakelaars, automatische zekeringen en smeltzekeringen functioneren niet.

Een elektricien die ervaring heeft met wissel- en gelijkstroom die niet afkomstig is van zonne-energie, zou kunnen veronderstellen dat de installatie is uitgerust met een stroomonderbreker die in werking treedt, wanneer zich een defect zou voordoen. Dat is echter niet het geval! Een kortsluiting veroorzaakt geen panne, zelfs geen stroomonderbreking in de installatie!

Fotovoltaïsche installaties produceren gelijkstroom onder hoge spanning (tot 600 V). Er kunnen permanente vlambogen ontstaan, indien contactpunten die onder spanning staan, uit elkaar worden gehaald (aansluitkern, stekker of ampèremeter), zoals onderstaande foto illustreert. Een elektrische schok is dodelijk vanaf 120 V gelijkstroom. Afhankelijk van het type zonnepaneel en van het feit of het om serie- of parallelschakeling gaat, kan de schok dodelijk zijn van zodra er twee panelen met elkaar zijn verbonden.



Figuur 2: simulatie van een vlamboog

Op het ogenblik dat de contactpunten onder spanning uit elkaar worden gehaald en er zich een vlamboog vormt, ontstaat het risico op brand, blikseminslag en elektrische schokken. Op een dak door een elektrische schok ("primaïr letsel") worden getroffen, is erg gevaarlijk, omdat hierdoor ook de kans toeneemt dat het slachtoffer van het dak valt ("secundair letsel").

Belangrijke maatregelen m.b.t. passieve veiligheid:

- Rust de gelijkstroomkant van de installatie uit met geaarde apparatuur die beschermt tegen kortsluiting en lekstroom.
- Gebruik voor de bedrading uitsluitend monogeleiders met dubbele isolatie.
- Waak ervoor dat alle systeemonderdelen behoren tot beveiligingsklasse 2.
- Scheid de positieve van de negatieve kant in de aansluitdoos.

Andere beschermingsmaatregelen tijdens werken aan het circuit

- Zet de gelijkstroomschakelaar van de installatie op de spanningsvrije stand.
- Maak de regelbare onderdelen spanningsloos (in geval van werken aan de omvormer).
- Zorg ervoor dat het systeem niet terug opstart (stroomonderbreker voor wisselstroom AC OFF).
- Vermijd contact met alle geleidende elementen! Open nooit een geleidend contact zonder toezicht.

¹ Gebaseerd op het boek van Antony Falk, Christian Dürschner en Karl-Heinz Remmers "Le photovoltaïque pour tous, conception et réalisation d'installations", Observ'ER 2006

- Alle werken moeten samengaan met efficiënte passieve veiligheidsmaatregelen. Neem voorzorgen tegen toevallige aanrakingen, vernieuw of herstel beschadigde of afgeklemde isolatie van leidingen.

VEILIGHEIDSCOÖRDINATOR

De algemene preventiebeginselen dienen te worden nageleefd. Het is verplicht om een projectcoördinator en een uitvoercoördinator aan te stellen.

Voor werken met een totale oppervlakte van minder dan 500 m² bestaat er echter een meer soepele regeling. Aannemers mogen hiervoor zelf de functie van uitvoercoördinator op zich nemen.

Wanneer er meer dan twee aannemers (het maakt niet uit of het gaat om werknemers in dienst van een aannemer of om een zelfstandige aannemer) aan de werken deelnemen, moeten er coördinatoren worden aangesteld. Wanneer de werken door een enkele aannemer worden uitgevoerd, zijn er dus geen coördinatoren nodig.

Meer informatie: <http://www.werk.belgie.be/WorkArea/showcontent.aspx?id=3826>

2. BLIKSEM EN OVERSPANNING

Fotovoltaïsche installaties kunnen rechtstreeks door een bliksem worden getroffen, maar een blikseminslag in de nabijheid kan eveneens schade berokkenen. De spanning en de stroom die ontstaan op het ogenblik van een inslag, kunnen elektrische en magnetische velden opwekken die een fotovoltaïsche installatie kunnen beschadigen of vernielen, net zoals elk ander toestel dat op het elektriciteitsnet is aangesloten en niet tegen overspanning is beschermd. Hieronder volgt een indeling van de gevolgen van een blikseminslag en de manieren om zich ertegen te beschermen.

GEVOLGEN VAN EEN BLIKSEMINSLAG

Een fotovoltaïsche installatie op het dak verhoogt het risico op blikseminslag niet. Afhankelijk van de omgeving kan het nuttig zijn om bliksemafleiders te plaatsen. Meestal is dat in een stedelijke omgeving niet nodig.

De gevolgen van een rechtstreekse blikseminslag zijn onder te brengen in de volgende twee categorieën:

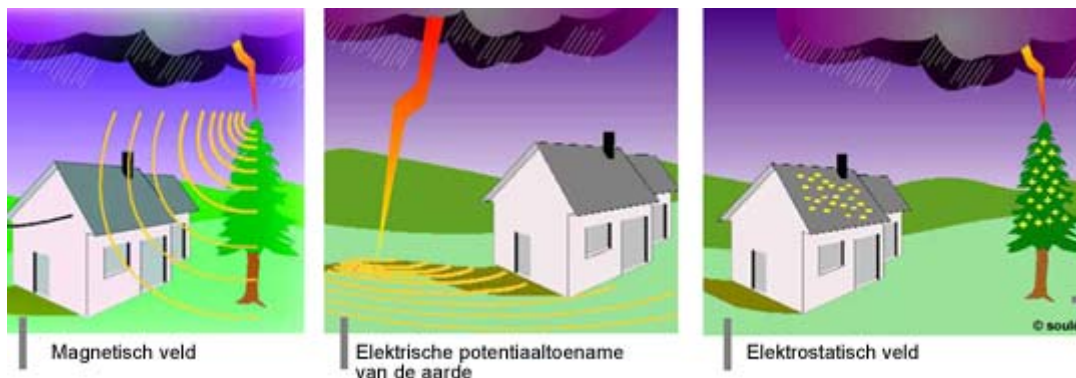
- Als een bliksem rechtstreeks op een onbeschermd huis inslaat, kunnen de gevolgen buitengewoon dramatisch zijn (vernieling, brand). Als het huis is uitgerust met een bliksemafleider of als het dak een aarding heeft, wordt de ontlading naar de grond afgevoerd. De interne weerstand van de aarde en de stroom die er doorheen gaat, geven aanleiding tot enorme potentiaalverschillen: dit is **overspanning**. Die verspreidt zich via de bedrading over het gebouw en beschadigt het materiaal.
- Als de bliksem een laagspanningskabel van een bovenleiding treft, zal de sterke stroom die erdoor gaat, in het gebouw dringen en ook een grote overspanning veroorzaken. De gevolgen



van een dergelijke overspanning zijn vaak spectaculair door de ontploffing die ermee gepaard gaat (een brand in het schakelbord kan bijvoorbeeld aanleiding geven tot het volledig afbranden van het gebouw of de industriële installatie).

De gevolgen van een onrechtstreekse blikseminslag: wanneer de bliksem in de nabijheid van het gebouw inslaat, ontstaat er een overspanning zoals hierboven is beschreven. Die is het gevolg van de potentiaalstijging van de aarde op de plaats van de inslag. De elektromagnetische velden die door de bliksem worden opgewekt, geven aanleiding tot inductieve en capacatieve koppelingen, die op hun beurt een nieuwe overspanning veroorzaakt.

In een straal van honderden, zelfs duizenden, kilometer kan het elektromagnetische veld, dat door de bliksem in het wolkendek is opgewekt, eveneens bruuske spanningstoenames veroorzaken. De gevolgen zijn minder spectaculair dan in het voorgaande geval, maar het resultaat is toch onherstelbare schade aan de zogenaamde gevoelige apparatuur, zoals faxtoestellen, elektrische voedingen van computers en beveiligings- en communicatiesystemen.



ANDERE OORZAKEN VAN OVERSPANNING

In het voorgaande punt werden de gevaren toegelicht van een overspanning die voortkomt uit een blikseminslag. De gevolgen zijn net dezelfde voor een overspanning door een probleem op het net. Een kortsluiting in een van de fases van een geaard driefasig netwerk (een ontoereikende isolatie van een hoogspanningskabel bijvoorbeeld) kan een tijdelijke overspanning veroorzaken op de andere fasen (dit fenomeen vereist aandacht bij hoogspanning).

BESCHERMING TEGEN OVERSPANNING

Als het gebouw in een omgeving staat waar bliksembeveiliging nodig is, is het aangewezen een aangepaste overspanningsafleider te plaatsen op het gelijkstroomgedeelte van de fotovoltaïsche installatie en eveneens op het hele wisselstroomgedeelte (+ telefoon- en tv-stekker). Waar verschillende strings zijn geïnstalleerd, is er één overspanningsafleider per string nodig.

Sommige omvormers zijn uitgerust met een overspanningsafleider langs de wisselstroom- of gelijkstroomkant (zie hiervoor de instructies van de fabrikant).

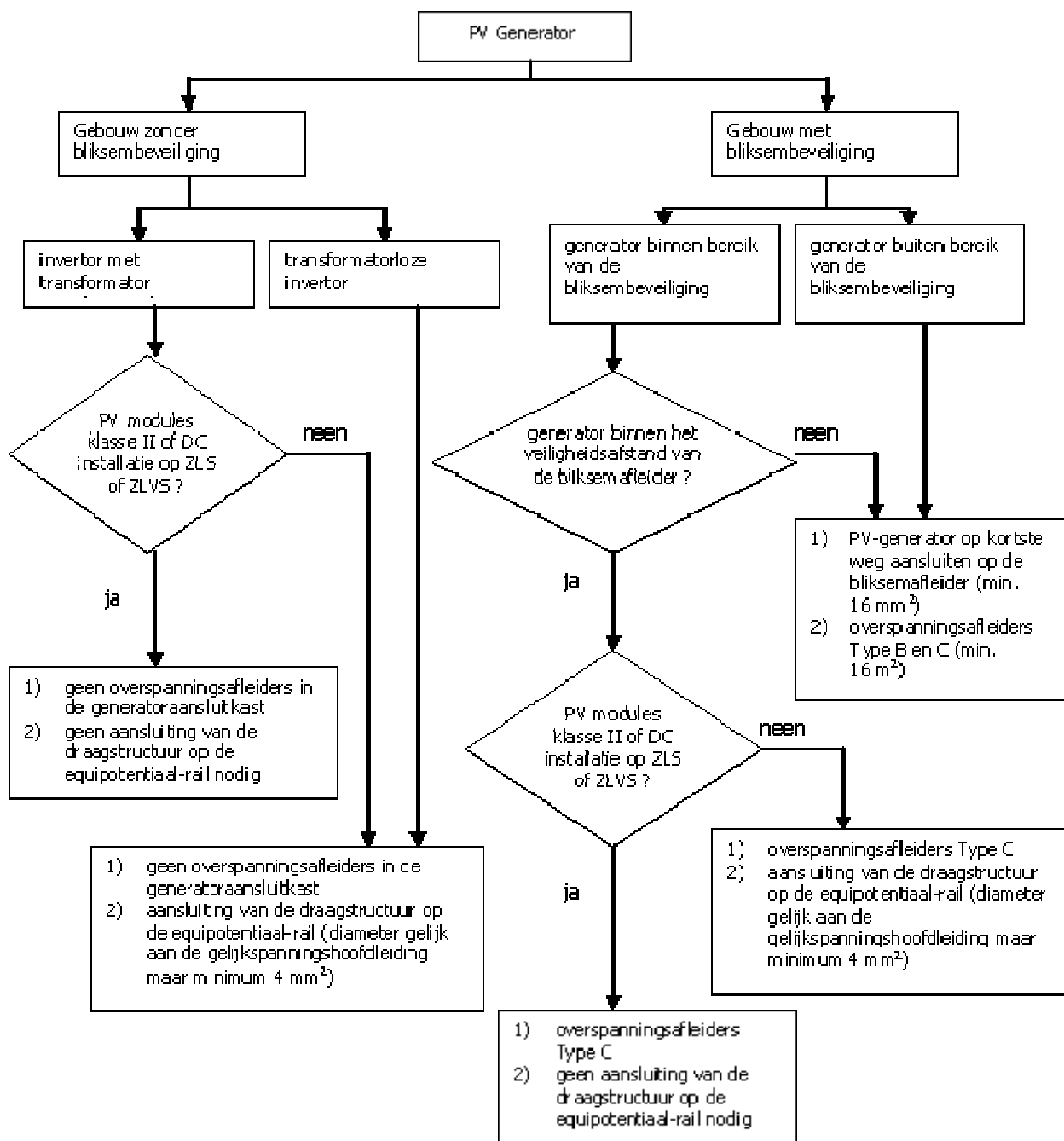


Figuur 3: voorbeeld van een overspanningsafleider van type 1 voor hoge risico's op overspanning

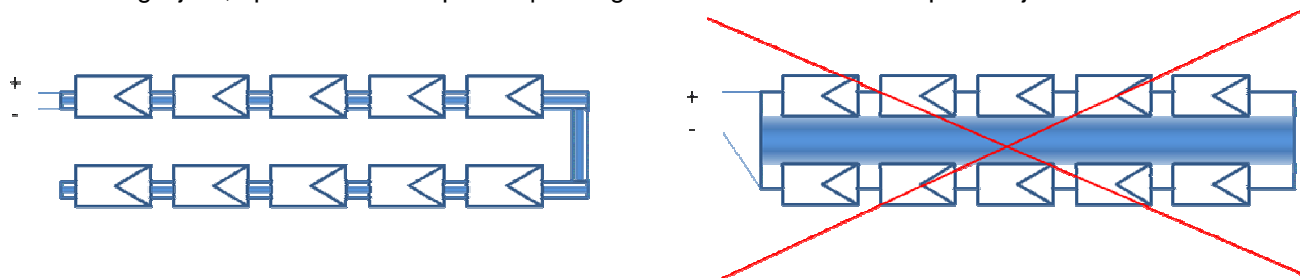


Figuur 4: voorbeeld van een overspanningsafleider van type 2 voor lagere risico's

De Belgische normen voor bliksembeveiliging dateren van 2006: *NBN EN 62305* en zijn gebaseerd op de internationale normen IEC 62305-1. Onderstaand schema geeft een overzicht van de gevallen waarin beveiliging nodig is. (Bron: *Planning and installing photovoltaic systems*, DGS, Earthscan, Londen, 2008)



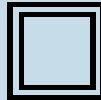
De bedrading moet zodanig worden aangebracht dat de oppervlakte tussen de + en de - zo klein mogelijk is, opdat het risico op overspanning door inductie in de lus beperkt blijft.



AARDING VAN FOTOVOLTAÏSCHE INSTALLATIES

Het is aan te raden om deze verbinding te aarden en te verankeren op de glijders van de dragende structuur (doorsnede van minimum 6 mm²). Indien de omvormer is uitgerust met een transformator en de panelen behoren tot klasse 2 (dubbele isolatie) is de aarding ervan echter niet nodig.

Toestellen met een dubbele isolatie kunnen worden herkend aan dit symbool:



3. BRANDGEVAAR

Zoals alle elektrische apparatuur houdt ook een fotovoltaïsche installatie brandgevaar in. Dit risico slaat op zowel de onderdelen als op de werking.

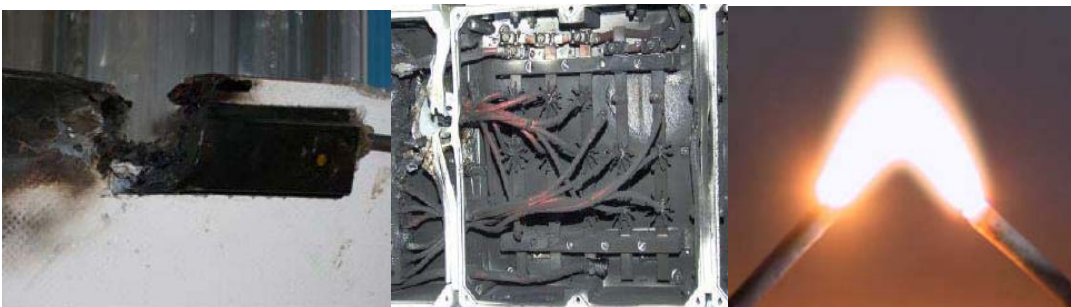
Het is aan te raden dat de bouwheer zijn woningverzekering laat aanpassen en schade aan de fotovoltaïsche modules in de dekking laat opnemen.

RISICO'S VERBONDEN AAN HET MATERIAAL

- Onderbreking of slecht contact tussen de cellen of connectoren:

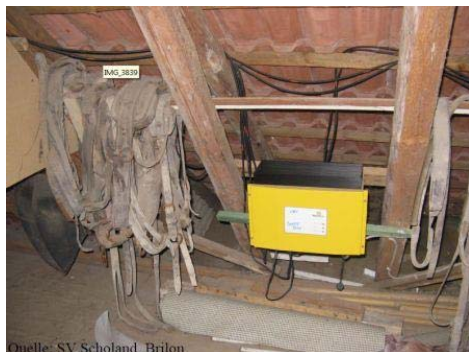


- Isolatieprobleem dat een vlamboog veroorzaakt:



RISICO'S VAN EEN ONZORGVULDIGE INSTALLATIE

Het brandgevaar is het grootst voor de omvormer en de bedrading. Ze mogen dus niet worden geplaatst in een licht ontvlambare omgeving. Onderstaande foto's illustreren met andere woorden hoe het absoluut niet moet.



Omvormer in een ontvlambare omgeving



Losse kabel op een ontvlambare structuur

4. RISICO OP DIEFSTAL

Hoewel het risico op diefstal gering is, is het aangewezen om de fotovoltaïsche installatie te laten opnemen in de dekking van de woningverzekering.

In West-Europa werden tot nog toe enkele diefstallen gemeld. Ze gebeurden voornamelijk op gemakkelijk toegankelijke daken en plaatsen.

Het is aangewezen om voor de installatie een positie te kiezen die van buitenaf moeilijk bereikbaar is en eventueel één van de volgende oplossingen te gebruiken:

- een anti-diefstal beveiliging: "niet los te schroeven" bouten of bouten met een ingebouwde stalen bal die de montage automatisch stukmaakt;
- een component die de panelen beschadigt, zodat de module onbruikbaar wordt;
- een elektronisch systeem dat reageert op het weghalen van een paneel en op die manier een traditioneel alarm in werking stelt;
- de panelen aan de dwarslatten lassen.

Om opsporing mogelijk te maken, vraagt men best altijd de serienummers aan de installateur of laat men ze in de panelen graveren.

MEER WETEN

ADEME, 2006, "*Générateur photovoltaïque rattachés au réseau: spécifications techniques relatives à la protection des personnes et des biens*". Praktische gids voor studiebureaus en installateurs, 29 pagina's

ADEME, 2001, Gids "Protection contre les effets de la foudre dans les installations faisant appel aux énergies renouvelables", 67 pagina's