

Handboek veilige PV-systemen Niet-residentiële platte daken

Revisie: 1.0

Dit is een uitgave van Volta
Marlylaan 15/08
1120 Brussel

IBAN BE07 4264 1351 0166
BTW/TVA BE0457 209 993
RPR Brussel/RPM Bruxelles
info@volta-org.be
www.volta-org.be

Volta vzw en Volta fbz zijn sectorale organen van en voor de werkgevers en arbeiders uit de elektrotechnische sector, meer bepaald het paritair subcomité voor de elektriciens: installatie en distributie (PSC 149.01). Ze zijn opgericht door de sociale partners - beroepsfederaties en vakbonden – van deze sector om bedrijven en arbeiders met raad en daad bij te staan.



© Volta 2023

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

1.	Inleiding	4
2.	Doelstelling	4
3.	Achtergrond	4
4.	Risico's van PV-installaties	4
4.1.	Dakrisico's	4
4.1.1.	Dakopbouw	4
4.1.1.1.	Dakbedekking	4
4.1.1.2.	Isolatie	5
4.1.1.3.	Gebouwstructuur	5
4.1.2.	Brandklasse van bouwmaterialen	5
4.1.3.	Compartimentering	6
4.2.	Stabiliteitsrisico's	6
4.2.1.	Statische belasting	6
4.2.2.	Dynamische belasting	6
4.2.3.	Sneeuwophoping	7
4.2.4.	Consequentieklasse	7
4.2.5.	Windherhalingsfrequentie	7
4.2.6.	Berekeningsnota ondersteuningsfabrikant	8
4.2.7.	Waterafvoer	8
4.3.	Arbeidsveiligheid	9
5.	Preventie	9
5.1.	Algemeen	9
5.2.	Ontwerp	9
5.3.	Componentselectie	9
5.3.1.	Zonnepanelen	9
5.3.1.1.	Minimale kabellengte	10
5.3.1.2.	Mechanische bevestiging	10
5.3.2.	Connectoren	10
5.3.3.	DC-bekabeling	10
5.3.4.	Omvormers	11
5.3.4.1.	Montage	11
5.3.5.	AC-bekabeling	12
5.3.6.	Elektrische borden	12
5.4.	Bliksem- en overspanningsbeveiliging	12
5.5.	Kwaliteitscontrole	13
5.5.1.	Ontwerp	13
5.5.2.	Procurement	13
5.5.3.	Levering	13
5.5.4.	Constructie	13
5.5.5.	Oplevering	13
6.	Onderhoud en exploitatie	14
6.1.	Onderhoudshandleiding	14
6.2.	Thermografie	14
6.3.	Noodprocedures	14
6.4.	Logboek	14

1. Inleiding

Dit handboek beschrijft aanbevelingen en de onderbouwing om PV-installaties veilig te bouwen en te exploiteren op commerciële en industriële gebouwen. De focus van dit document ligt dan ook op niet residentiële platte daken. Gezinswoningen zijn specifiek niet uitgewerkt in dit document.

2. Doelstelling

Dit handboek is bedoeld als kaderdocument en als aanvulling of verduidelijking op reeds bestaande wetgeving om zodoende een handvest aan te reiken tussen ontwikkelaars, installateurs, eigenaars, gebruikers, verzekeringsmaatschappijen, brandweer en overheidsdiensten voor nieuw te bouwen PV-installaties.

Zowel bouwkundige als elektrische en andere kwaliteits- en veiligheidsaspecten worden in dit handboek weergegeven.

Dit handboek heeft niet als doelstelling om bestaande wetgeving of verordeningen te wijzigen of specifiek te leiden tot nieuwe wetgeving maar kan gebruikt worden als praktijkrichtlijn of als basis voor een onderliggend afsprakendocument tussen verschillende partijen.

3. Achtergrond

Dit handboek is opgemaakt om de snelle groei van dakgebonden PV-installaties te ondersteunen met het oog op een duurzame en veilige exploitatie. De energietransitie noodzaakt ons om op een creatieve manier met het energievraagstuk om te gaan. De rol van de commerciële en industriële bebouwing en de infrastructuur ervan is hierin cruciaal omdat zij, gebruik makend van PV-installaties, geheel of gedeeltelijk in hun energiebehoefte kunnen voldoen

De complexiteit en risico's die gepaard gaan met het toenemen van het aantal PV-installaties zijn niet steeds voldoende onderkend en de belangen van de verschillende partijen zijn ook niet altijd gelijklopend.

Vanuit een onafhankelijk perspectief tracht dit handboek oplossingen aan te reiken die een grote uitrol van PV-installaties mogelijk maakt terwijl het risicomanagement ten volle wordt meegenomen.

4. Risico's van PV-installaties

4.1. Dakrisico's

Tijdens het ontwerp en de constructie van gebouwen worden er middels landelijke richtlijnen, verzekeraars en de brandweervoorschriften opgelegd met als doel het gebouw voldoende brandveilig te maken. Deze brandveiligheid wordt afgedwongen door materiaalkeuze, compartimentering en brandbestrijdingsvoorzieningen.

De combinatie van bovenstaande factoren zorgen voor de nodige risicoreducties tot een niveau dat aanvaardbaar is voor alle betrokkenen.

4.1.1. Dakopbouw

Om de risico's van een PV-systeem ten opzichte van een dak ten volle te begrijpen dient met volledige dakconstructie rekening gehouden te worden.

4.1.1.1. Dakbedekking

De dakbedekking heeft een significante invloed op het ontwerp en daarmee met de risicobepaling van een PV-systeem. Moderne PV-systemen worden veelal geballasteerd geplaatst (al dan niet met verankering op specifieke plaatsen) waarbij de ballast ervoor dient te zorgen dat het systeem stabiel blijft tegen:

- kantelen,
- opliften,
- verschuiven.

Het tegengaan van verschuiven is doorgaans de grootste uitdaging. Ten eerste dient hier de wrijvingscoëfficiënt tussen het dak en het montagesysteem te worden bepaald. Een projectspecifieke meting kan zinvol zijn om eventuele discussies achteraf te vermijden. Ten tweede dienen ook voorzieningen te worden genomen om verschuivingen te voorkomen ten gevolge van het dynamische gedrag van het dak. Dit laatste is zeer lastig te voorspellen doch kan moeilijkheden veroorzaken op lange termijn...

Daarnaast is de dakbedekking ook de scheidingslaag tussen het gebouw en het PV-systeem.

In dit kader zal de dakbedekking mee bepalen of een brand vanuit het gebouw kan overslaan naar het PV-systeem of vice-versa.

De dakbedekking dient te voldoen aan de specificaties vastgelegd in paragraaf 4.1.2.

4.1.1.2. Isolatie

De dakisolatie zorgt in de eerste plaats voor een thermische isolatie maar heeft ook tot doel om het dak beloopbaar te maken (bv voor onderhoud).

In geval van calamiteiten kan de dakisolatie betrokken raken bij een brand. De mate waarin dakisolatie bijdraagt tot het verspreiden van een brand wordt bepaald door zijn brandklasse.

De dakisolatie dient te voldoen aan de specificaties vastgelegd in paragraaf 4.1.2.

Bij controle van de isolatie in relatie tot de compatibiliteit van het PV-systeem dient specifieke aandacht geschonken te worden aan de puntbelasting veroorzaakt door een (geballasteerd) PV-systeem. Bepaalde isolatiematerialen zijn zeer zacht (bv steenwol en rotswol) en vereisen een grotere afsteunoppervlakte. Te kleine steunpunten kunnen leiden tot permanente stilstaand water rond de afsteunpunten waardoor de dakhuid versneld kan verouderen. Dit leidt mogelijk ook tot daklekkens. Vanuit dit standpunt is een harde isolatie aanbevelenswaardig.

Permanente puntbelasting dienen te allen tijde beperkt te worden tot maximaal 25% van de opgegeven druksterkte van de isolatieplaat volgens EN826 doch nooit meer dan de maximale vervorming toegelaten voor de aangebrachte dakbedekking om het risico van inscheuring te vermijden.

Tijdelijke piekbelasting van het dak en de isolatie welke kan ontstaan tijdens installatiewerkzaamheden dient specifiek beschreven en gekwantificeerd te worden in een projectdocument welke dient goedgekeurd te worden door de bouwheer en het stabiliteitsbureau.

4.1.1.3. Gebouwstructuur

De materialen waaruit gebouwen worden opgetrokken kunnen verschillend van aard zijn. Of de kern van een gebouw bestaat uit staal, beton, hout of een combinatie hiervan heeft een invloed op het brandgedrag en op de dynamische stabiliteit van het dak. Op die manier oefent dit dus ook een invloed uit op de opbouw van het PV-systeem.

Deze elementen kan men echter herleiden naar de andere punten reeds opgenomen in dit document en worden dusdanig hier niet verder in beschreven.

4.1.2. Brandklasse van bouwmaterialen

Bouwmaterialen worden onderverdeeld in brandklasse A tot F volgens EN13501-1.

Euro-Klasse	Bijdrage aan brand	Praktisch
A1	Geen enkele bijdrage	Onbrandbaar
A2	Nauwelijks bijdrage	Praktisch niet brandbaar
B	Erg beperkte bijdrage	Heel moeilijk brandbaar
C	Grote bijdrage	Brandbaar
D	Hoge bijdrage	Goed brandbaar
E	Zeer hoge bijdrage	Zeer brandbaar
F	Niet bepaald	Niet getest of voldoet niet aan E

Isolatiemateriaal van daken waarop PV-installaties worden aangebracht dienen steeds te voldoen aan klasse A1, A2 of FM approved B. (B-S1,d0) Dit zowel voor de dakhuid als voor de onderliggende isolatie. Voorbeelden van isolatiematerialen die hieraan voldoen zijn steenwol, rotswol, FM Approved PIR, etc

Nota: Andere Euro klassen kunnen mogelijk toegestaan worden mits specifieke goedkeuring door de verzekeraar van het gebouw. Doorgaans heeft dit ook impact op de opbouw van het PV-systeem op het dak.

In specifieke gevallen kan toch een verbod opgelegd worden om een PV-installatie aan te brengen op een dak met isolatie van brandklasse B. Dit kan het geval zijn waar ontruiming van het gebouw bemoeilijkt wordt. Voorbeelden hiervan zijn:

- kinderopvangverblijven,
- ziekenhuizen,
- gebouwen specifiek bedoeld voor de opvang van hulpbehoevende bejaarden of mensen met een fysieke beperking,
- schoolgebouwen met kinderen <12 jaar,
- publieke gebouwen zoals concerthallen, sportstadions, ... waar grote mensenmassa's bij elkaar komen.

4.1.3. Compartimentering

Gebouwen worden normaal gesproken gecompartmenteerd om de verspreiding van eventuele branden te voorkomen en te beperken.

Bij het plaatsen van PV-systemen moet ervoor worden gezorgd dat de aanwezige compartimentering gehandhaafd blijft.

Het is belangrijk om hier reeds in het ontwerp van de PV-installatie mee rekening te houden. Er dient specifiek te worden gelet op bekabeling die over of door brandwanden wordt geplaatst.

De bekabeling dient dusdanig te worden aangebracht dat de brandweerstand van de betreffende barrière in stand wordt gehouden. Het behoud van deze brandweerstand dient te kunnen worden aangetoond door middel van de nodige certificatie en documentatie; al dan niet door een erkend aannemer. Deze documentatie dient opgenomen te worden in het As-built dossier.

Onder geen beding zullen PV-panelen boven een brandwand worden geplaatst. Een vrije ruimte van minimaal 1m zal worden bewaard tussen het PV-veld en de brandwand of brandmuur.

4.2. Stabiliteitsrisico's

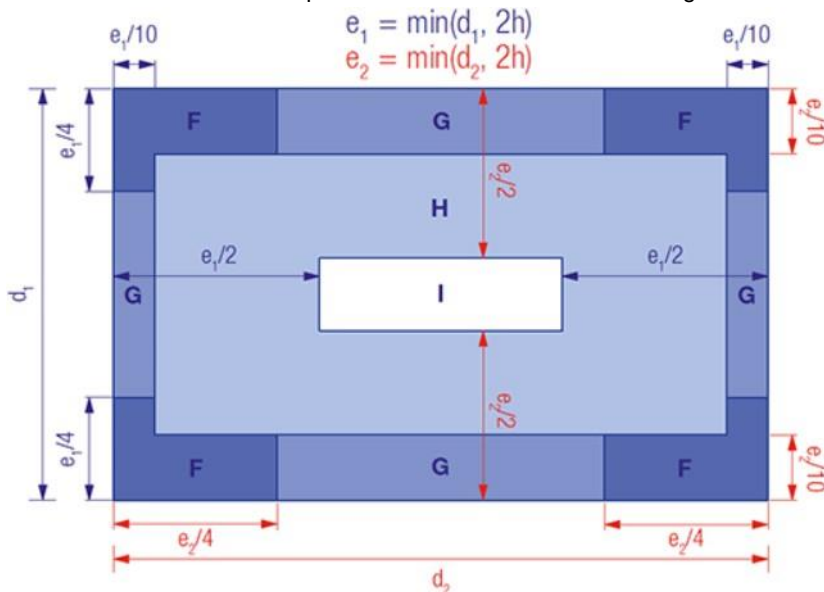
4.2.1. Statische belasting

Een PV-systeem veroorzaakt een permanente statische belasting op het dak. Deze belasting dient zorgvuldig in kaart gebracht te worden en gevalideerd door middel van een berekening uitgevoerd door een onafhankelijk ingenieur(s bureau).

Bij de bepaling van de statische belasting zal rekening worden gehouden met de volgende parameters:

- Eigengewicht van zonnepanelen en montagesysteem. Dit dient bepaald te worden door de leverancier van het montagesysteem door middel van een rekennota.
- (Lijn)lasten veroorzaakt door bekabeling
- Eventuele verhoging van neerwaartse belasting op het dak ten gevolge van de vormfactor van het PV-systeem. Deze factor dient aangegeven te worden door de fabrikant van het montagesysteem.

De Eurocode EN1991-1-4 bepaalt de randzones van een dak volgens het schema hieronder weergegeven.



Windberekeningsnota's voor een PV-systeem dienen de krachten in elk van deze specifieke zones apart te duiden en aan te tonen dat het PV-systeem aan de optredende krachten kan voldoen.

4.2.2. Dynamische belasting

Een daksysteem ondergaat dynamische belasting ten gevolge van wind- en temperatuur effecten (bv uitzetting staal en aluminium) en eventuele processen die zich in het gebouw voordoen. Denk hierbij aan stansmachines, compressoren, etc.

Het PV-systeem dient zodanig te worden ontworpen dat dynamische belasting wordt opgevangen en niet kan leiden tot schade. (bv. Door het langzaam wegkruipen of verschuiven van een installatie over het dak). Dit zal ook gecontroleerd dienen te worden tijdens het onderhoud van het systeem. Een specifieke check hieromtrent dient opgenomen te worden in de controlelijst van de periodieke inspecties.

4.2.3. Sneeuwophoping

Bij het plaatsen van zonnepanelen op een plat dak wordt de vlakke structuur onderbroken door rijen zonnepanelen. Deze opstelling kan leiden tot sneeuwophoping tussen de paneelrijen. Afhankelijk van de kritische component van het gebouw op het vlak van stabiliteit (hoofdliggers, dwarsliggers, dakplaat, ...) is het mogelijk dat een bijkomende evaluatie dient te gebeuren op het vlak van verhoogde optredende lijnlasten.

De stabiliteitsstudie zal specifiek aangeven of sneeuwophoping al dan niet tot een bijkomend risico leidt. Indien dit het geval is zijn bijkomende maatregelen mogelijk vereist. Eventuele aanbevelingen hieromtrent dienen steeds door de stabiliteitsstudie te worden aangegeven.

4.2.4. Consequentieklasse

Elk gebouw en elke PV-installatie dient ontworpen te worden volgens een specifieke consequentie-klasse. Deze klasse houdt rekening met het gebruik van het gebouw en de risico's die gepaard gaan met een eventuele calamiteit. Een hogere consequentieklasse leidt bijgevolg tot hogere veiligheidsfactoren in de windlastberekeningen van het PV-systeem.

De hieronder weergegeven consequentieklassen zullen gebruikt worden bij het bepalen van de benodigde ballast of verankeringen voor het PV-systeem. De gebruikte consequentieklasse zal eenduidig worden weergegeven in de berekening van de fabrikant van het montagesysteem.

Klasse	Omschrijving	Voorbeelden
CC1	Lage gevolgen voor het verlies van menselijk leven, en economische, sociale of milieugevolgen zijn klein of verwaarloosbaar.	Landbouwgebouwen, stallen, opslagmagazijnen, serres of andere gebouwen waar geen tot weinig mensen aanwezig zijn
CC2	Gemiddelde gevolgen voor het verlies van menselijk leven, economische, sociale of milieugevolgen zijn aanzienlijk	Residentiële en kantoorgebouwen, productiegebouwen met een hoge bezettingsgraad, ...
CC3	Grote gevolgen voor het verlies van menselijk leven, of economische, sociale of milieugevolgen zijn zeer groot	Stadia, concertzalen, shopping centra, ...

4.2.5. Windherhalingsfrequentie

PV-systemen worden geplaatst, rekenend op een levensduur van minimaal 25 jaar.

De herhalingskans van een bepaalde windsnelheid en de bijhorende correctiefactoren zijn vastgelegd in de Eurocode EN1991-1-4.

Toepassingen die vallen onder CC1 of CC2 zoals beschreven in paragraaf 0 zullen een herhalingsfrequentie van minimaal 25 jaar hanteren.

Toepassingen die vallen onder CC3 zullen een herhalingsfrequentie van 50 jaar hanteren.

4.2.6. Berekeningsnota ondersteuningsfabrikant

De fabrikant van het ondersteuningssysteem zal een uitgebreide rekennota voorleggen die minimaal de volgende gegevens bevat.

AANNAMES:

- windreferentiesnelheid,
- maximale winddruk ($q_p(z)$),
- drukcoëfficiënten C_p voor n modules,
- eigen gewicht van de modules en het montagesysteem G_k ,
- afmetingen en gewicht van de gebruikte panelen,
- statische wrijvingscoëfficiënt μ ,
- betrouwbaarheidsklasse (indien verschillend van $KFI=1,0$),
- noodzakelijke positie ballast B_k (verschuiven en heffen).

RELEVANTE PARAMETERS:

Voor de bepaling van pieksnelheidsdruk

- terreincategorie,
- windzone,
- windherhalingsfrequentie,
- gebouwhoogte (gemeten vanaf de dakrand),
- topografie coëfficiënt.

Voor de bepaling van de drukcoëfficiënten C_p .

- dakhelling,
- inclinatiehoek van de modules tov het dakvlak,
- rijafstand,
- details van achterwanden en zijbeplating,
- hoogte van de dakrandopstand en afmetingen van het gebouw.

Voor de bepaling van de geschiktheid met het gebouw

- consequentieklaas,
- corrosieklasse (C1 – C5),
- referentie rapport nummer van de windtunneltesten (of andere) welke gebruikt worden voor de ballastberekeningen,
- Toegepaste sneeuwlasten volgens EN1991-1-3, met vermelding eventuele sneeuwophoping.

Er zal een ballastplan worden aangeleverd waarop de verschillende belastingen worden aangeduid alsook weergegeven in aantal kg/m^2 . Ook de maximale lijn- en puntbelastingen van de PV-installatie zullen worden weergegeven en aangeduid.

4.2.7. Waterafvoer

PV-systemen creëren hindernissen op het dak. Bij hevige regenval mag het PV-systeem geen hinder veroorzaken om het water af te voeren van het dak.

Om dit voldoende zeker te stellen worden de volgende aanbevelingen gemaakt.

Vrije ruimte onder profielen of kabelgoten (dwars op waterafvoer)	Min. 5cm
Vrije ruimte rond waterafvoerpunten	Min. 75cm
Vrije ruimte rond waterafvoerpunten met mechanische afvoer	Min. 40cm

Bovendien zullen kabelgoten op een zodanige hoogte boven het dakvlak worden geplaatst dat deze steeds hoger liggen dan de eventuele noodoverstort voorzieningen van het dak.

Bij zeer vlakke daken dient nagekeken te worden of de doorbuiging van het dak ten gevolge van de plaatsing van het PV-systeem niet leidt tot waterophoping op het dak zelf. Indien dit wel het geval is dient deze extra last meegenomen te worden in de stabiliteitsberekeningen en/of extra evacuatiemethoden te worden voorzien.

4.3. Arbeidsveiligheid

Arbeidsveiligheid moet een elementair onderdeel zijn van het ontwerp van de PV-installatie. Zo zal het ontwerp niet alleen rekening houden met de arbeidsveiligheid tijdens de plaatsing van de installatie maar ook met de benodigde arbeidsveiligheid tijdens het onderhoud van de installatie.

Een vrije ruimte tot de dakrand van minimaal 2m (platte daken) wordt dan ook aanbevolen. Bij kleinere afstanden zal vanuit een risicoanalyse dienen aangeduid te worden welke veiligheidsmaatregelen zullen gelden (individueel en/of collectief).

Tussen het PV-systeem en dakkoepels of lichtstraten dient een vrije ruimte van minimaal 80cm voorzien te worden.

Deze onderdelen zullen worden vastgelegd in een veiligheids- en gezondheidsplan dat ten alle tijden op de locatie aanwezig is.

5. Preventie

5.1. Algemeen

Risicobeheersing start in de eerste plaats met het vermijden dat de risico's kunnen optreden.

Ondanks het streven naar een nul-risico zijn een aantal risico's onlosmakelijk verbonden met een PV-installatie. De richtlijnen in dit hoofdstuk hebben als doel om tot een aanvaardbaar risiconiveau te komen op basis van de huidige stand van de techniek en leggen minimum aanbevelingen op met als doel het veilig kunnen exploiteren van het PV-systeem.

5.2. Ontwerp

Het ontwerp van een PV-installatie dient afgestemd te zijn op de locatie waar het systeem zal worden gerealiseerd inclusief zijn (in)directe uitwendige invloeden. Hierbij dient de interactie tussen de uitwendige (weers)invloeden en de wijze waarop het PV-systeem het gebouw beïnvloedt en vice versa worden meegenomen.

Voorbeeld:

- Een beperkte waterafvoer van het beschikbare dak kan significante invloed uitoefenen op het gekozen montagesysteem en hoe dit dient opgebouwd te worden.
- Een installatie op een mestverwerkingsbedrijf met hoge ammonia gehaltes kan andere eisen stellen aan de gebruikte materialen.

Elke PV-installatie dient ontworpen te zijn en gecontroleerd te worden op de IEC-referentie-standaarden vermeld in dit document alsook op de van toepassing zijnde lokale normen en wetgevingen.

De algemene standaarden die hierin dienen gevolgd te worden zijn IEC 62548 en IEC60364-7-712.

Document uitwendige invloedsfactoren volgens afdeling 9.1.6 KB 08/09/2019 (Boek 1 / voormalig AREI) dient te worden geparafeerd door de exploitant of zijn afgevaardigde voor het ontwerp en aanvang werkzaamheden.

De installatie dient steeds conform de geldende wetgeving ontworpen en geïnstalleerd te worden.

- AREI/RGIE – Boek 1,
- Synergrid C10/11,
- IEC62446 reeks.

5.3. Componentselectie

5.3.1. Zonnepanelen

De zonnepanelen dienen te voldoen aan de norm IEC61215.

Daarnaast dienen alle types te voldoen aan IEC61730-1 en IEC61730-2.

Er mogen enkel panelen gebruikt worden klasse II.

Zonnepanelen met kunststof backsheet dienen een minimale brandclassificatie 'C' volgens IEC61730 te behalen. Bij het implementeren van PV-installaties op gebouwen onder consequentieklaas III en waarbij de dakbedekking of de dakisolatie niet voldoen aan brandklasse A (cfr §4.1.2) dient de installatie specifiek te worden aangepast om de brandveiligheid te kunnen blijven garanderen.

5.3.1.1. Minimale kabellengte

Om een goede, deugdelijke en duurzame verbinding te realiseren tussen de zonnepanelen onderling dient men ervoor te zorgen dat de kabels vanuit de junction box voldoende lengte hebben en zodanig geen mechanische belasting veroorzaken op de wartels.

Bij het monteren van zonnepanelen op platte daken worden deze doorgaans in landscape oriëntatie geplaatst. Een vuistregel voor de minimale kabellengte wordt dan:

$$\text{Min. Kabellengte (mm)} = \frac{\text{Lengte paneel}}{2} + \text{klembreedte} + 150$$

Voorbeeld:

Min kabellengte voor een paneel van 1m65 x 0,99m en paneelklemmen van 10mm.

$$\text{Min. Kabellengte} = \frac{1650}{2} + 10 + 150 = 985\text{mm}$$

5.3.1.2. Mechanische bevestiging

Er dient te worden verzekerd dat de gekozen bevestigingsmethode voor de zonnepanelen voldoet aan de toegelaten methodes zoals voorgeschreven door de fabrikant.

Indien hiervan wordt afgeweken is de installateur verantwoordelijk indien hierdoor schade optreedt.

Bij een klemmethode die niet wordt weergegeven in de installatiehandleiding is het aanbevolen om hiervoor een specifieke schriftelijke verklaring op te vragen van de fabrikant om de garantievoorwaarden van de fabrikant te vrijwaren.

5.3.2. Connectoren

De volgende principes dienen aangehouden te worden omtrent DC-connectoren.

- Connectoren dienen te voldoen aan IEC62852.
- Het aantal connectoren dient beperkt te worden tot het strikte minimum. Verschillende designopties kunnen leiden tot een verschillend aantal te gebruiken connectoren (bv meer of minder bruggen, vermogen per paneel, MLPE's (Module Level Power Electronics), ...).
- IEC62446-1 stipuleert eenduidig dat enkel connectoren van hetzelfde merk en type mogen verbonden worden met elkaar.
- Connectoren dienen steeds gemonteerd te worden met de correcte tooling. Het strekt tot aanbeveling dat de personen die deze verbindingen maken hierover een aantoonbare training hebben ontvangen van de fabrikant van de connector.
- Elke connector dient minimaal 10cm boven het dakvlak bevestigd te worden. Deze bevestiging dient zodanig gekozen te worden dat deze minimale afstand kan behouden blijven gedurende de levensduur van de installatie. (Indien dit niet mogelijk is dient dit beschreven te worden in het onderhoudsplan).
- De kabel dient na de connector minimaal 20mm rechtdoor te lopen vooraleer de eerste bocht mag gemaakt worden.

5.3.3. DC-bekabeling

- Dient steeds te voldoen aan de geldende CPR richtlijnen en de voorschriften zoals opgelegd in Boek 1 van het AREI.
- Specifiek dient hiertoe voldaan te zijn aan:
 - Notas-Algemene-Directie-Energie-attentie-erkende-organismen-Nieuw-AREI.pdf (Document, 7.32 MB).
 - thematische-fiches-ad-energie-nieuw-arei.pdf (Document, 654.79 KB).
 - Dient steeds Klasse II te zijn (dubbele isolatie).
 - Geschikt voor de toegepaste voltages.
 - Warmteverliesberekening uit te voeren rekening houdende met een omgevingstemperatuur van 70°C (voor het traject onder de zonnepanelen) en het bundelen van de kabels resulterende in een maximale werktemperatuur van de kabel. Daarnaast dienen berekeningen over de maximum toelaatbare stroom (Iz) conform de IEC-60364-5-52 en EN50618 te kunnen worden voorgelegd waarbij de verschillende reductiefactoren worden aangegeven en in rekening werden gebracht.
Noot: Voor de berekeningen inzake Iz wordt er geen verschil gemaakt tussen DC en AC.
 - De toegestane buigradius van de kabel dient nageleefd te worden. Specifieke aandacht dient hier te gaan naar het opbinden van kabels onder de panelen en korte bochten ter hoogte van junction boxen.
 - Een risico-inventarisatie en -evaluatie (RIE) dient de mechanische beschadiging van de DC-kabels in beschouwing te nemen. Hieruit dient duidelijk te blijken of bijkomende beschermingsmaatregelen ten opzichte van het ontstaan en voortplanten van vlambogen dienen genomen te worden (bv. Scheiden van + en -, bijkomende mechanische afscherming, niet geleidende kabeldragers, bestand tegen permanente onderdamping, ...).

5.3.4. Omvormers

- Steeds een IP65 behuizing.
- Detectie en onmiddellijke uitschakeling bij aardfout.
- Aansluiting AC-bekabeling door middel van een wartel doorvoer en interne klemmen
Let op!
 - Aandraaien tot het correcte aandraaimoment zoals opgegeven door de fabrikant.
 - Gebruik enkel de toegestane kabeltypes (koper of aluminium).
 - Let op de minimale en maximaal toegestane kabelsectie voor de omvormer.
- Aansluiting DC-bekabeling enkel door middel van meegeleverde connectoren en correcte tooling.
- Minimaal string monitoring dient aanwezig te zijn voor het vroegtijdig en specifiek detecteren van stringfouten
- Volledige metalen behuizing. Dit laat toe om een eventuele brand in de omvormer ook binnen zijn behuizing te behouden.
- Omvormers mogen niet geplaatst worden in ruimtes met verhoogd brandgevaar op basis van onderafdeling 4.3.3.6. KB (08/09/2019) Boek 1 van het AREI.

Wanneer een omvormer wordt toegepast met vlamboogdetectiefunctie (AFCI / Arc Fault Circuit Interrupter), en deze functie als een integraal onderdeel van het veiligheidsprincipe wordt toegepast, dient een specifieke controle te worden uitgevoerd op de correcte implementatie hiervan bij opstart alsook bij onderhoud (bv na software upgrade).

De fabrikant dient in dit geval specifiek en ondermeer de ontwerp- en toepassingslimieten van deze detectie mee te geven zodat hier in het ontwerp rekening mee kan gehouden worden.

Hierbij wordt onder andere gedacht aan: (niet limitatief)

- maximale lengte van de volledige DC-string,
- minimale kabelsectie,
- maximale stroom,
- alarmmelding met minimaal aanduiding van de string waar de fout zich voordoet.

5.3.4.1. Montage

Omvormers dienen steeds gemonteerd te worden volgens de hiernavolgende richtlijnen.

- Op het dak kunnen deze vrij geplaatst worden met een beperking van 1m afstand tot brandmuren.
- Wanneer geplaatst op een plat dak met brandclassificatie B of hoger zal de zone onder de omvormerstructuur afgedekt worden met een dakbedekking klasse A, en dit tot minimaal 1m buiten de omvormerzone.
- Op de buitengevel van het gebouw op voorwaarde dat het materiaal van de buitengevel brandklasse A heeft met een brandweerstand van minimaal 60 minuten.
- Het plaatsen van omvormers in het gebouw kan enkel onder de volgende omstandigheden.
 - De omvormers worden geplaatst in een technische ruimte direct onder het dak met minimaal 60min brandweerstand.
 - De kabeldoervoeren in- en uit dit lokaal dienen dampdicht geïnstalleerd te worden inclusief een brandweerstand van 60min.
 - DC-bekabeling dient brandvrij (> 60min) te worden weggewerkt voor het gedeelte buiten de technische ruimte.
 - DC-bekabeling binnen het gebouw dient als dusdanig éénvormig gemarkeerd te zijn en steeds in aparte kabelbanen te lopen. Deze trajecten dienen ook opgenomen te worden in de aanwezige noodplannen van het gebouw.

5.3.5. AC-bekabeling

AC-bekabeling dient te voldoen aan de Europese CPR regelgeving/EN50575 qua brandclassificatie (cfr Boek 1 van het AREI) Europese Brandklassen voor elektrische leidingen (Primaire brandreactie)

Brandklasse	Brandbijdrage
Aca	Geen
B1ca	Nauwelijks
B2ca	Heel beperkt
Cca	Beperkt
Dca	Gemiddeld
Eca	Hoog
Fca	Niet bepaald

Bijkomend zijn er subklassen gedefinieerd omtrent

s = Rookklasse (Smoke)

d = Brandende vallende deeltjes (Droplets)

a = corrosiviteit/zuurtegraad (acidity)

s = Rookontwikkeling	d = droplets (druppels)	a = acidity (zuurtegraad)
s1 : Gering	d0 : Geen	a1 : Laag
s2 : Gemiddeld	d1 : Beperkt	a2 : Beperkt
s3 : Sterk (Geen eisen)	d2 : Hoog (geen eisen)	a3 : Hoog (Geen eisen)

De specifieke voorschriften die dienen nageleefd te worden vindt men terug in KB 08/09/2020 (Boek1).

In verband met de keuze van geleiders/kabels inzake hun brandreactie is volgende afdeling van toepassing: 5.2.7. en onderafdeling 4.3.3.7.

Belangrijk: indien de elektrische leidingen boven het hoofd zijn geïnstalleerd, zodanig dat brandende vallende deeltjes naar beneden kunnen vallen, behoort de classificatie van brandende vallende deeltjes d0 of d1 te zijn (zoals bijv. bij brandklasse Cca-s1, d1, a1 het geval is).

Daarnaast dienen berekeningen conform de IEC-60364 reeks te kunnen worden voorgelegd waarbij de verschillende reductiefactoren worden aangegeven die in rekening werden gebracht om de toelaatbare stroom en warmteontwikkeling te kunnen aantonen.

Hierbij is het belangrijk om op te merken dat alle kabels die op een dak worden gemonteerd dienen berekend te zijn op een omgevingstemperatuur van minimaal 40°C. (tenzij onder de zonnepanelen zelf waar een minimale omgevingstemperatuur van 70°C dient gehanteerd te worden)

5.3.6. Elektrische borden

Elektrische borden zijn per sterke aanbeveling voorzien van een certificaat waar aangetoond wordt dat deze type-getest zijn volgens IEC61439-2. Op deze manier kan de kortsluitvastheid en de warmteontwikkeling in het bord aantoonbaar binnen de perken worden gehouden om een langdurige veilige werking te garanderen.

Automaten en zekeringen dienen gedimensioneerd en bepaald te worden in relatie tot de optredende temperaturen in het bord. Bij elkaar rakende automaten of zekeringen worden de nodige reductiefactoren in rekening gebracht volgens IEC EN 60269-2.

5.4. Bliksem- en overspanningsbeveiliging

Een PV-installatie geeft op zich geen verhoogd risico tot blikseminslag op het gebouw. Bij correcte installatie zal ook omgekeerd een PV-systeem geen negatieve invloed uitoefenen op de bliksemgerelateerde risico's van het gebouw.

Wanneer er zich toch een actief bliksemafweersysteem bevindt op het dak van het gebouw zal door middel van een onafhankelijke studie de integratie van het PV-systeem met deze bliksembeveiliging dienen ontworpen te worden. De bepalende norm hiertoe is de EN-IEC62305.

5.5. Kwaliteitscontrole

5.5.1. Ontwerp

Het ontwerp dient door een competent persoon (personen) gecontroleerd te worden op volledigheid en conformiteit met de geldende normen en standaarden en de voorschriften in dit handboek.

Daarnaast dient de elektrische PV-installatie onderworpen te worden aan een gelijkvormigheidsonderzoek voor ingebruikname volgens art. 6.4 van Boek 1 (voormalig AREI (Kb 08/09/2020 elektrische installaties op LS en ZLS)). Ook dient de conformiteit met Synergrid aangetoond te worden.

Bovendien dient de installatie gecontroleerd te worden naar de conformiteit met dit document.

5.5.2. Procurement

Er moet worden gecontroleerd of de specificaties van de componenten, onderdelen en diensten ook daadwerkelijk zijn overgenomen in het proces van procurement. Met ander woorden, is er exact besteld wat er is voorgeschreven?

5.5.3. Levering

Bij levering dient er gecontroleerd te worden dat de materialen in overeenstemming zijn met de bestelde specificaties. Goederen zullen worden opgeslagen volgens de richtlijn van de fabrikant.

5.5.4. Constructie

Zoals in meerdere studies uit het verleden gebleken zijn het overgrote deel van schade aan PV-systemen te herleiden tot installatiefouten.

Met andere woorden, kwalitatief hoogwaardige componenten alleen zijn geen garantie voor een foutloze installatie. Er dient dan ook een specifiek kwaliteitshandboek op de locatie aanwezig te zijn waarin is vastgelegd hoe bepaalde onderdelen met elkaar dienen verbonden te worden.

Aan dit kwaliteitshandboek worden ook alle installatiehandleidingen van de verschillende componenten toegevoegd zodat hier op de locatie steeds op kan teruggevallen worden.

Nota: Handboeken en interventielogs mogen zowel op papier als digitaal beschikbaar zijn.

5.5.5. Oplevering

Na realisatie en voor oplevering dient de partij die het ontwerp heeft beoordeeld ook een inspectie uit te voeren, om vast te stellen dat het goedgekeurde ontwerp ook daadwerkelijk is gerealiseerd.

6. Onderhoud en exploitatie

6.1. Onderhoudshandleiding

Na oplevering van de installatie wordt een onderhoudshandleiding ter plaatse gelaten of is ter plaatse raadpleegbaar (Op papier of digitaal beschikbaar). Deze handleiding beschrijft minimaal de volgende punten.

- materiaallijst van de installatie met voor elke component zijn onderhoudsprogramma en frequentie,
- veiligheids- en gezondheidsplan specifiek gericht op inspectie en onderhoud,
- te nemen voorzorgsmaatregelen bij het betreden van het dak,
- instructies aangaande onderhoud en reparatie van de dakhuid en/of isolatie,
- contactgegevens van de bouwpartij,
- contactgegevens van de onderhoudspartij,
- standaardprocedure voor het opstarten van de PV-installatie,
- standaardprocedure voor het afschakelen en veiligstellen van de PV-installatie,
- beschrijving van visuele en/of auditieve alarmen en de te verwachten actie,
- inventaris van aanwezige spare parts (indien aanwezig).

Daarnaast wordt een As-built dossier ter plaatse gelaten of raadpleegbaar gemaakt en is er steeds een geldig keuringsverslag aanwezig.

6.2. Thermografie

In het kader van voorkomingsbeleid is het uitvoeren van thermografie op de elektrische installatie een noodzaak. We verwijzen hiervoor ook naar Regelek 2013 §3.2.2 welke mogelijks van toepassing kan gesteld worden:

“De installatie wordt jaarlijks, onder normale belasting, gecontroleerd met behulp van thermografie. De controle moet door een BELAC geaccrediteerd controleorganisme in het toepassingsgebied uitgevoerd worden. De operator moet vergezeld worden door een afgevaardigde van de elektrische onderhoudsdienst.”

6.3. Noodprocedures

Het bedrijfsnoodplan wordt specifiek nagekeken op de interactie met het geïnstalleerde PV-systeem. Naast algemene bedieningsinstructies voor de mensen ter plaatse worden ook interventie- en calamiteitsmaatregelen specifiek in het noodplan opgenomen.

Deze maatregelen beschrijven niet enkel de te nemen stappen indien een calamiteit ontstaat in de PV-installatie zelf, maar ook indien de PV-installatie betrokken raakt bij een externe calamiteit.

6.4. Logboek

Op de locatie raadpleegbaar zal een logboek worden bijgehouden (op papier of digitaal) met daarin een registratie van de uitgevoerde werkzaamheden. Dit logboek bestaat minimaal uit een registratie van de hiernavolgende gegevens:

- namen van de personen die een onderhoudsactiviteit uitvoeren,
- datum en uur van aankomst,
- datum en uur van vertrek,
- omschrijving van de uit te voeren/uitgevoerde taken inclusief melding van vervangen componenten inclusief alle bijhorende details,
- vermelding of al dan niet vuurvergunningplichtige activiteiten worden uitgevoerd.