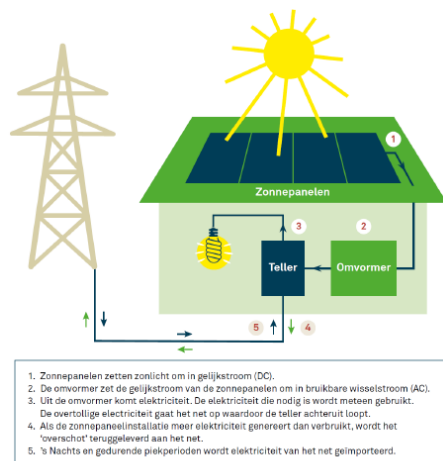


## Infokaart (externe) veiligheid: Zonnepanelen

### Algemene beschrijving

Een zonnepaneel zet met fotonvoltaïsche cellen zonne-energie om in elektriciteit. Gemiddeld hebben mensen met zonnepanelen twaalf stuks op hun dak. De standaard grootte is 1,65 x 1 m en het gewicht is 20-25 kg/m<sup>2</sup>. Een zonnepaneel bestaat uit een aluminium frame, waterdichte afdichting, een glasplaat, folie, zonnecellen en een afdichting aan de onderkant. Voor de aansluiting worden een aansluitdoos per paneel en een stekkersysteem gebruikt. De kabels worden naar binnen gevoerd onder een dakpan door, met bescherming van een pvc buis en worden naar de omvormer geleid. Opgewekte energie wordt terug geleverd aan het net (zie afbeelding)<sup>1</sup>, opgeslagen in een buurtbatterij of in een thuisaccu. De risico's die hiermee gepaard gaan, staan beschreven in ons Infoblad over Energie Opslag Systemen (EOS).

Bij serie-geschakelde zonnepanelen is een algemene omvormer nodig. De panelen zorgen voor een maximaal voltage van 1000 Volt. De omvormer zet gelijkstroom om in wisselstroom en heeft verschillende beveiligingsfuncties. Zo moet hij uitschakelen zodra de spanning van het net valt. Een veelvoorkomende plek voor de omvormer is op zolder, onder het dak.



Figuur 1.1 Schematische weergave van de werking van zonnepanelen

Bij parallel-geschakelde zonnepanelen worden micro-omvormers gebruikt. De micro-omvormers zitten op de achterkant van het zonnepaneel. Dit systeem zorgt voor een maximale spanning van 60 Volt op het dak.

Meestal heeft een paneel een vermogen van 250 Wattpiek (Wp<sup>2</sup>). Het werkzame deel in een zonnepaneel is silicium met zeer lage concentraties fosfor en borium. Bij een bepaald type (amorphe siliciumzonnepanelen) wordt een dun metaal laagje aangebracht (enkele tientallen grammen cadmium telluride). Een nieuwe ontwikkeling is het indaksysteem, waarbij de zonnepanelen ook als dakbedekking fungeren en dakpannen niet meer nodig zijn.

Zonneparken (zonnepaneelvelden) kunnen uiteenlopen van 1,5 tot 40 hectare en kunnen vele duizenden zonnepanelen bevatten. Op 10 hectare grond kunnen ongeveer 20.000 zonnepanelen staan, wat een vermogen van zo'n vijf MWp oplevert. Voor grondgebonden PV-systemen als zonneparken is een omgevingsvergunning nodig. Gemeenten zijn hiervoor het bevoegd gezag.

Zonnepanelen mogen meestal vergunningvrij op een schuin dak worden geplaatst. Voor vergunningvrij plaatsen op een plat dak moeten de panelen minstens zo ver van de dakrand verwijderd blijven als de panelen hoog zijn. Er is een meldplicht bij de netbeheerder voor het plaatsen van zonnepanelen, in verband met het bepalen van de benodigde aansluitcapaciteit en netstabiliteit. Voor de installatie geldt de NEN 1010:2015 norm (elektrische installaties voor laagspanning). Er is geen verplichting om de installatie van zonnepanelen te controleren. Voor installateurs zijn er kwaliteitskeurmerken.

<sup>1</sup> <https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/20210329-IFV-Kennisbundel-zonnepanelen.pdf>

<sup>2</sup> Wattpiek (Wp) geeft het piekvermogen van een zonnepaneel. Eén Wp leidt gemiddeld over een jaar tot een opbrengst van circa 0,85 kWh. Een zonnepaneel kan dus 214 kWh per jaar opleveren.

## Kans van optreden

In Nederland liggen ongeveer twaalf miljoen zonnepanelen en dat aantal neemt alleen maar toe<sup>3</sup>. Het aantal branden in of door zonnepanelen neemt toe. In 2018 waren er 21 geregistreerde branden met zonnepanelen (12 huizen, 4 schuren, 3 bedrijfspanden, 2 zonnepanelenparken). Het werkelijke aantal ligt nog hoger, omdat de incidenten niet specifiek worden bijgehouden<sup>4</sup>. De faalkans van een installatie is daarmee tenminste 20 op 1.000.000 per jaar.

Bij een in-daksysteem wordt het zonnepaneel niet door dakpannen gescheiden van de isolatie en dakconstructie. Bovendien is er mogelijk beperkte (natuurlijke) ventilatie, waardoor warmteopbouw mogelijk is. Door de nabijheid van brandbare materialen is bij een in-daksysteem de kans op brand groter dan bij zonnepanelen aangebracht op de buitenzijde van een pannendak.

Maximale spanning en uren achter elkaar producerende zonnepanelen (in de zomer) vergroten de kans op overbelasting.

## Risico's en effecten

Het zijn niet zozeer de zonnepanelen zélf die gevaren met zich meebrengen, als wel het installeren van het PV-systeem. Gevaren die hierdoor kunnen optreden, zijn kortsluiting, gevolgd door brand, branduitbreiding door brandoverslag, zonnepanelen die van het dak of de muur waaien en een gehinderde brandweerinzet.

Er is (inter)nationaal veel onderzoek gedaan naar de oorzaken van brand door PV-systemen. Door TNO is onderzoek gedaan naar de oorzaken van branden in PV-systemen op daken in Nederland. Het gros van de oorzaken werd gevonden in gebrekkige planning en uitvoering van een installatie. De Scios Scope 12 is ingesteld om deze oorzaken te ondervangen. De verwachting is dat hierdoor het aantal brandincidenten door PV-systemen flink zal dalen. De oorzaken van branden door PV-systemen zullen dan meer gelijkelijk worden verdeeld in het systeem en kunnen dan gevonden worden bij de panelen zelf, bij bekabeling en connectoren, bij de omvormers en bij andere elektronica.

Zonnepanelen bevatten kleine hoeveelheden metalen, onder andere in de zonnecellen. Welke metalen dat zijn, is afhankelijk van het type zonnepaneel. De zonnecellen van kristallijne zonnepanelen bestaan uit silicium; zonnecellen van CdTe-zonnepanelen bevatten cadmium en tellurium en de zonnecellen van Cl(G)S-zonnepanelen bevatten koper, indium, (gallium) en seleen. Bij grote (schuur)branden kunnen onderdelen (schilfers en kleine delen) van zonnepanelen zich verspreiden tot 500 meter van de incidentlocatie. Hier dient men alert op te zijn bij een brand. Scherpe restanten van (on)verbrande zonnepanelen kunnen vanwege scherfwerking schadelijk zijn, bijvoorbeeld voor spelende kinderen en grazende dieren.

Zonnepanelen zijn meestal gemonteerd aan en in lichtmetalen profielen die bij relatief lage temperaturen bezwijken. Hierdoor kunnen bij brand ook panelen vallen die nog intact zijn.

## Bestrijdbaarheid (optreden brandweer)

Er wordt opgetreden vanuit bovenwinds gebied met bluskleiding en ademlucht. Wegens verzwarening van het dak, kan er sprake zijn van een groter instortingsgevaar tijdens

---

<sup>3</sup> Bron: NOS.nl (24-1-2018)

<sup>4</sup> Bron: RTL-nieuws (21-9-2018)

brandbestrijding. De brandweerprocessen en taken zijn primair gericht op: (1) redden, (2) voorkomen van overslag en (3) het blussen van de brand.

Benodigdheden effectbestrijding:

- [Gebied] en [omvormer] toegankelijk;
- Effectieve bluswatervoorziening;

### Zelfredzaamheid

Het gevaar wordt door de aanwezigen nabij het incident opgemerkt door de herkenbare rookwolken van de brand.

Aanwezigen in [object] zijn wel/niet zelfredzaam.

### Maatregelen [per aanvraag beoordelen]

Bronmaatregelen om de kans te beperken:

- Verwijderen van de risicobron;
- Onderzoeken van een alternatieve locatie voor de omvormer;
- Voorkomen van aanstraling van buitenaf (reguliere brand);
- Bedrijfsveiligheid: kans op ongeval verlagen;
- Opnemen van voorschriften in de vergunning om de veiligheid te vergroten (denk bijvoorbeeld aan voorschriften op het gebied van een veilige installatie, (natuurlijke) ventilatie, beheer, inspectie, onderhoud, automatisch uitschakelen van de installatie bij (lokale) kortsluiting en branddetectie.
- Omdat de meeste branden in PV-installaties veroorzaakt worden door slecht uitgevoerd installatiewerk of een slecht ontwerp van de installatie, wordt geadviseerd om aandacht te besteden aan kwaliteitscontrole, een goede opleiding van de installateurs en regelmatige controles door onafhankelijke derden.
- Een brandcompartiment zorgt ervoor dat een brand gedurende een bepaalde periode binnen een compartiment blijft. Hierdoor wordt uitbreiding van de brand beperkt. In de praktijk blijkt echter dat brandbare zonnepanelen over compartimenteringswanden heen geplaatst worden.
- Als het gebouw een sprinklerinstallatie heeft, moet (in elk geval) de onderkant van het dak onbrandbaar zijn. Bij een PV-installatie is het verstandig om een geheel onbrandbaar dak te hebben. Let op dat de sprinklerinstallatie ook is opgenomen in de daklast-berekening. Er bestaat een risico dat er te veel gewicht per vierkante meter wordt geplaatst.
- Zonnepanelen worden vaak dicht op onderliggende bouwmaterialen geplaatst. Het is daarom belangrijk onbrandbaar isolatiemateriaal onder de PV-installatie te plaatsen.
- De temperatuur achter een zonnepaneel kan oplopen tot meer dan 80 graden Celsius. Goede ventilatie van de zonnepaneleninstallatie is dan ook onmisbaar.
- Een bouwwerk is ontworpen en gebouwd om zijn eigen gewicht te dragen, vermeerderd met een belastingsopslag van natuurverschijnselen als wind, water en sneeuw. Extra belasting door zonnepanelen verkleint de draagkracht voor deze natuurverschijnselen.
- Om schade te voorkomen is het belangrijk dat zonnepaneleninstallaties zijn voorzien van een bescherming tegen overspanning. Zie hiervoor de risico-inventarisatie in de NEN 1010.
- Veel branden ontstaan door vlambogen in elektrische circuits, bijvoorbeeld als gevolg van een slechte verbinding tussen connectoren. Pas daarom bij voorkeur vlamboogdetectie toe. Sommige omvormers zijn hiermee uitgerust, zorg ervoor dat deze ook aanstaan. Bij andere omvormers kan dit aan de installatie worden toegevoegd.
- Zorg bij gebouwen die vanwege een cruciale functie zijn uitgerust met een noodstroomaggregaat of andere noodstroomvoorziening dat de PV-installatie automatisch uitgeschakeld wordt als de noodstroomvoorziening wordt opgestart.

### **Maatregelen om de effecten te beperken:**

- Maken van stoplijnen op daken van bedrijfshallen, met een groot oppervlak, om branduitbreiding te voorkomen;
- Zorgen dat de elektrische bekabeling en installatie niet in het water kunnen komen te liggen.

### **Planologische mogelijkheden:**

- Alternatieve locatie [omvormer(s) zonnepark] onderzoeken;
- Alternatieve indeling [gebied] onderzoeken;
- Vergroten afstand [omvormer] en [object];
- Kwetsbare functies nabij de omvormers beperken.

### **Randvoorwaarden voor de hulpverlening:**

- Bereikbaarheid [omvormer] borgen;
- Bereikbaarheid [object] borgen;
- Rondom het gebouw waarop een groot PV-systeem is aangebracht, moet voldoende vrije ruimte zijn voor een redvoertuig om zich zo te kunnen opstellen dat dit het gehele dakvlak bij een brand kan bestrijden.
- Bluswatervoorzieningen voor en opstelplaats(en) bij [object/omvormer] borgen;
- Het aanbrengen van een 'brandweerknop' of safety switch voor systemen groter dan 5 kVA. Een brandweerschakelaar schakelt het systeem uit op meerdere punten: in de meterkast en voor de omvormer(s).
- Het aanbrengen van een waarschuwing voor de brandweer waarin staat dat er een PV-installatie aanwezig is en waar deze zit.
- Het opstellen van een aanvalsplan voor de brandweer, waarin staat aangegeven hoe de PV-installatie bij een calamiteit veiliggesteld kan worden. Daarin moet onder andere informatie opgenomen zijn over de locatie van de zonnepanelen, de route van de PV-bekabeling, de locatie van de omvormers, het type omvormers en DC-schakelaars, het calamiteitsnummer van het bedrijf en de contactgegevens van de installateur.

### **Randvoorwaarden voor zelfredzaamheid:**

- Risicocommunicatie om risicobewustzijn te vergroten;
- Bedrijfsnoodplan en BHV van [object] inrichten en oefenen met scenario brand.

### **Restrisico [per aanvraag beoordelen]**

De maatregelen zijn gericht op het voorkomen en/of beheersen van een incident met zonnepanelen. Na uitvoering van de geadviseerde maatregelen blijft een restrisico over.

### **Incidenten**

- Brand in een zonnepark in Emmeloord (24 maart 2019)
- Brand zonnepanelen (in-daksysteem) in Lemelerveld (31 mei 2018)
- Uitslaande brand in schuur met zonnepanelen in Bathmen (12 juni 2017)
- Brand in container met zonnepanelen in Wierden (6 augustus 2015)

### **Bronnen**

1. <https://www.ifv.nl/kennisplein/Paginas/Kennisbundel-Zonnepanelen.aspx>
2. Installatiejournaal, Negen veel voorkomende fouten bij het installeren van zonnepanelen

3. Instituut Fysieke Veiligheid, Een internationale verkenning naar fysieke veiligheidsaspecten van de energietransitie, 14 januari 2020
4. Instituut Fysieke Veiligheid, Infoblad Energietransitie ten bate van veiligheidsregio's, versie 2.0, 23 juli 2019
5. Instituut Fysieke Veiligheid, Kennisbundel zonnepanelen, versie 1.0, 29 maart 2021
6. Netwerk externe veiligheid ([www.relevant.nl](http://www.relevant.nl))
7. Rijksoverheid, zonnecollectoren en zonnepanelen, wanneer vergunningsvrij, 20 november 2012
8. Scenarioboek Externe Veiligheid (<http://www.scenarioboek.nl>)
9. Verbond van Verzekeraars, Preventiebrochure Zonnepanelen. Technische informatie voor verzekeringsprofessionals, 2019
10. Zonnecellen, chemische feitelijkheden, juni 2000