

Op het dak gemonteerde zonne-energie Systemen - Planning en ontwerp

Op het dak gemonteerde fotonvoltaïsche zonne-energiesystemen (zonne-energie) worden op veel gebouwen geïnstalleerd en worden nu algemeen in overweging genomen bij het ontwerpen en bouwen van nieuwe eigenschappen. De apparatuur brengt een aantal gevaren en risico's met zich mee die zorgvuldig moeten worden beheerd om brand en andere materiële schade te voorkomen.

Deze norm voor schadepreventie biedt richtlijnen voor het beheersen van deze risico's tijdens de plannings- en ontwerpfasen.

Op het dak gemonteerde zonne-energie Systemen - Planning en ontwerp

Inleiding

Op het dak gemonteerde PV-systemen zetten lichtenergie om in elektrische energie. De elektrische gelijkstroom (DC) die door de modules wordt opgewekt, wordt omgezet in wisselstroom (AC) en wordt gewoonlijk gebruikt door de bewoners van de gebouwen, verkocht aan distributienetbeheerders, of in sommige gevallen kan de gelijkstroom worden toegevoerd naar opslagsystemen voor accu-energie voor later gebruik.



Wanneer het goed is ontworpen, geïnstalleerd en beheerd, kunnen de risico's van brand en andere materiële schade aanzienlijk worden beperkt. Dit document biedt richtlijnen voor risicobeheer om verliezen die verband houden met zonnepanelen te voorkomen.

Opmerking: Deze Loss Prevention Standard heeft betrekking op PV-systemen op zonne-energie en is gericht op het voorkomen van vermogensverlies en daarmee samenhangende richtsnoeren voor risicobeheer. Het is niet bedoeld om aansprakelijkheids-/algemene aansprakelijkheidsrisico's aan te pakken. De veronderstelling is dat alle lokale regelgeving en naleving van nationale/lokale bouwvoorschriften, -voorschriften of -normen voorrang hebben en worden of zullen worden nageleefd. In gebieden waar lokale autoriteiten bevoegd zijn, wordt naleving van de toepasselijke wet- en regelgeving als een minimumvereiste beschouwd. De aanbevelingen in dit document zijn bedoeld als aanvulling op, niet als vervanging van, lokale vereisten.

De risico's begrijpen

De risico's die gewoonlijk verbonden zijn aan op het dak gemonteerde PV-systemen omvatten, maar zijn niet beperkt tot:

- **Vuur.** Brand kan zich in de gehele installatie ontwikkelen, met veel voorkomende oorzaken, zoals slechte installatie, schade aan modules of storingen, waaronder die veroorzaakt door schaduwvorming veroorzaakt door bomen, mos en korstmos, oververhitting van omvormers en schakelkasten, gebruik van incompatibele componenten en brandgevaarlijke werkzaamheden. De kans op verspreiding van brand wordt vergroot door de aanwezigheid van brandbare materialen in de nabijheid van of binnen de dakconstructie. Als er onvoldoende toegang is tot op het dak gemonteerde systemen, kan dit ertoe leiden dat zelfinspectie, onderhoudsprogramma's en problemen worden gemist.
- **Wind.** Onjuist geïnstalleerde arrays (dakmodules, kabels en bijbehorende apparatuur) kunnen kwetsbaar zijn voor windschade bij slechte weersomstandigheden. Zelfs kleine hoeveelheden beweging kunnen de componenten onder druk zetten.
- **Onopzettelijke schade.** Losse onderdelen kunnen schade aan andere apparatuur in de buurt veroorzaken of werknemers en andere personen verwonden.

- **Bedrijfsschade** . Beschadigde of ondeugdelijke systemen kunnen aanzienlijke uitvaltijd voor reparaties veroorzaken en leiden tot lagere inkomsten.
- **Prestaties**. Schaduwvorming en defecte modules kunnen de systeemprestaties aanzienlijk beïnvloeden en de financiële inkomsten verlagen.

Managementsystemen

Risico-evaluatie materiële schade

Tijdens de plannings- en ontwerpfase moet een beoordeling worden uitgevoerd van de verwachte/potentiële financiële verliezen, zowel voor materiële schade als voor de blootstelling aan bedrijfsonderbrekingen, in het geval van een significante of catastrofale verliesgebeurtenis waarbij de PV-installatie betrokken is. Dit moet betrekking hebben op verliezen in verband met de zonne-PV-installatie zelf, de daaruit voortvloeiende verliezen voor het gebouw en de gevolgen voor de bedrijfsactiviteiten.

Deze beoordeling, die ervoor zorgt dat de risicobeheersingsmaatregelen toereikend zijn en een afspiegeling zijn van de ramingen van potentiële schade aan eigendommen, moet betrekking hebben op:

- De PV-installatie op zonne-energie,
- Het gebouw en andere waardevolle activa,
- Bedrijfsonderbreking, en
- Risico's op het gebied van milieu, sociale zaken en governance (ESG).

Raadpleeg de Aviva Loss Prevention Standards **Material Damage Risk Assessment** and **Business Continuity – stap 4: Business Impact Analysis and Risk Assessment** voor verdere richtlijnen.

Veranderingen beheren

De planning en het ontwerp van PV-systemen op zonne-energie moeten worden beheerd via een formeel Management of Change-proces. Dit helpt ervoor te zorgen dat alle fasen van de werkzaamheden, met inbegrip van alle belangrijke geplande wijzigingen van gebouwen en handelsactiviteiten om de installatiewerkzaamheden te kunnen uitvoeren, worden voortgezet met een minimale blootstelling aan de bestaande regelingen.

Raadpleeg de Aviva Loss Prevention Standards **Managing Change – Property** voor verdere richtlijnen.

Hete werken

Hete werkzaamheden zijn taken of equipment die warmte, vlammen of vonken gebruiken of produceren. Voorbeelden zijn onder andere lasapparatuur, branders, slijpmachines, boren en hardsolderen. Brandgevaarlijke werkzaamheden worden in verband gebracht met veel branden en moeten nauwkeurig worden beheerst.

- Ervoor zorgen dat brandgevaarlijke werkzaamheden op het dak verboden zijn in de aanbestedingsdocumenten voor het ontwerp van zonnepanelen en vermelden dat alle noodzakelijke brandgevaarlijke werkzaamheden op een afgelegen en veilige locatie worden uitgevoerd.
- Voor alle werkzaamheden waarbij dit niet mogelijk is, dient u te bepalen dat brandgevaarlijke werkzaamheden moeten worden uitgevoerd in strikte overeenstemming met de Aviva Loss Prevention standaard **brandgevaarlijke werkzaamheden**.

- ✓ Het verdient aanbeveling om tot 240 minuten na de brandgevaarlijke werkzaamheden brandwachten uit te voeren en deze alleen te beperken indien dit wordt ondersteund door een specifieke risicobeoordeling.
- ✓ Het verdient aanbeveling thermografische camera's te gebruiken tijdens de werkzaamheden en tijdens de brandwacht.

Raadpleeg de Aviva Loss Prevention Standards **Hot Work Operations** and **Managing Contractors - Property** voor verdere richtlijnen.

Reactie op noodsituaties

Binnen de ontwerpspecificatie moet een calamiteitenplan worden opgesteld waarin de belangrijkste verantwoordelijkheden en acties worden beschreven die in een noodsituatie moeten worden gevolgd tijdens de installatie- en inbedrijfstellingswerkzaamheden waarbij het PV-systeem betrokken is. Het verdient aanbeveling dit te integreren in bestaande rampenplannen, indien van toepassing.

De regels voor noodgevallen moeten formeel worden gedocumenteerd en er moet passende training worden gegeven aan belangrijke werknemers, installateurs en aannemers voordat met de werkzaamheden wordt begonnen.

Raadpleeg de standaard **emergency response teams** van Aviva Loss Prevention voor verdere richtlijnen.

Plannen voor bedrijfscontinuïteit

Ervoor zorgen dat de bestaande bedrijfscontinuïteitsplannen worden herzien om rekening te houden met de risico's die door de PV-installatie worden veroorzaakt. Dit kan de noodzaak omvatten om regelingen met gespecialiseerde zonne-PV-aannemers te formaliseren om de installatie na het incident veilig te herstellen en de financiële gevolgen van het systeem dat geen stroom opwekt.

Raadpleeg de Aviva Loss Prevention Standard **Business Continuity - Seven Steps to Continuity** voor verdere richtlijnen.

De risico's beheersen

Bekwaamheid van ontwerper en installateur

Zorg ervoor dat competente en ervaren ontwerpers en installateurs van zonne-energie-installaties worden gebruikt.

Due diligence dient te bestaan uit beoordelingen van de reputatie van systeemontwerpers of installateurs, eerdere projecten en eventuele geleerde lessen, feedback van andere klanten, waaronder klantenservice en systeemprestaties, en beschikbaarheid om dringende reparaties uit te voeren, indien nodig.

De installateurs moeten ook worden verplicht om details te verstrekken over de doorlopende zorg en onderhoudsdiensten die zullen worden geleverd.

Belangrijk: De installateur **moet** onderhoudsdiensten aanbieden na de installatie en het onderhoudsaanbod moet in overeenstemming zijn met de richtlijnen in de Aviva Loss Prevention Standard **Roof Mounted Solar Photovoltaic Systems - Continuous Care**.

Elektrotechnici moeten gekwalificeerd zijn voor het installeren en onderhouden van elektrische systemen in overeenstemming met nationale voorschriften, normen of voorschriften. Er zijn over het algemeen cursussen voor specifieke zonne-PV-systemen beschikbaar voor gekwalificeerde elektrotechnici, en elektrotechnici die een zonne-PV-systeem installeren, moeten een dergelijke opleiding hebben gevolgd en op verzoek certificering kunnen verstrekken.

Ontwerpoverwegingen

Gewicht laden. PV-systemen met zonne-energie kunnen de gewichtsbelasting op een dak aanzienlijk verhogen, waardoor de kans op instorting of beschadiging van het dak onder normale of ongunstige omstandigheden toeneemt.

Moderne dakontwerpen kunnen licht zijn, met weinig tolerantie voor extra gewicht, terwijl oudere dakontwerpen kunnen zijn verslechterd met de leeftijd of in een slechtere staat van reparatie.

Er moet een beoordeling van de dakbelasting worden uitgevoerd, in overeenstemming met nationale of lokale voorschriften, normen of codes, om te garanderen dat het voorgestelde PV-systeem compatibel is met het te gebruiken gebouw en daksystemen, en dat de juiste ontwerpberekeningen zijn uitgevoerd.

Bij de berekening van het gewicht moet ook rekening worden gehouden met:

- Belasting van de bouwphase, waarbij rekening wordt gehouden met tijdelijke concentraties van opgeslagen materialen en apparatuur over een kleiner oppervlak.
- De statische belasting en puntbelasting over de verschillende windcondities en de potentiële impact van vermoeidheid.
 - ✓ In sommige gebieden moeten tornado's, cyclonen, orkanen enz. allemaal worden beschouwd als een bron van potentiële schade aan het gebouw en de PV-array.
 - ✓ Berekeningen van windhoogte moeten formeel worden voltooid.
- Sneeuw en ijs laden in de winter.
- Structurele of cosmetische ballast.
- De capaciteit voor waterpoelen op vlakke daken.
- Ophoping van detritus die de drainage van het dak kan blokkeren.
- Toegang tot onderhoud door aannemers.

Kader en lay-out. Het type en de bevestiging van het frame en de indeling van de modules kunnen de kans op verlies of schade aanzienlijk beïnvloeden.

- Waar mogelijk moet de montageconstructie mechanisch aan de dakconstructie worden bevestigd in plaats van op ballast te worden gemonteerd.
 - ✓ Ballast kan los werken en is niet zo structureel betrouwbaar als mechanische bevestigingsmiddelen. Het kan ook dakmateriaal beschadigen en extra gewicht veroorzaken.
 - ✓ Ballast mag alleen worden gebruikt wanneer mechanisch bevestigde montageconstructies niet haalbaar zijn, hetzij vanwege het constructiemateriaal van het dak of de productgarantie.
- Overweeg de array te scheiden in een aantal kleinere zones. Dit kan leiden tot brandbreuken om de verspreiding van brand te voorkomen of te vertragen, en tot een gelijkmatigere verdeling van het gewicht en toegang voor onderhoud en onderhoud.
 - ✓ Een afstand van ten minste 5 meter wordt aanbevolen.
- PV-arrays op zonne-energie moeten ten minste 2,5 meter van beide zijden van eventuele brandwerende compartimentwanden in het gebouw worden geplaatst.

- ✓ Deze afstand kan worden teruggebracht tot minimaal 1,2 meter indien dit wordt ondersteund door een risicobeoordeling die bevestigt dat dakconstructiematerialen niet brandbaar zijn en de PV-modules van zonne-energie een lage brandverspreidingsneiging hebben.
- Zorg ervoor dat PV-arrays op ten minste 1,2 meter van brandbare dakramen zijn geïnstalleerd.
 - ✓ Deze afstand kan worden verkleind tot minimaal 0,6 meter indien dit wordt ondersteund door een risicoanalyse die bevestigt dat daklampen niet brandbaar zijn.
- Onvoldoende ruimte tussen de PV-modules en de daken kan leiden tot afval en onttritrus, zoals bladmateriaal, en kan problemen veroorzaken met de warmteafvoer. Zorg ervoor dat de richtlijnen van de fabrikant worden opgevolgd voor de aanbevolen afstand.
 - ✓ Ongedierte-afstotende meshing wordt aangemoedigd om te helpen voorkomen dat afval zich ophoopt en vogels nestelen in deze gebieden waar zij kwetsbaar worden geacht.
- Zorg ervoor dat de locatie van de module niet wordt beïnvloed door schaduw van gebouwen, bomen, enz. in de nabijheid.
 - ✓ Tenzij uitgerust met MLPE's, zal gedeeltelijke arcering van een array de stroom van de string beïnvloeden, wat resulteert in een verminderde productie-output en de vorming van hotspots.
 - ✓ Dergelijke gedeeltelijk gearceerde modules voeren energie af als warmte door plaatselijke hotspots te vormen die de module na verloop van tijd kunnen beschadigen en mogelijk kunnen leiden tot ontsteking en brandschade.
- Zorg ervoor dat PV-modules voldoende gescheiden zijn van apparatuur die van invloed kan zijn op hun veilige werking of de veiligheid van de bestaande bedrijfsmiddelen, zoals installatieruimten, afzuigsystemen, stoom of andere warmtebronnen, nooduitgangen, enz.

Modules. Bij het evalueren van de risico's van de modules moet u ervoor zorgen dat:

- De modules die in het systeem worden gebruikt, worden geselecteerd op basis van lokale weerbelichtingen. Er zijn over het algemeen twee typen modules op de markt, monofaciaal en bifaciaal, met verschillende kenmerken, zoals hieronder aangegeven:

Moduletype	Monofacial	Bifacial
Facialiteit	Stroom wordt uitsluitend opgewekt door lichtinval op het bovenoppervlak.	Stroom wordt meestal opgewekt door een lichtincident op het bovenoppervlak en tot 25% door diffuus en gereflecteerd licht op het onderoppervlak wanneer de module is geïnstalleerd met voldoende bodemvrijheid.
Structuur	Glas-polymeer. De bovenste laag bestaat uit beschermend glas; de onderste laag bestaat uit een polymeer achterplaat.	Glass-Glass. Zowel de bovenste als de onderste beschermende lagen zijn gemaakt van glas.
Bescherming van de bovenste ruit	Meestal 3,2 mm gehard glas. Sommige modules die zijn ontworpen voor hagelweerstand gaan tot 4,0 mm.	1,6-2,0 mm warmteversterkt of halfgehard glas. Glas kan niet volledig temperen tot onder 3,2 mm, wat leidt tot een verminderde botsbestendigheid.
Hagelweerstand	Uit de in 2023 gepubliceerde en door de tracker-fabrikanten gevalideerde RETC-tests is gebleken dat modules met 2,0 mm beschermend glas een breuksnelheid hebben die ruwweg het dubbele is van 3,2 mm glas voor dezelfde effectieve kinetische energie.	
Brandbaarheid	Meer brandbaar door de aanwezigheid van polymeren.	Minder brandbaar, maar nog steeds in staat tot ontbranding.
Massa	Lichter dankzij het lichtgewicht polymeer achterblad.	Zwaarder door grotere glashoeveelheid.
Structurele veerkracht	Hogere stijfheid. Het nominale laadvermogen naar beneden (sneeuw) varieert van 5400-6000Pa. De nominale belasting naar boven (wind) ligt tussen 2400 en 4000 Pa.	Lagere stijfheid, met een grotere neiging om uit hun klemmen te worden getrokken bij zware wind. Het nominale laadvermogen naar beneden (sneeuw) varieert van 2400-5400Pa. De nominale belasting naar boven (wind) ligt tussen 1600 en 2400 Pa.
Verwarmingseffecten	Polymeer achterplaat bevordert warmteafvoer, wat resulteert in lagere omgevingstemperaturen.	Werken bij een hogere temperatuur door het vergrootglas en broeikaseffect, waardoor de efficiëntie wordt beïnvloed wanneer het dicht bij het dakoppervlak wordt geïnstalleerd en de onttitus eronder kan worden verwarmd.

- De risico's van hagelschade moeten worden meegenomen in de risico-evaluatie van materiële schade.
 - ✓ Gebieden met een grotere hagelblootstelling zouden de veerkracht van hagel bij de selectie van componenten moeten inperken .
- Zorg ervoor dat het systeemontwerp beschikt over de juiste bliksembeveiliging/aardingssystemen. De gehele PV-array moet worden geaard in overeenstemming met **IEC 62305 Serie (bescherming tegen bliksem)** en **IEC 62548: Fotovoltaïsche (PV) arrays – ontwerpvereisten**. Het aardingssysteem van de array moet worden geïntegreerd in het bliksembeveiligingssysteem van het gebouw om te voorkomen dat het zich ophoopt in verschillende elektrische potentialen.

De volgende elementen moeten in overweging worden genomen:

- Als bifaciale modules vlak tegen een dakconstructie worden geïnstalleerd, of hoger worden geplaatst, maar met windgeleiders, is er geen voorzienbare toename van de productie in vergelijking met monofaciale modules. De hogere energieopbrengst is over het algemeen alleen haalbaar met een vrije ruimte van 1 tot 2 meter met de grond.
- Voor gebieden die aan hagel worden blootgesteld, toont de baseline pass/fail hail-test volgens IEC 61215 geen effectieve hagelbestendigheid aan. Dit komt doordat bij het testen een binaire test wordt uitgevoerd op 25 mm ijshollen bij 23 m/s, terwijl de meeste schade optreedt bij diameters groter dan 25 mm, waarbij de klemsnelheid hoger is dan 23 m/s, wat resulteert in een veel grotere kinetische energie voor botsingen. HRC-tests (Hail Resiliency Curve) of HSS-tests (Hail Stress Sequence), testen van modules op storingen en geven een veel beter beeld van de veerkracht van de module voor hun specifieke toepassingen.
- Aviva beschouwt bifaciale modules niet als superieur aan monofaciale modules voor daksystemen en omgekeerd. De verminderde brandbaarheid van bifaciale modules alleen leidt niet tot een lager inherente risico; ze hebben elk sterke en zwakke punten waarmee rekening moet worden gehouden tijdens de ontwerpfase voor elk specifiek systeem en het daktype waarop ze worden geïnstalleerd.

Vermogenselektronica op moduleniveau (MLPE's). MLPE's omvatten twee typen apparaten:

- DC-optimalisators; en
- Micro-omvormers.

Ze zijn aangesloten op één of twee modules en bieden granulaire bewaking, stroom- en stroomregeling en isolatiefuncties die niet mogelijk zijn met snaaromvormers. In tegenstelling tot traditionele string inverter systemen, waar arcering of storingen op één module de prestaties van de gehele string verminderen, stellen MLPE's elke module in staat onafhankelijk te werken op het optimale prestatieniveau.

Micro-omvormers bieden het extra voordeel van DC/AC-inversie op moduleniveau, waardoor er vaak geen snaarinverter nodig is.

Tijdens onderhoud, een storing in een module of een ontstekingsgebeurtenis kunnen MLPE's de systeemspanning in getroffen gebieden onmiddellijk verlagen om het risico op brand te verminderen en het risico van letsel voor onderhoudswerkzaamheden en BHV-teams te minimaliseren. MLPE's bieden ook real-time bewaking op individueel moduleniveau, waardoor storingen kunnen worden geïdentificeerd en de modules kunnen worden geïsoleerd voordat ze worden geëscaleerd naar een noodsituatie. Dit vergemakkelijkt ook het oplossen van problemen tijdens onderhoud.

Opmerking: Aviva beveelt het gebruik van MLFE's aan gezien de hierboven beschreven voordelen. In alle voorstellen voor zonne-energie-PV-systemen moeten MLPE's worden opgenomen als onderdeel van het ontwerp.

Brandbare daken en gebouwen. PV-systemen met zonne-energie mogen niet rechtstreeks op brandbare daksystemen worden geïnstalleerd en moeten ten minste 5 meter van aangrenzende brandbare daksystemen worden geplaatst. Een brand in de PV-installatie kan de brandbare elementen in een dergelijk daksysteem ontbranden en zich over het hele gebouw verspreiden, wat kan leiden tot grootschalige schade of verlies.

De brandbaarheid van daksystemen is niet altijd gemakkelijk te bepalen, met sommige dakmodules of systemen met verborgen isolatie, houten en kunststof elementen, enz., die de ontwikkeling en groei van brand in geval van ontsteking kunnen ondersteunen.

- Alle materialen die in daksystemen worden gebruikt, moeten worden geïdentificeerd en beoordeeld op hun geschiktheid als onderdeel van de plannings- en ontwerpfasen. Indien dit wordt aangegeven, wordt aangeraden brandbaar dakmateriaal te verwijderen en te vervangen door niet-brandbare elementen.
- Door bestaande brandbare dakmaterialen extern te herbekleden, kan de kans op ontbranding worden verkleind. Het verdient echter aanbeveling een gerichte inspectie- en onderhoudsstandaard te hanteren om ervoor te zorgen dat de integriteit van de bekleding niet in gevaar komt door wijzigingen, stoten of andere schade, bevestigingen die de materialen binnendringen, enz.

Elke beslissing om op het dak gemonteerde PV-systemen op zonne-energie te installeren op gebouwen van overwegend brandbare materialen, zoals die van geconstrueerd hout, kruislings gelamineerd hout, gelijmd laminaat, enz., of die extern zijn bekleed en/of geïsoleerd met brandbare onderdelen, moet worden gebaseerd op een risicobeoordeling waarbij rekening wordt gehouden met de kans op brandschade, bedrijfsonderbreking en milieueffecten.

PV-modules voor zonnepanelen die op een groen of levend dak moeten worden geïnstalleerd en die als brandbaar dakoppervlak worden geclassificeerd, kunnen sneller verslechteren en daarom **moet** de infrastructuur voor toegang tot het onderhoud in de ontwerpspecificaties worden opgenomen.

Belangrijk: Bespreek eventuele plannen om op het dak gemonteerde PV-systemen op brandbare daken te installeren met uw vastgoedverzekeraar, makelaar of bevoegde autoriteit.

DC Isolators . DC-isolatoren zijn veiligheidsvoorzieningen die zijn ontworpen om de DC-zijde van het systeem los te koppelen.

- DC-isolatieschakelaars moeten gemakkelijk toegankelijk zijn voor de calamiteitenteams van de locatie en de brandweer, zodat deze veilig en onmiddellijk toegankelijk zijn tijdens een noodsituatie. Zorg ervoor dat dergelijke schakelaars worden geïnstalleerd op een toegankelijke begane grond en niet in een ruimte waar bewegingen van het voertuig of de medewerkers kunnen leiden tot botsschade.
- Defecte DC-isolatoren kunnen oververhit raken en ontbranden. Zorg ervoor dat alle isolatoren zijn geïnstalleerd op niet-brandbare oppervlakken om de kans op verspreiding van brand te verkleinen.

String inverters . Omvormers zetten de door modules opgewekte gelijkstroom om in wisselstroom (AC) en zijn aanwezig op alle zonne-energie-PV-systemen, met uitzondering van sommige systemen die gebruik maken van microomvormers op

afzonderlijke modules. Een installatie kan beschikken over een groot aantal omvormers, afhankelijk van de grootte van het systeem en de plaatsing ervan.

- Er moet zorgvuldig worden nagedacht over de locatie van de apparatuur van de omvormer. Frequentieregelaars moeten altijd worden geïnstalleerd op een gemakkelijk bereikbare locatie op een niet-brandbaar oppervlak, waar ze niet worden blootgesteld aan stoten of onopzettelijke schade door voertuigen of werknemers.
- Extern gemonteerde omvormers moeten voldoende beschermd zijn tegen binnendringen (IP) om ze te beschermen tegen stof en vocht.
 - ✓ Schaduwvorming in de vorm van een niet-brandbare omkasting wordt aanbevolen voor basisbescherming tegen direct zonlicht en regen, of
- Als de omvormers intern op een vaste plaats zijn geplaatst, moeten ze worden geïnstalleerd in een speciale brandruimte die een gedefinieerde brandwerendheid (isolatie, integriteit en draagvermogen) biedt.
 - ✓ Ten minste 90 minuten brandwerendheid wordt aanbevolen.

Raadpleeg de standaard brandmeldkamer van Aviva Loss Prevention voor meer informatie.

Bovendien geldt het volgende:

- Frequentieregelaars zijn gewoonlijk luchtgekoeld en vereisen voldoende ruimte en luchtverplaatsing voor ventilatiedoeleinden. Zorg ervoor dat het door de fabrikant gespecificeerde minimale luchtvolume voor convectie-koeling wordt aangehouden in het ontwerp van het compartiment.
- Toegang tot omvormers moet mogelijk zijn zonder dat er mobiele apparatuur, ladders of andere apparatuur voor werkzaamheden op hoogte en persoonlijke beschermingsmiddelen nodig zijn, zoals veiligheidsharnassen, valbeveiligingssystemen, enz.
- Als er meerdere frequentieregelaars zijn geïnstalleerd, moeten deze zijdelings worden geplaatst in plaats van verticaal als de afstand dit toelaat. De door de fabrikant gespecificeerde minimale scheidingsafstanden moeten eveneens in acht worden genomen.
- Automatische branddetectie dient altijd te worden geïnstalleerd in het compartiment waarin de omvormers zijn ondergebracht, met geschikte veiligheidsvergrendelingen voor de automatische branddetectie van het pand.
- Zorg ervoor dat de juiste grond- en wandmarkeringen en borden worden aangebracht om de apparatuur en de vereiste scheidingsafstanden te identificeren om te voorkomen dat materialen in de nabijheid worden opgeslagen.
- Systeemschema's en uitschakelinstructies moeten duidelijk worden weergegeven.

Kabels. Alle kabels in verband met het PV-systeem moeten worden beschermd tegen blootstelling aan ultraviolet (UV), regen of waterpoelen. Ze moeten ook worden beschermd tegen slijtage en stoten en aan de infrastructuur worden bevestigd.

- Zorg ervoor dat kabels in leidingen of kabelgoten zijn geïnstalleerd en goed aan de constructie van het gebouw zijn bevestigd. Er moeten duidelijk borden met gevaar voor gelijkstroom en elektrische schokken worden weergegeven.
 - ✓ Stroomkabels die het gebouw binnenlopen, moeten door een niet-brandbare huls op de volledige dikte van de wand/het dak worden geleid en voldoende brandwerend worden gehouden met een materiaal met een brandwerendheid (isolatie en integriteit) die overeenkomt met de bestaande wand.

Opmerking: Aviva beschouwt het gebruik van uitbreidbare materialen van het type 'roze schuim' in aerosol niet als aanvaardbaar brandwerend materiaal. Raadpleeg de standaard brandmeldkamer van Aviva Loss Prevention voor meer informatie.

- Loop of leid kabels niet over scherpe randen of rond scherpe hoeken. Kabels moeten worden geïnstalleerd volgens de richtlijnen van de fabrikant met betrekking tot de minimale buigstralen.
- Alle kabels moeten duidelijk worden gelabeld om aan te geven op welke array/strings ze zijn aangesloten, hetzij aan het uiteinde van de omvormer, hetzij aan het uiteinde van de module, in overeenstemming met de relevante nationale voorschriften voor bedrading.
- Vlamboogkasten die rondom DC-connectoren zijn geïnstalleerd, vormen een positief risico en moeten in overweging worden genomen, met name wanneer er problemen zijn met de brandbaarheid van het dak.

Componentstandaarden. Binnendringen van vocht en water kan elektrische storingen veroorzaken die componenten kunnen beschadigen en/of brand kunnen veroorzaken.

- Alle modules en diode-aansluitkasten moeten bij voorkeur voldoen aan de beschermingsgraad (IP) 68.
- De kwaliteit en betrouwbaarheid van de PV-module kunnen variëren, afhankelijk van de fabrikant en de ontwerpstandaard waaraan de modules voldoen. Het is belangrijk ervoor te zorgen dat de geproduceerde modules en de installatie zijn gecertificeerd volgens een erkende norm, zoals minimaal IEC 61215 en IEC 61730.
 - ✓ Idealiter met een minimale classificatie van beschermingsklasse II, brandwaarde C (waarbij A de hoogste is).

Relevante normen van de Internationale Elektrotechnische Commissie omvatten:

- **IEC 61215-1-1: Terrestrische fotonvoltaïsche (PV) modules - ontwerpqualificatie en typegoedkeuring - Deel 1-1: Bijzondere eisen voor het testen van fotonvoltaïsche (PV) modules van kristallijn silicium**
- **IEC 61730-1: Veiligheidskwalificatie fotonvoltaïsche (PV) module - Deel 1: Bouwvoorschriften**
- **IEC 61730-2: Veiligheidskwalificatie fotonvoltaïsche (PV) module - Deel 2: Testvereisten**

Systeembewaking. De continue prestaties van het PV-systeem, inclusief eventuele foutcondities, worden continu bijgehouden met behulp van de omvormers of, indien aanwezig, de module Level Power Electronics (MLPE).

De gegevens die door het SCADA-systeem (Supervisory Control and Data Acquisition) van het PV-systeem worden gegenereerd, moeten zodanig worden ontworpen dat ze kunnen worden geïntegreerd met bestaande gebouwenbeheersystemen (BMS), om de bewakings- en reactiecapaciteit te stroomlijnen.

Bewaking moet zodanig worden ontworpen en geconfigureerd dat de array of secties van de array veilig worden uitgeschakeld of geïsoleerd in het geval van geïdentificeerde storingen.

Array Fire Detection. Er kan detectieapparatuur worden geïnstalleerd om brand met betrekking tot de array te detecteren, meestal wanneer het systeem geen voordeel heeft van MLPE's. Voorbeelden zijn onder meer:

- Adresseerbare lineaire warmtedetectie voor de modules.

- Geïntegreerde infrarood (IR) en/of videobewakingssystemen (VSS). Sommige camera's met Video Content Analysis (VCA) hebben specifieke filters om ontstekings- en rookpunten te identificeren en te markeren.

Opmerking: De installatie van op het dak gebaseerde detectieapparatuur moet worden overwogen via een risicobeoordeling en volgens de aanwijzingen van de ontwerper en/of installateur. Eventuele plannen voor het installeren van branddetectiesystemen dienen te worden besproken met uw verzekeraar, makelaar en bevoegde autoriteit.

Opslagssystemen voor accu-energie (BESS). BESS wordt vaak geïnstalleerd als onderdeel van het PV-systeem om geproduceerde of overtollige energie op te vangen en op te slaan.

Hoewel BESS, dat door de fabrikant wordt geïnstalleerd en onderhouden in overeenstemming met de richtlijnen van de fabrikant en nationale of lokale voorschriften, normen of codes over het algemeen veilig en betrouwbaar zijn in het gebruik, moeten de risico's, waaronder brand en explosie, zorgvuldig worden overwogen en beheerst.

- Zorg ervoor dat BESS-kasten op minimaal 10 meter van gebouwen en andere waardevolle bedrijfsmiddelen zijn geplaatst.
 - ✓ Branden van accu's kunnen vluchtige en langdurige vlammen veroorzaken en kunnen niet met traditionele middelen worden onderdrukt. Een adequate brandscheiding kan helpen voorkomen dat brand en rook zich verspreiden naar andere constructies of bedrijfsmiddelen.
- Het wordt aanbevolen warmte-, rook- en gasdetectie te koppelen aan het branddetectiesysteem om een snelle waarschuwing bij brand te geven.

Opmerking: Lithium-ion BESS met chemische stoffen zoals Lithium nikkel Manganese Kobalt Oxide (Li-NMC), Lithium nikkel Kobalt aluminiumoxide (Li-NCA), of Lithium ion fosfaat (LFP) worden niet aanbevolen voor installatie in gebouwen. Raadpleeg uw verzekeraar, makelaar of bevoegde autoriteit voor BESS die andere chemische stoffen gebruikt dan de eerder genoemde.

Raadpleeg Aviva Loss Prevention Standards **Small Scale Battery Energy Storage Systems** and **Planning a Battery Energy Storage System - 12 Top Tips** voor meer informatie

Brandweer. Brandweerdiensten zijn vaak bereid om locaties te inspecteren om de blootstelling aan brandrisico's te evalueren, de reactie op brandbestrijding te evalueren en richtlijnen te bieden. Daarom moet u de plaatselijke brandweer uitnodigen om de locatie te inspecteren en plannen te maken om brandrisico's te evalueren, watertoevoer, toegangswegen en ontsnappingsroutes te bepalen, enz.

Raadpleeg bij het installeren van een scheidingsschakelaar voor brandbestrijding de plaatselijke brandweer voor informatie over de locatie en de locatie van de borden.

Het is ook goed om te weten welke watervoorraden beschikbaar zijn voor de brandweer- en reddingsdienst. Daarom moet het locatiemanagement altijd het volgende vaststellen:

- Welke watertoevoer voor brandbestrijding beschikbaar is.
- De statische druk stroomt en de testresultaten van de restdruk.
- Of er extra middelen nodig zijn, zoals een eigen brandkraan of wateropslagtanks.

Raadpleeg de Aviva Loss Prevention Standards **Emergency Response Planning with Fire and Rescue Services** en **Manual Fire Fighting water Supplies** voor meer informatie.

Zelfinspectie en onderhoud. PV-systemen op zonne-energie moeten voortdurend worden geïnspecteerd en onderhouden om er zeker van te zijn dat ze veilig en efficiënt blijven werken. Alle onderdelen van het systeem moeten daarom gedurende hun hele levensduur volledig toegankelijk blijven.

Tijdens de ontwerpfase moet rekening worden gehouden met toegangseisen, waarbij alle op het dak gemonteerde apparatuur en de bijbehorende infrastructuur permanent veilig toegankelijk moeten zijn. Dit zal helpen voorkomen dat in de toekomst dure, versturende en vaak onhandige tijdelijke toegangsregelingen nodig zijn.

Raadpleeg de Aviva Loss Prevention Standard **Roof Mounted Solar Photovoltaic Systems - Continuous Care** voor gedetailleerde richtlijnen over zelfinspectie en onderhoud van PV-systemen op zonne-energie. In de Aviva Loss Prevention Standard **Roof Mounted Solar Photovoltaic Systems - Self-Inspection Checklist** staat een sjabloon voor **zelfinspectie**.

Belangrijk: Voor nieuwe installaties **moeten** de installateurs details verstrekken van de doorlopende zorg en onderhoud die zullen worden verleend, die moeten correleren met de richtlijnen in de Aviva Loss Prevention Standard **Roof Mounted Solar Photovoltaic Systems - Continuous Care**.

Contactgegevens

Verenigd Koninkrijk

P lease bezoek [Aviva Risk Management Solutions](#) of stuur ons een e-mail naar riskadvice@aviva.com. Bel 0345 366 6666 om met een van onze adviseurs te spreken.*

*De kosten van gesprekken naar 03 prefixnummers worden in rekening gebracht tegen nationale gesprekstarieven (kosten kunnen variëren afhankelijk van uw netwerkprovider) en zijn meestal opgenomen in inclusief minuutplannen van vaste en mobiele nummers. Voor onze gezamenlijke bescherming kunnen telefoongesprekken worden opgenomen en/of gecontroleerd.

Canada

Bezoek [Aviva Risk Management Solutions | Aviva Canada](#) of stuur ons een e-mail naar arms.canada@aviva.com

Ierland

Ga naar [Insurance Risk Management | Business Risk Management Insurance - Aviva Ireland](#) of stuur een e-mail naar armsireland@aviva.com

Aviva heeft een netwerk van Specialist Partners opgezet om onze interne mogelijkheden aan te vullen en onze polishouders in staat te stellen te profiteren van een breed scala aan risicobeheeroplossingen tegen voordelige tarieven en voorwaarden. Samen bieden we oplossingen om te helpen bij de grote uitdagingen van het moderne risicobeheer.

Opmerking: Deze partnerrelaties zijn geheel ten behoeve van onze polishouders zonder inkomen aan Aviva.

De volgende Specialist Partners leveren producten of diensten met betrekking tot risicorichtlijnen die worden verstrekt, besproken of waarnaar wordt verwezen in deze norm voor schadepreventie.

Verenigd Koninkrijk

- Service en onderhoud van zonnepanelen - [Solarsense](#)
- Directe lagedrukonderdrukkingssystemen - [SECOM](#)
- Zonne-PV reinigen - [Rentokil](#)

Ga voor meer informatie naar [Aviva Risk Management Solutions – Specialist Partners](#)

Ierland

Ga voor meer informatie naar: [Insurance Risk Management | Business Risk Management Insurance – Aviva Ireland](#)

Canada

Ga voor meer informatie naar [ons Specialist Partner Network | Aviva Canada](#)

Canada

- CSA-normen voor fotovoltaïsche systemen en elektrische installaties. [CSA-catalogus - Standards and Learning Store - CSA Group](#)
- Canadian Electrical Code (CEC), deel I.
- PV-onderhoudsrichtlijnen van CanREA (Canadian Renewable Energy Association) en provinciale nutsbedrijven [Canadian Renewable Energy Association](#)

Ierland

- [Safe Electric National Rules for Electrical Installations \(I.S. 10101\)](#).
- Vereisten voor ESB-netwerken en EirGrid-verbindingen.
- [SEAI-Solar Photovoltaic \(PV\) Handleiding voor toestemmingsprocedures](#)

Verenigd Koninkrijk

- [Industrie best practice handleiding : richtsnoeren voor de werking en het onderhoud van fotovoltaïsche systemen op het dak](#)
- [RC62 - aanbevelingen voor brandveiligheid bij PV-paneelinstallaties](#)
- In het Verenigd Koninkrijk worden de elektrische eisen behandeld in **BS 7671: 2018 Requirements for Electrical Installations IET Wiring Regulations (18e editie)**
- **Goedgekeurd document A** van de bouwvoorschriften, **BS en 1991-1-1 (Eurocode 1. Acties op constructies - Algemene acties - dichtheden, zelfgewicht, opgelegde lasten voor gebouwen)** biedt richtlijnen voor gewichtsbelasting.
- Netwerkconnectiviteit wordt behandeld in **ENA Engineering Recommendation G98 of G99**, die samen met de relevante distributienetbeheerder (DNO) moet worden voltooid om ervoor te zorgen dat het systeem veilig op het nationale net wordt aangesloten, en indien een beperking van de output vereist is.

Overige

- [Rapporten van de RETC-module](#)
- [IEC 61215-1-1: Terrestrische fotovoltaïsche \(PV\) modules - ontwerpqualificatie en typegoedkeuring - Deel 1-1: Bijzondere eisen voor het testen van fotovoltaïsche \(PV\) modules van kristallijn silicium](#)
- [IEC 61730-1: Veiligheidskwalificatie fotovoltaïsche \(PV\) module - Deel 1: Bouwvoorschriften](#)
- [IEC 61730-2: Veiligheidskwalificatie fotovoltaïsche \(PV\) module - Deel 2: Testvereisten](#)

Normen voor schadepreventie

Deze documenten bevatten aanbevelingen voor best practices om de kans op en de gevolgen van verliezen te verminderen.

Relevante normen voor schadepreventie van Aviva zijn:

- **Op het dak gemonteerde fotovoltaïsche zonne-energiesystemen - installatie**
- **Op het dak gemonteerde fotovoltaïsche zonne-energiesystemen - voortdurende zorg**
- **Op het dak gemonteerde fotovoltaïsche zonne-energiesystemen - buiten bedrijf stellen**
- **12 Top Tips voor op het dak gemonteerde fotovoltaïsche systemen op zonne-energie**
- **Op het dak gemonteerde fotovoltaïsche zonnepanelen - Checklist voor zelfinspectie**
- **Risico-evaluatie materiële schade**
- **Bedrijfscontinuïteit - stap 4: Bedrijfseffectrapportage en risicoanalyse**
- **Brandgevaarlijke werkzaamheden**
- **Calamiteitenteams**
- **Samenstelling van de brandweer**
- **Bedrijfscontinuïteit - zeven stappen naar continuïteit**
- **Opslagsystemen voor accu's met kleine schaal**
- **Een opslagsysteem voor accu-energie plannen - 12 belangrijke tips**
- **Planning van noodmaatregelen met brandweer- en reddingsdiensten**
- **Handmatige brandbestrijding watervoorraden beheren wijziging - eigenschap**
- **Aannemer beheren**

Ga naar [Loss Prevention Standards](#) om de volledige bibliotheek te bekijken.

Aviva Risk Training Solutions (alleen Verenigd Koninkrijk)

Aviva Risk Training Solutions, geleverd via onze Specialist Partner SafetyCulture, bieden gratis hapklare trainingsmodules exclusief voor Aviva polishouders.

Ga naar [Aviva Risk Training Solutions](#) voor meer informatie.

Please note the original of this document and any other Aviva document was written in English but has been translated using a third party service, no warranty is given as to the accuracy of the translation. Aviva has no liability to you or any third parties as a result of us providing a discretionary translated copy of any document. The English language version of any report, disclaimer, communication or policy issued by Aviva shall prevail in the event of any dispute. All other documents or notices provided under or in connection with this report to either us or you, shall be in English.

Let op: Het origineel van dit document en elk ander Aviva-document is in het Engels geschreven, maar is vertaald via een service van derden. Er wordt geen garantie gegeven ten aanzien van de juistheid van de vertaling. Aviva is niet aansprakelijk jegens u of derden als gevolg van het verstrekken van een discretionaire vertaalde kopie van enig document. De Engelstalige versie van elk rapport, disclaimer, communicatie of beleid uitgegeven door Aviva heeft voorrang in geval van een geschil. Alle andere documenten of kennisgevingen die in het kader van of in verband met dit rapport aan ons of u worden verstrekt, zijn in het Engels.

Let op.

Dit document bevat alleen algemene informatie en richtlijnen en kan zonder verdere kennisgeving worden vervangen en/of gewijzigd. Bij uitbreiding vormen koppelingen naar websites van derden geen marketing door Aviva en worden deze uitsluitend opgenomen voor informatie en educatieve doeleinden van de lezer. Aviva is op geen enkele wijze aansprakelijk jegens derden die voortvloeit uit WAPENCOMMUNICATIE (inclusief normen voor schadepreventie), en derden kunnen zich daarop ook niet beroepen. Behalve aansprakelijkheid die niet kan worden uitgesloten door de wet, is Aviva niet aansprakelijk jegens enige persoon voor indirecte, bijzondere, gevolgschade of andere verliezen of schade van welke aard dan ook die voortvloeit uit de toegang tot, het gebruik van of het vertrouwen op iets dat in WAPENCOMMUNICATIE is opgenomen. Het document behandelt mogelijk niet elk risico, elke blootstelling of elk gevaar dat zich kan voordoen, en Aviva raadt u aan specifiek advies in te winnen dat relevant is voor de omstandigheden.

29 juli 2026

Versie 1,0

ARMSGI4552026

Aviva Insurance Limited, geregistreerd in Schotland onder nummer SC002116. Statutaire zetel: Pitheavlis, Perth PH2 0NH. Goedgekeurd door de Autoriteit voor prudentiële regelgeving en gereguleerd door de Autoriteit voor financieel gedrag en de Autoriteit voor prudentiële regelgeving.